

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**“Desarrollo de una Metodología para Mejorar la  
Productividad del Proceso de Elaboración de Tubos  
Plásticos”**

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

Presentada por:

Jorge Luis Jurado Mayorga

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2010

## AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi director de tesis el Dr. Kléber Barcia V., a las personas que colaboraron de una u otra forma para la realización de este trabajo, y especialmente a mis padres por darme la oportunidad de poder estudiar.

## DEDICATORIA

ESTE TRABAJO  
REALIZADO CON  
ESFUERZO POR  
VARIOS MESES, ESTÁ  
DEDICADO A MIS  
PADRES, ABUELA,  
FAMILIARES Y  
AMIGOS.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



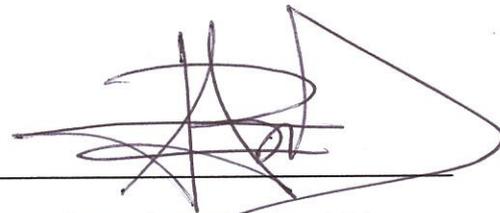
---

Ing. Francisco Andrade S.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE



---

Dr. Kléber Barcia V.  
DIRECTOR DE TESIS

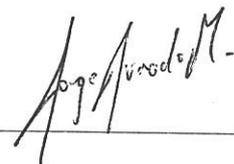


---

Ing. Jorge Abad M.  
VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”



---

**Jorge Luis Jurado  
Mayorga**

## **RESUMEN**

El presente proyecto busca mejorar la productividad de una línea de producción que elabora tubos plásticos. Mediante la implementación de metodologías basadas en la producción esbelta se eliminaron los desperdicios encontrados en la línea de producción que provocan el bajo rendimiento de los procesos.

El objetivo general es de implementar una metodología basada en los principios y técnicas de la producción esbelta con el fin de mejorar la productividad en el proceso de elaboración de tubos plásticos. Para el cumplimiento de tal objetivo se identificaron los problemas que se presentaban en el proceso productivo mediante una entrevista al jefe de planta, seleccionando y priorizando los problemas que serán eliminados o minimizados. Así mismo al personal involucrado en las operaciones de la línea de producción se les realizó entrevistas con el propósito de obtener información de los desperdicios encontrados en las operaciones. Así mismo se analizó y priorizó los desperdicios que representaban mayor impacto negativo para el rendimiento de la línea con el fin de eliminarlos.

El resultado que se obtuvo mediante la implementación de técnicas lean es el aumento de un 40% de productividad en la fabricación de los tubos plásticos.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ABREVIATURAS.....	IX
SIMBOLOGÍA.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE PLANOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1	
1. GENERALIDADES.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos.....	6
1.3 Metodología.....	7
1.4 Estructura de la Tesis.....	9
CAPITULO 2	
2. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Principios de la producción esbelta.....	11
2.2 Método del Mapeo de la cadena de valores (VSM).....	22
2.3 Otras técnicas Lean.....	27

### CAPITULO 3

3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y EL PROCESO.....	55
3.1 Definición de los problemas del proceso.....	57
3.2 Mapeo de la cadena de valores actual.....	71
3.3 Identificación de desperdicios.....	73

### CAPÍTULO 4

4. MEJORAS EN EL PROCESO.....	82
4.1 Eliminación de desperdicios.....	82
4.2 Cronograma de implementación.....	126
4.3 Mapeo de la cadena de valores mejorada.....	126

### CAPÍTULO 5

5. RESULTADOS ESPERADOS .....	128
5.1 Medición y evaluación de las mejoras.....	128
5.2 Análisis costo beneficio.....	133

### CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	137
6.1 Conclusiones.....	137
6.2 Recomendaciones.....	138

### APÉNDICES

### BIBLIOGRAFÍA

## **ABREVIATURAS**

CT	Tiempo de Ciclo
TP	Tiempo de Preparación
F	Fiabilidad
VSM	Mapeo de la Cadena de Valor
min	Minutos
hrs	Horas
RR-HH	Recursos Humanos
Kg.	Kilogramos
MP	Materia Prima
JIT	Just in Time (Justo a tiempo)
TQM	Gestión de Calidad Total
TPM	Mantenimiento Productivo Total

## **SIMBOLOGÍA**

% Porcentaje  
\$ Dólares

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Metodología de la tesis.....	8
Figura 2.1	Sistema de Producción de Toyota.....	12
Figura 2.2	Puntos Claves para la Metodología Lean.....	16
Figura 2.3	Los Siete Desperdicios de Toyota.....	18
Figura 2.4	Metodología VSM.....	23
Figura 2.5	Símbolos para el Mapeo de Cadena de Valor.....	26
Figura 2.6	Significado de las 5s .....	33
Figura 2.7	Pasos de Introducción de 5s.....	39
Figura 2.8	Sistema de Organización de los Stocks.....	41
Figura 3.1	Diagrama de Operaciones .....	58
Figura 4.1	Criterios de Descarte.....	98
Figura 4.2	Tarjeta Roja.....	100
Figura 4.3	Estantería para las herramientas de uso ocasional.....	106
Figura 4.4	Formato de letrero para las herramientas de mantenimiento..	107
Figura 4.5	Ejemplo de gaveta.....	107
Figura 4.6	Ejemplo de letrero.....	108
Figura 4.7	Letrero de almacenaje de tubos.....	109
Figura 4.8	Elementos frecuentes.....	109
Figura 4.9	Mapa 5s de la planta.....	122
Figura 4.10	Etiqueta de mejora 5s.....	122

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Medidas de Referencia.....	65
Tabla 2	Expectativas en el Proceso.....	66
Tabla 3	Clasificación de los Problemas.....	69
Tabla 4	Frecuencia de los Problemas.....	70
Tabla 5	Clasificación de los datos.....	75
Tabla 6	Tabla de agrupación de datos.....	76
Tabla 7	Tabla de porcentajes de desperdicios.....	79
Tabla 8	Integrantes del equipo.....	88
Tabla 9	Resultados de encuestas.....	95
Tabla 10	Elementos innecesarios en el proceso de producción de tubos de media.....	102
Tabla 11	Resumen de las tarjetas rojas.....	102
Tabla 12	Elementos necesarios.....	103
Tabla 13	Líneas divisorias utilizadas para la estrategia de pintura.....	110
Tabla 14	Áreas asignadas.....	113
Tabla 15	Asignación de actividades del área A.....	115
Tabla 16	Asignación de actividades del área B.....	116
Tabla 17	Asignación de actividades del área C.....	117
Tabla 18	Lista de chequeo para organización en el área A.....	119
Tabla 19	Resultado de evaluación de las 3s.....	120
Tabla 20	Promoción global en la empresa.....	124
Tabla 21	Esquema de implantación de sistema 5s.....	125
Tabla 22	Medición de las mejoras.....	128
Tabla 23	Evaluación de los 3 pilares al área A.....	130
Tabla 24	Resultado la evaluación de las 3s.....	132
Tabla 25	Inversión realizada.....	133
Tabla 26	Inversión horas - hombre.....	134
Tabla 27	Resumen de los estados de resultados.....	135

## **ÍNDICE DE PLANOS**

Plano 1 Esquema de señalización de pisos en la planta de producción

## INTRODUCCIÓN

La empresa que se estudió en la presente tesis, es una empresa de manufactura de plásticos. La empresa produce diversos accesorios hechos de material plástico, como son los botellones de agua (incluido las tapas), tuberías, tubos, baldes, e incluso fabrica productos bajo pedido especial que requiera otra empresa similar a ésta, el cual no pueda realizarla por falta de capacidad. Para el desarrollo de la Tesis se enfocó en los principios de la Producción Esbelta, identificando y eliminando los desperdicios que afecten la productividad de sus procesos.

La empresa presentó diversos problemas evidentes, que afectan en la productividad de los procesos, incurriendo en el bajo rendimiento de las máquinas y provocando costos innecesarios. El evidente desorden dentro de la fábrica era uno de los grandes problemas. La falta de un lugar donde se pueda almacenar temporalmente el producto terminado, causaba que los operarios caigan en el error de apilar el producto en diferentes sitios dentro de las instalaciones. Tal desorden acarrea la poca movilización del personal para poder dirigirse de un lugar a otro, aparte de la acumulación de material innecesario.

El objetivo principal de la Tesis es de implementar una metodología que faculte a la empresa a desarrollar métodos y técnicas que mejorarán el hábito

laboral de todos los que constituyen la organización, creando un ambiente seguro y organizado dentro del trabajo.

La metodología que se empleó en la Tesis es la definición de los problemas principales que afecten con mayor intensidad el rendimiento de sus operaciones, se realizó un mapeo de la cadena de valores para identificar las operaciones que no agreguen valor, de tal manera que se las pueda eliminar. Se identificó los desperdicios que se producen en la fábrica, y mediante técnicas lean se procedió a eliminarlas. Todo esto se lo realizó con un cronograma de implementación.

Como resultado se aumentó la productividad del proceso de elaboración de tubos, eliminando tiempos de espera y costos innecesarios, logrando un ambiente limpio y organizado.

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Planteamiento del Problema

En el mundo hoy en día las empresas fabricantes de productos plásticos cada vez andan buscando soluciones de mejoramiento continuo para sus procesos, de tal manera que constantemente produzcan de acuerdo al requerimiento del cliente en busca de la perfección y de eso modo mantener una ventaja competitiva frente a un mercado cada vez más competitivo con nuevas tecnologías que desarrollan productos de mayor calidad y de bajo costo.

Las pequeñas fábricas de plásticos en el Ecuador se han visto muy golpeadas económicamente por la apertura del comercio chino en el país. Ciertos productos plásticos de origen chino son mucho más baratos que los productos ecuatorianos, ocasionando que la demanda de productos plásticos hechos en el país, caigan

significativamente, amenazando con la estabilidad de las fábricas por sus bajos márgenes de utilidad. Sin embargo el producto chino no es de tan buena calidad, lo cual representa una ventaja hacia el producto ecuatoriano, el cual se pueda utilizar para desarrollar métodos más eficientes que abaraten los costos de producción, manteniendo o mejorando la calidad de los productos, y así vencer al mercado chino.

La empresa que se va a estudiar es una manufacturera de plástico que produce distinta clases de productos hechos de tal material. Entre esa gama de productos de plástico se encuentran los botellones de agua (incluido las tapas), baldes de distintos tamaños, tuberías o tubos de distinto volumen y también productos que otra manufacturera similar le solicita bajo pedido especial, ya que su capacidad no abastece.

La fábrica presenta diversos problemas que afectan en la productividad y rendimiento, tanto de sus máquinas como de su personal. El desorden, la suciedad y la desorganización son evidentes en toda la instalación, provocando un ambiente inseguro para sus empleados. Este desorden es originado por la no existencia de un lugar especial para almacenar temporalmente el producto terminado, ya que una vez que sale el producto de la línea,

esta es almacenado primero en una mesa, para ser contados y luego cierta cantidad es almacenada en fundas, que son colocados junto a las máquinas, de manera desordenada, provocando que los espacios entre máquinas queden reducidos. Así mismo los pasillos son ocupados por fundas de productos terminados causando que los operarios no tengo el suficiente espacio para poder movilizarse. Esta desorganización también provoca que no se pueda realizar la debida limpieza de los pasillos y de las máquinas, además de ser un foco de condiciones inseguras que podrían convertirse en accidentes de trabajo.

La baja eficiencia de las máquinas causado por las paras de las máquinas es otro gran problema que existe y que constituye uno de principales costos que tiene la fábrica. La falta de mantenimiento es la fuente del problema, ya que no existe un cronograma establecido para realizar mantenimiento preventivo a todos las máquinas.

El propósito de la tesis es implementar una metodología que se basa en los principios de producción esbelta, que ayude a identificar y eliminar los desperdicios que afecten en el rendimiento de la fábrica, enfocándonos en el proceso de elaboración de tubos plásticos, con el fin de mejorar su productividad.

## **1.2 Objetivos**

### **Objetivo General**

Implementar una metodología basada en los principios y técnicas de la producción esbelta con el fin de mejorar la productividad en el proceso de elaboración de tubos plásticos.

### **Objetivos Específicos**

1. Definir los problemas que tiene el proceso de elaboración de tubos plásticos con el fin de seleccionar y priorizar los problemas que van a ser eliminados o minimizados.
2. Identificar la presencia de desperdicios en el proceso mediante una entrevista a los empleados del área de producción, y mediante la interpretación de sus resultados.
3. Eliminar los desperdicios encontrados en el proceso, utilizando técnicas lean, e implementarlo mediante un cronograma.
4. Realizar mediciones y evaluaciones de la metodología implementada con el fin de monitorear los cambios antes y después de las mejoras.

5. Realizar un análisis costo-beneficio en donde se muestren los beneficios encontrados en la implementación de la metodología desarrollada en la presente Tesis.

### **1.3 Metodología**

La metodología de la Tesis está representada en la figura 1.1 y se detalla a continuación.

La metodología comienza con la definición de los problemas en el proceso de elaboración de tubos hechos a base de plástico, el cual se lo realiza con una breve conversación con el jefe de producción de la fábrica, en donde se busca información acerca de los principales problemas que afectan en el rendimiento tanto de sus máquinas como del personal. Los problemas enunciados que van a ser eliminados o minimizados se los selecciona y se los prioriza.

Luego se realiza la identificación de los desperdicios que existan en el proceso, el cual se lo hace con una entrevista exhaustiva realizada a los operarios que manejan las máquinas que realizan tal producto. La entrevista consiste en encontrar las fallas que ellos observan cuando se realizan las operaciones en cada estación de trabajo.

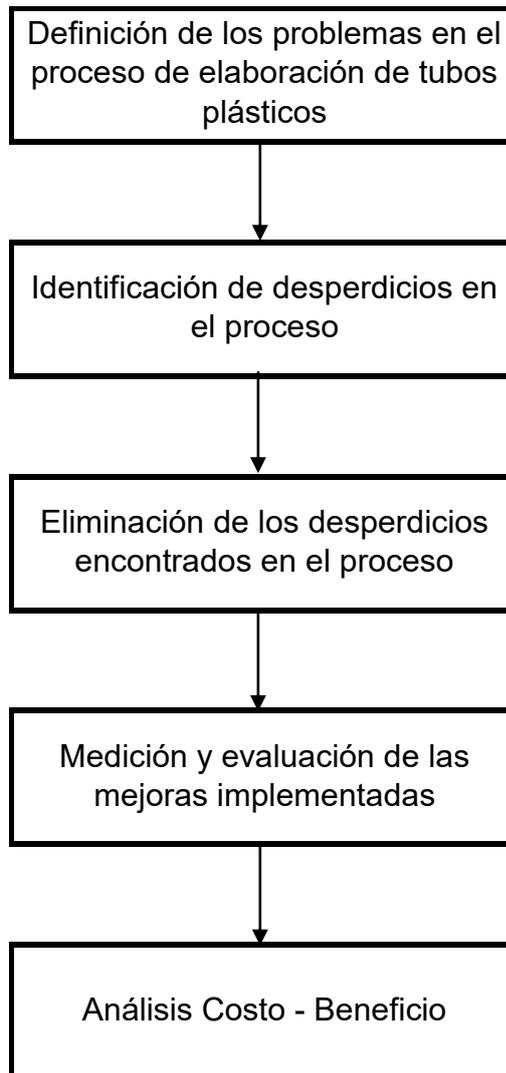


FIGURA 1.1 METODOLOGÍA DE LA TESIS

Esta entrevista también es realizada al jefe de producción. Luego se saca un resultado con las respuestas obtenidas, y se lo interpreta.

El siguiente paso es la eliminación de los desperdicios identificados en el proceso, que se realiza mediante un cronograma de implementación en donde se utilizarán las técnicas esbeltas

necesarias a utilizar para poder eliminar tales desperdicios. Este cronograma es desarrollado junto el jefe de producción e involucra a todo el personal de la fábrica.

A continuación se realiza la medición y evaluación de las mejoras, para observar si los objetivos propuestos se han cumplido satisfactoriamente. Mediante una comparación de mediciones antes y después de la implementación, se puede evaluar si los objetivos fueron cumplidos.

Para finalizar la metodología, se realiza un análisis costo-beneficio donde se detalla cuánto ahorra la empresa y que beneficios consigue, si se mantiene la metodología desarrollada en la presente Tesis.

#### **1.4 Estructura de la Tesis**

La estructura de la Tesis es la siguiente:

En el capítulo 2 se define todo el marco teórico que se va a utilizar para el desarrollo de la tesis. La teoría comprende los principios de la producción esbelta, y las técnicas lean que se van a manejar para el desarrollo del presente estudio.

En el capítulo 3 se desarrolla la descripción de la empresa y de los procesos que manejan. Se definen los problemas que se observan en el proceso de elaboración de tubos plásticos, se identifica los desperdicios presentes, y se realiza un mapeo de cadena de valores.

El capítulo 4 comprende las mejoras que se realizarán en el proceso, mediante la eliminación de los desperdicios. Se detalla el cronograma de implementación de mejoras, y se realiza nuevamente un mapeo de cadena de valores.

En el capítulo 5 se mide y evalúa las mejoras alcanzadas luego de la implementación de las mejoras. Estos resultados son presentados en la matriz costo-beneficio para dejar constancia del análisis desarrollado en la tesis.

El capítulo 6 puntualiza las conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Principios de la Producción Esbelta

Lean Manufacturing también conocida como producción esbelta, tuvo su origen en el Sistema de Producción de Toyota (Toyota Production System) de Taiichi Ohno, inspirado en los principios de William E. Deming, y se remonta a los años de 1940, cuando las compañías automotrices de Japón se planteaban cambios en sus sistemas de producción, derivados de la necesidad de atender a mercados más pequeños con una mayor variedad de vehículos, lo que requeriría una mayor flexibilidad en la producción [1].

#### **Toyota Production System (TPS)**

El sistema de producción Toyota (TPS) es un sistema integral de producción y gestión surgido en la empresa japonesa automotriz del mismo nombre [1]. El desarrollo del sistema se atribuye

fundamentalmente a tres personas: el fundador de Toyota, Sakichi Toyoda, su hijo Kiichiro y el ingeniero Taiichi Ohno. En la figura 2.1 se grafica el esquema del Sistema de Producción de Toyota.



FIGURA 2.1 SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE TOYOTA [2]

Las ideas básicas en el sistema de producción de Toyota fueron la eliminación del inventario, la disminución del desperdicio presente en los procesos, la cooperación con los diferentes proveedores y el respeto por el trabajador. Simultáneamente, los asuntos relativos a la calidad fueron atendidos igualmente por la industria japonesa bajo la guía de asesores americanos como Deming y Juran.

Sin embargo, sólo al comienzo de los 90s, esta nueva filosofía empezó a afirmarse y a aplicarse en el mundo industrial. Esta nueva filosofía de producción se conoce con varios nombres; sin duda, el más conocido es aquel de Lean Manufacturing, cuyo término “Lean” fue bautizado por John Krafcik en el artículo "Triumph of the Lean Production System" en 1988 [1].

Esta filosofía de producción, no se basa en una sola teoría, más bien es el resultado de varias técnicas y teorías que se han desarrollado en el tiempo. A las teorías iniciales “Just in Time – (JIT)” y “Total Quality Control – (TQC)” han seguido varias, como: Total Productive Maintenance (TPM), el Mejoramiento Continuo, el Benchmarking, la Concurrent Engineering, el Value Based Management y muchas más. El Lean Production salió como resultado de todas éstas [3].

### **Pensamiento Esbelto**

La parte fundamental en el proceso de desarrollo de una estrategia esbelta es la que respecta al personal, ya que muchas veces implica cambios radicales en la manera de trabajar, algo que por naturaleza causa desconfianza y temor. Lo que descubrieron los japoneses es, que más que una técnica, se trata de un buen régimen de relaciones humanas. En el pasado se ha desperdiciado la inteligencia y

creatividad del trabajador, a quien se le contrata como si fuera una máquina [4].

Es muy común que, cuando un empleado de los niveles bajos del organigrama se presenta con una idea o propuesta, se le critique e incluso se le calle. A veces los directores no comprenden que, cada vez que le ‘apagan el foquito’ a un trabajador, están desperdiciando dinero. El concepto de Manufactura Esbelta implica la anulación de los mandos y su reemplazo por el liderazgo. La palabra “líder” es la clave.

### **Los 5 Principios del Pensamiento Esbelto**

- 1) Definir el Valor desde el punto de vista del cliente:** La mayoría de los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio.
- 2) Identificar la cadena de Valor:** Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.
- 3) Crear Flujo:** Hacer que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.

- 4) **Produzca el “Jale” del Cliente:** Una vez hecho el flujo, serán capaces de producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo.
- 5) **Persiga la perfección:** Una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados, que añadir eficiencia siempre es posible.

### **Lean Manufacturing**

La manufactura esbelta es el sistema de fabricación desarrollado por Toyota que busca la optimización a lo largo de todo el flujo de valor mediante la eliminación de pérdidas y persigue incorporar la calidad en el proceso de fabricación reconociendo al mismo tiempo el principio de la reducción de costes [5].

Los primeros en implantarla fueron los fabricantes de automóviles norteamericanos y aunque originalmente la metodología fue utilizada únicamente en este sector y exclusivamente en las áreas de manufactura, en la actualidad su aplicación se ha extendido a todos los procesos empresariales de un negocio y no solamente en empresas industriales, sino incluso en empresas de servicios.

El término “lean” o “esbelto” se aplica a todos los métodos que contribuyen a lograr operaciones con el mínimo costo y con cero desperdicios.

Si se tiene en cuenta que los principales factores que inhiben a un proceso son su variabilidad (detrás de la variación, suelen existir causas asignables no identificadas ni resueltas que deben ser analizadas para eliminarlas de forma prioritaria), sus pérdidas y su inflexibilidad (es decir, que no se adapta a las necesidades del cliente), se podría decir que actuando sobre ellos es posible conseguir una importante mejora en los indicadores de rendimiento (outputs) como son la calidad, los costes y los plazos y tiempos. En la figura 2.2 se muestra como funciona estos puntos clave para la metodología esbelta.

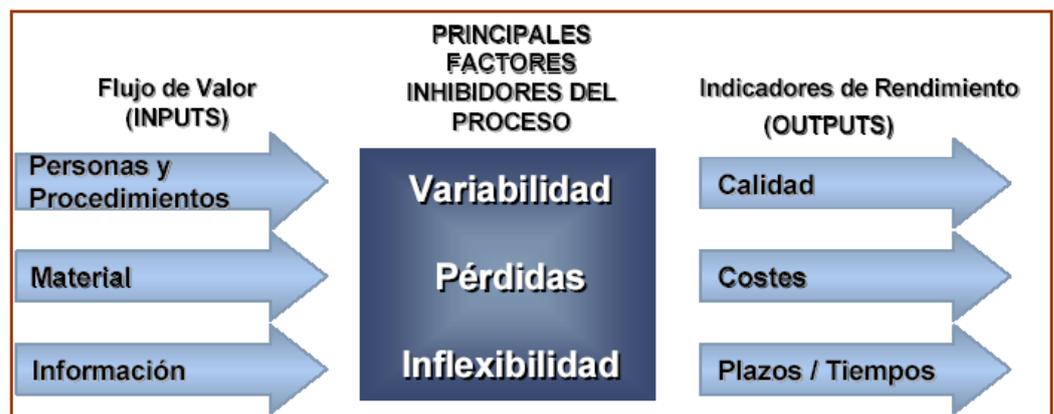


FIGURA 2.2 PUNTOS CLAVES PARA LA METODOLOGÍA LEAN

En resumen, el principio fundamental de la metodología Esbelta está en la localización de desperdicios y su posterior eliminación o al menos reducción, entendiéndose por “desperdicio” todo aquello que no incrementa el valor del producto tal y como lo percibe el cliente (es decir, todo aquello por lo que el cliente no está dispuesto a pagar).

### **Desperdicios (“Muda”)**

Las actividades que no agregan valor se denominan “Muda”, es el término tradicional japonés que se le da a todo tipo de desperdicio que se presenta en los procesos. Son actividades por las que el cliente no está dispuesto a pagar ya que NO agregan valor comercial, ni mejoran la forma o el funcionamiento, o simplemente son innecesarias [5].

Estas actividades que no agregan valor al producto o servicio deben ser eliminadas, simplificadas, reducidas o integradas. En la figura 2.3 se puede observar como Toyota ha identificado ha través del tiempo siete clases de desperdicios que no agregan valor al proceso de manufactura.

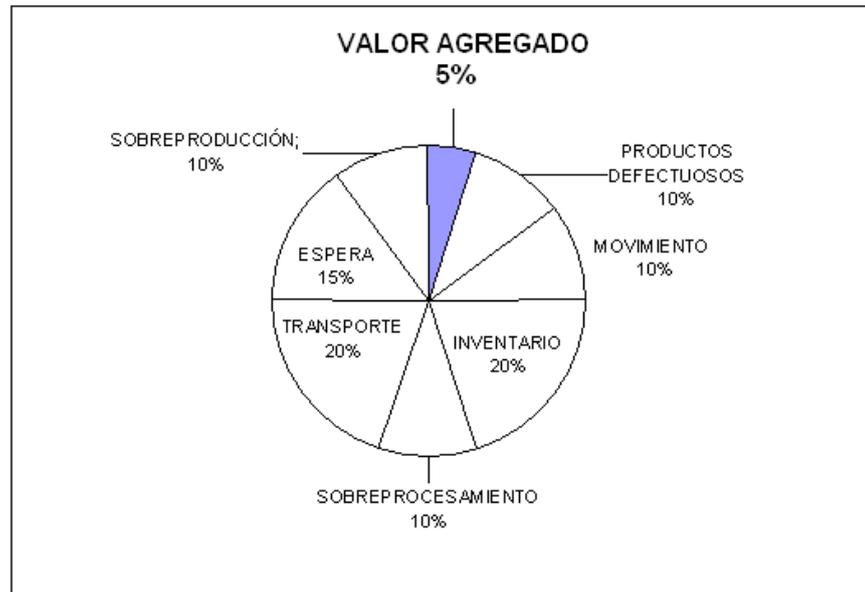


FIGURA 2.3 LOS SIETE DESPERDICIOS DE TOYOTA

### Los Principales Desperdicios según Taiichi Ohno

- **Sobreproducción:** producir más de lo que se necesita, producir antes o más rápido de lo necesario ya que implican [6]:
  - Uso de espacio adicional en la planta del cliente o en planta.
  - Materiales y recursos adicionales en uso.
  - Transporte adicional para el cliente y la empresa.
  - Costos extras de programación.

No se deben producir artículos para los que no existen órdenes de producción. El producto sólo se debe elaborar cuando el consumidor lo requiera. Así se puede reducir el inventario de materiales y sus respectivos costos.

- **Espera:** Toda demora entre el final de un proceso y el inicio del siguiente. La falta de coordinación, la falta de materiales, la ausencia de materiales en condiciones de ser usada, los tiempos excesivos de preparación, la ausencia de obreros o de supervisores, debido a factores climáticos, y la rotura o falta de máquinas y/o herramientas genera desperdicios por espera.

Se debe evitar que los operadores esperen observando a las máquinas o esperan la entrega de recursos como herramientas, materiales o partes. Es aceptable que en ocasiones la máquina espere al trabajador pero no a la inversa.

- **Transportes Innecesarios:** Transportar partes, materiales y productos terminados por la planta. Constituidos por los desperdicios debidos tanto a la falta de planeamiento en el traslado de materiales, como a los métodos a usar. Actualmente el uso de moto-elevadores, plumas elevadoras, elevadores y grúas corredizas permiten un traslado más rápido y seguro de material incrementando radicalmente los índices de productividad.

Todos los recorridos innecesarios durante el proceso de producción se deben minimizar o eliminar.

- **Sobreprocesamiento:** Uso de más energía o actividad de la que se necesita para producir un producto – o agregar más valor por el que el cliente pagará. Los errores en materia de diseño tanto de obra como de los procesos para su construcción originan fuertes costos producto del desarrollo de actividades sin valor agregado, lo cual provoca múltiples despilfarros y desperdicios tanto de material, como de horas hombre.

Se debe tener claridad en conocer muy bien los métodos de trabajo y los requerimientos de los clientes para evitar procesos innecesarios, que son responsables de los incrementos en los costos de producción.

- **Inventarios:** Cualquier inventario en proceso que rebase lo que se requiere para satisfacer las necesidades del cliente.

El exceso de inventario tanto de materia prima, de productos en proceso y de producto terminado causa largos tiempos de entrega, alto riesgo de obsolescencia de los productos, deterioro de los artículos, elevados costos de transporte, almacenamiento y retrasos. Esta situación permite que el inventario oculte problemas como producción desnivelada, entregas a destiempo por parte de los proveedores, defectos, tiempos ociosos de los equipos y largos tiempos de preparación, sin desconocer que se

requiere personal para cuidarlo, controlarlo y entregarlo cuando sea necesario.

- **Movimientos Innecesarios:** Movimiento innecesario de personas, tales como caminar, levantar, alcanzar y estirar. Son origen de baja productividad por exceso de movimientos físicos por parte de los operarios, como así también por la aplicación de malos movimientos generadores de bajas productividades, cansancios físicos y enfermedades, e inclusive los peligros de accidentes.

Cualquiera que sea el movimiento efectuado por el personal durante sus actividades como observar, buscar, acumular partes, herramientas siempre que no tenga nada que ver con la actividad productiva se convierte en un desperdicio que se debe eliminar.

- **Productos Defectuosos o Re-Trabajos:** Cualquier producción que requiera re-trabajo o que sea scrap.

La producción de partes defectuosas, las reparaciones o reprocesos, los reemplazos en la producción e inspección demandan dedicación de tiempo y esfuerzo que se pueden utilizar para realizar labores que agregan valor al producto.

Al aplicar la metodología Lean, la cadena de valor se analizará cuantitativa y cualitativamente para detectar los desperdicios. Una vez detectadas, se procede a la búsqueda de las causas raíces y a la adopción de acciones de mejora (mediante herramientas lean) que ataquen a las causas del problema y eliminen, o al menos disminuyan, dichos desperdicios.

## **2.2. Método del Mapeo de la Cadena de Valores (VSM)**

Es la representación gráfica de un conjunto de acciones, tanto de valor agregado como las que no agregan valor, que se necesitan para mover un producto a través de los principales flujos [7].

***Flujo de producción:*** desde la materia prima hasta las manos del consumidor.

***Flujo de diseño:*** desde el concepto hasta el lanzamiento del producto.

### **Beneficios del VSM**

- Ayuda a visualizar más allá del proceso de un solo nivel.
- Ayuda a ver algo más que el desperdicio, las fuentes del desperdicio.
- Suministra un lenguaje común para hablar a cerca de los procesos de fabricación.

- Pone en relieve las decisiones a crece del flujo, de manera que usted puede discutirlos.
- Ayuda a identificar técnicas lean para mejorar el flujo de productos e información y eliminar el desperdicio.
- Forma la base de un plan de ejecución. Constituyen los planos para la implementación de la metodología lean.
- Muestra el enlace entre el flujo de información y el de material.
- Describe cualitativa y detalladamente como debería funcionar su empresa para crear flujo.

### Metodología del Mapeo de Cadena de Valor

La figura 2.4 muestra un diagrama de la metodología que sigue el mapeo de cadena de valor.

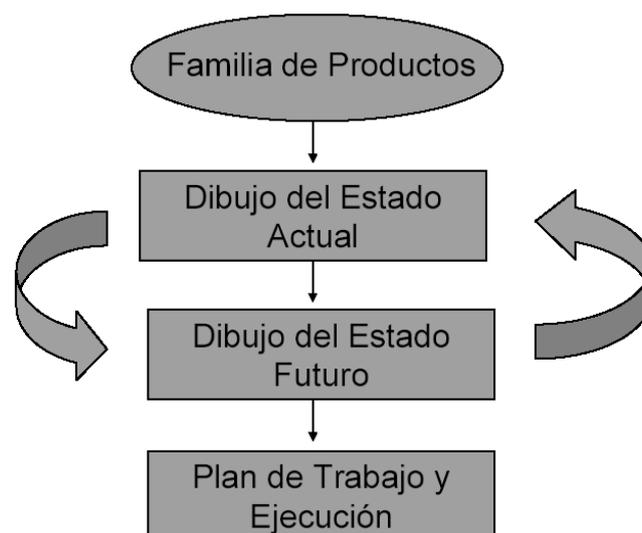


FIGURA 2.4 METODOLOGÍA VSM

## **Familia de Productos**

Una familia es un grupo de productos que pasan a través de etapas similares durante la transformación y pasan por equipos comunes en los procesos. Para desarrollar el VSM se necesita seleccionar la familia de productos que se va a estudiar en el mapeo, luego definir cuántas piezas terminadas diferentes hay en la familia, y finalmente qué cantidad acostumbra pedir el cliente y con qué frecuencia.

## **Dibujo Del Estado Actual**

Luego de definir la familia de productos, se realiza el dibujo del estado actual de la empresa, para eso primero se necesita identificar los requerimientos del cliente, luego recorrer el proceso empezando en la entrega al cliente y terminando en la recepción de la materia prima. Se define el método de envío y la cantidad típica de requerimientos del cliente. Puede existir más de un cliente, pero el proceso para cada cliente debe ser similar. El uso del cronómetro es esencial. Finalmente se traza el mapa de la cadena de valores con la participación de los trabajadores.

*Dentro del proceso del dibujo de estado actual se observa y se documenta los siguientes parámetros:*

- Tiempo de ciclo (del operador y de la máquina)

- Tiempos de cambio
- Inventario promedio en cola
- Producción promedio por lote
- Número de operadores en cada proceso
- Tamaño del paquete o contenedor
- Tiempo disponible de trabajo (no considere breaks y comidas)
- Razón de desecho
- Tiempo de máquina (disponibilidad)

La figura 2.5 muestra ejemplos de símbolos que se pueden utilizar en el momento de realizar el dibujo del estado actual.

### **Dibujo del Estado Futuro**

Una vez que se haya realizado y analizado el dibujo del estado actual, se prosigue a realizar el dibujo del estado futuro, para eso se requiere adaptar el proceso al ritmo de producción (ciclo de producción), takt time. Luego se crea un flujo continuo cuando sea posible (pieza por pieza). Se utiliza supermercados para controlar la producción cuando el flujo continuo no se prolongue hacia atrás.

Por lo contrario se utiliza la técnica PEPS cuando no es posible mantener un inventario del conjunto de variación de piezas en un supermercado, las piezas se fabrican sobre pedido, las piezas tienen

vida muy corta en los anaqueles o son muy costosas y se usan muy pocas veces.

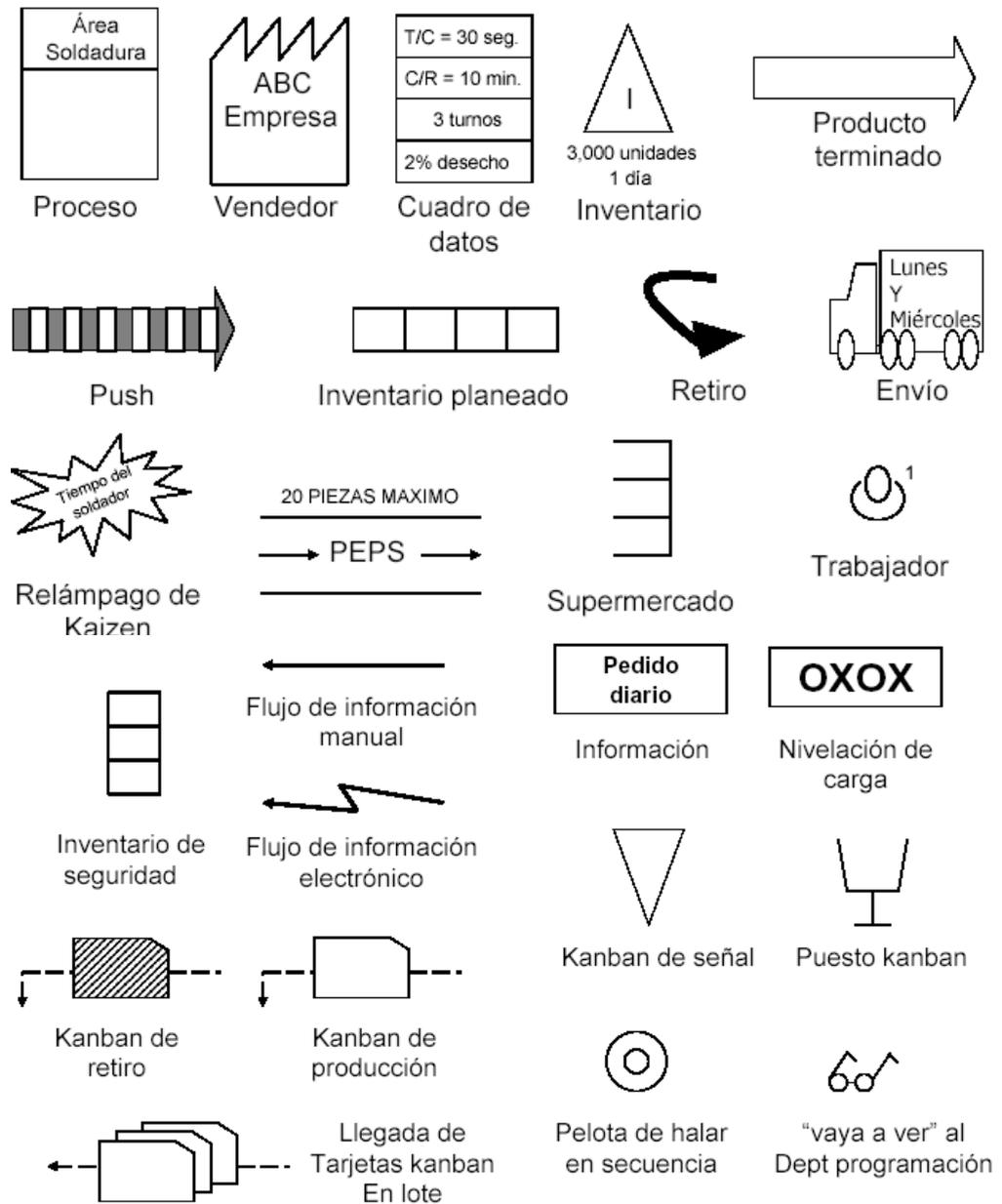


FIGURA 2.5 SÍMBOLOS PARA EL MAPEO DE CADENA DE VALOR

Luego se nivela la combinación de producción, para eso se necesita distribuir uniformemente el tiempo la fabricación de los distintos productos del proceso para mejorar la atención al cliente con plazos de entrega cortos y poco inventario de producto terminado.

Se nivela el volumen de producción, y se establece el paso de producción para cada proceso (pitch). Finalmente se reduce el tiempo de cambio entre productos y se fabrica lotes más pequeños en los procesos de atrás para que puedan reaccionar rápidamente a las necesidades de cambio los procesos de adelante.

### **Plan de Trabajo y Ejecución**

Para finalizar la metodología VSM se realiza el plan de trabajo y ejecución, el cual consiste en la forma de cómo ejecutar los cambios expuestos en el dibujo de estado futuro de la empresa. Primero se divide en segmentos la cadena de valor y se define los objetivos y metas para cada segmento. Por último se define el plan de la cadena de valores.

### **2.3. Otras Técnicas Lean**

La manufactura esbelta agrupa una serie de métodos o técnicas enfocados principalmente en la reducción de los desperdicios de los procesos de manufactura a través de equipos de trabajo. Entre las

técnicas lean por ser implementados a través de equipos de trabajo coordinados por un facilitador se tienen las siguientes [8]:

- Método de las 5s
- Método del mapeo de cadena de valor
- Método SMED
- Mantenimiento Productivo Total
- Celdas de manufactura
- Kanban

A continuación se detallan las técnicas a ser utilizadas en el desarrollo de la tesis.

## **METODOLOGÍA 5S**

5S es un método para reducir desperdicios y para optimizar la productividad, manteniendo un lugar de trabajo ordenado y usar señales visuales para alcanzar resultados operacionales más constantes. 5S conduce a un ambiente más limpio y organiza el lugar de trabajo. Es una de las primeras actividades de la manufactura esbelta que las compañías implementan en la adopción “lean” [9]:

## **Objetivo de la Metodología 5s**

El objetivo central de las 5'S es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo.

## **Beneficios de las 5s**

La implementación de las 5s dentro de una empresa produce muchos beneficios tanto directos como indirectos. Los principales beneficios son los siguientes:

- **Cero Cambios de Útiles Beneficia a la Diversificación de Productos**
  - La disposición ordenada y eficiente de troqueles, plantillas y herramientas elimina una forma importante de despilfarro de “búsqueda”, permitiendo ser más flexible ante la diversificación de productos.
  - La profunda implantación de las 5s introduce simplicidad y lógica en la disposición de los talleres, de forma que los observadores comprendan de una ojeada las condiciones existentes.
  - No utilizar plantillas no específicas buscando una ventaja en un momento determinado.

- **Cero Defectos Aportan Calidad Más Elevada**

- Los defectos se descubren más difícilmente cuando el lugar de trabajo es caótico.
- Asignar las localizaciones a las cosas, y retirarlas y retornarlas siempre a los sitios asignados ayuda a eliminar los errores de selección de piezas y herramientas.
- El equipo limpio tiende a operar normalmente y sin defectos.
- Un lugar de trabajo limpio y bien organizado hace a los trabajadores más conscientes del modo de trabajar las cosas.
- El mantenimiento apropiado y el almacenaje en los lugares asignados de los medios de inspección de calidad e instrumentos de medida son un prerequisite para el cero defectos.

- **Cero Despilfarro Reduce los Costes**

- Eliminar en el mayor grado posible el "despilfarro de esperas" asociado a los stocks de trabajos en curso y almacenes.
- Eliminar el "despilfarro de transportes" asociado con el manejo de materiales y documentos.
- Eliminar los lugares de almacenaje no estrictamente necesarios (almacenes, estantes, armarios, ficheros, etc.)

- Eliminar el "despilfarro de esperas" asociado a la espera de equipo de transporte (carros, carretillas elevadoras, etc.).
- Eliminar el despilfarro en los suministros de oficina excesivos.

- **Cero Retrasos Conduce a Entregas Fiables**

- Cuando se eliminan errores y defectos, las entregas pueden hacerse en plazo.
- Se necesita buenos entornos de trabajo y operaciones regulares, fluidas y altamente visibles.
- El absentismo es menor en las fabricas 5S.
- El trabajo es más eficiente en las fábricas libres de despilfarros.

- **Cero Accidentes Promueve la Seguridad**

- Se puede descubrir fallos mecánicos y riesgos inmediatamente cuando se mantiene inmaculadamente limpio el equipo.
- Mantener sitios bien definidos para colocar cosas, pasillos y áreas de descanso absolutamente despejados.
- Señalar claramente el equipo extintor de incendios y las salidas de emergencia para casos de fuegos, terremotos, u otras emergencias.

- **Cero Averías Significan Mejor Mantenimiento**

- Desechos, polvo y óxido pueden conducir a grandes averías del equipo y acortar su vida útil.
- Es más fácil comprobar la condición de operación del equipo cuando el taller está libre de fugas de aceite.

- **Cero Quejas Significan Mayor Confianza**

- Los productos de un taller limpio y pulcro están libres de defectos.
- Los productos de un taller limpio y pulcro tienen un coste de fabricación inferior.
- Los productos de un taller limpio y pulcro se entregan en plazo.
- Los productos de un taller limpio y pulcro son seguros.

### **Significado de las 5s**

La figura 2.6 muestra gráficamente los 5 pilares de las 5s junto su significado. El significado de las 5s se describe en 5 pilares los cuales se detalla a continuación [8]:

## Pilar 1: Organización

Organización significa distinguir claramente entre lo que es necesario y debe mantenerse en el área de trabajo, y lo que es innecesario y debe desecharse o retirarse.

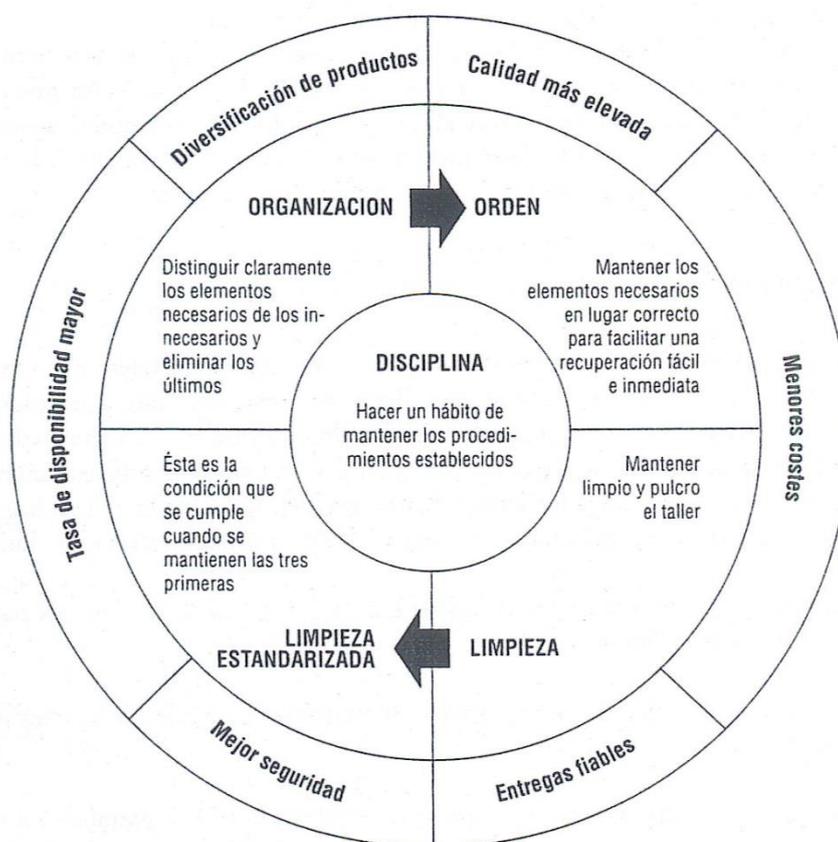


FIGURA 2.6 SIGNIFICADO DE LAS 5S

La Organización no consiste simplemente en alinear las cosas en hileras o estantes o en pilas regulares. Esto es solamente formar líneas. Cuando se hace apropiadamente, la Organización es

suficientemente amplia para incluir la Organización de las asignaciones de trabajos, los pedidos al exterior, etc.

Cuando la fábrica experimenta una recesión en pedidos, los directivos deben ser capaces de determinar fácilmente que trabajadores son aún necesarios y hacer los cambios de personal oportunos. Solo en lo que se refiere al equipo de la fábrica, la Organización significa básicamente organizar las cosas en filas y pilas ordenadas y pulcras.

El uso de tarjetas rojas es un método visual de Organización que hace más fácil identificar el despilfarro o desperdicio.

## **Pilar 2: Orden**

Orden significa organizar los modos de situar y mantener las cosas necesarias de modo que cualquiera pueda encontrarlas y usarlas fácilmente.

El Orden acompaña siempre a la Organización. Una vez que todo está organizado, solo permanece lo que es necesario. El paso siguiente, es clarificar el punto en el que las cosas deben estar de modo que cada uno comprenda claramente donde encontrarlas y devolverlas. Orden significa estandarizar donde deben estar las cosas necesarias.

La estrategia de indicadores es un método visual de Orden que ayuda a los operarios a trabajar con fluidez y regularidad permitiendo que cada uno entienda donde están las cosas.

### **Pilar 3: Limpieza**

Limpieza significa limpiar suelos y mantener las cosas en orden. En una fábrica, la Limpieza se relaciona estrechamente con la habilidad de fabricar productos de calidad. Los elementos básicos son fregar y barrer suelos, y limpiar a fondo las máquinas.

La Limpieza implica también ahorrar trabajo encontrando modos de evitar la acumulación de polvo, suciedad y desechos en los lugares de trabajo. Por ejemplo, refiriéndonos a las fugas de aceite y virutas de las máquinas herramienta para restaurar el estado de limpieza original de los talleres, es necesario ir más allá de la limpieza y hacer mejoras.

La Limpieza debe integrarse en las tareas de mantenimiento diario combinando los puntos de chequeo de mantenimiento y de limpieza. El operario del equipo es usualmente la persona que entiende mejor el grado de normalidad y eficacia con el que está funcionando el equipo. Y, a menudo, solo cuando el operario limpia y elimina toda la suciedad de la maquina advierte que hay una fuga de aceite o un

olor a quemado en el panel de control. En vez de separar los trabajos del operario de la maquina y del especialista de mantenimiento, se debe involucrar a todos en el desarrollo de un mantenimiento mejor.

#### **Pilar 4: Limpieza estandarizada**

Limpieza Estandarizada significa que se mantienen consistentemente la Organización, Orden, y Limpieza.

Si bien se relaciona con los tres primeros pilares, la Limpieza Estandarizada tiene la relación más fuerte con la Limpieza. Es el resultado conseguido cuando se mantienen las máquinas y sus entornos libres de recortes, aceite y suciedad. Es la condición que existe cuando se ha practicado la Limpieza durante algún tiempo. Se puede también mejorar el estado de la "Limpieza Estandarizada" diseñando modos de evitar que el polvo y la suciedad se acumulen. Esto crea lugares de trabajo con un fuerte fundamento 5S.

#### **Pilar 5: Disciplina**

Disciplina significa seguir siempre procedimientos de trabajos especificados (y estandarizados).

La Disciplina se refiere a convenciones sociales y de seguridad, tales como recibimientos y bienvenidas amistosos entre colegas, y llevar uniformes de trabajo limpios con tarjetas con el nombre, y cascos para seguridad. Todo ello contribuye a la seguridad, a un entorno de trabajo limpio, y a una actitud positiva ante el trabajo. Las primeras cuatro S pueden implantarse sin dificultad si los empleados mantienen la Disciplina en el lugar de trabajo. Tal lugar de trabajo es probable que disfrute de una productividad y calidad elevadas.

La clave para mantener la Disciplina no es una herramienta particular, tal como una lista de chequeo 5S. La Disciplina se enseña mejor con el ejemplo; en otras palabras, por la conducta disciplinada de directivos y jefes que están comprometidos en el establecimiento y mantenimiento de las 5S.

Los directivos que no aceptan responsabilidad por mantener las 5S no tienen motivos para quejarse si sus trabajadores sienten lo mismo.

### **Pasos para la Introducción de las 5s**

La figura 2.7 detalla en un diagrama de flujo de los pasos a seguir para la introducción de las 5s en una fábrica.

**Paso 1: Establecimiento de Organización de Promoción de 5S**

Siempre debe haber algún tipo de organización responsable de promover la implantación de las 5S. Esta organización debe dirigirla alguien de la alta dirección y debe funcionar para toda la empresa.

**Paso 2: Establecimiento de Plan de Promoción de las 5S**

La implantación de las 5S es una tarea sin final, pero para una buena Organización lo mejor es programar actividades de ejecución una vez al año.

**Paso 3: Crear Materiales para la Campaña 5S**

Los altos directivos deben implicarse en la creación de materiales que estimulen la cooperación de todos para la campaña 5S.

**Paso 4: Educación Interna**

Es necesaria la educación interna para contestar la primera cuestión que plantea cada uno, "¿Que significan las 5S?" Mediante la educación se enseña también la importancia de las 5S para asegurar la supervivencia de la empresa en el futuro.

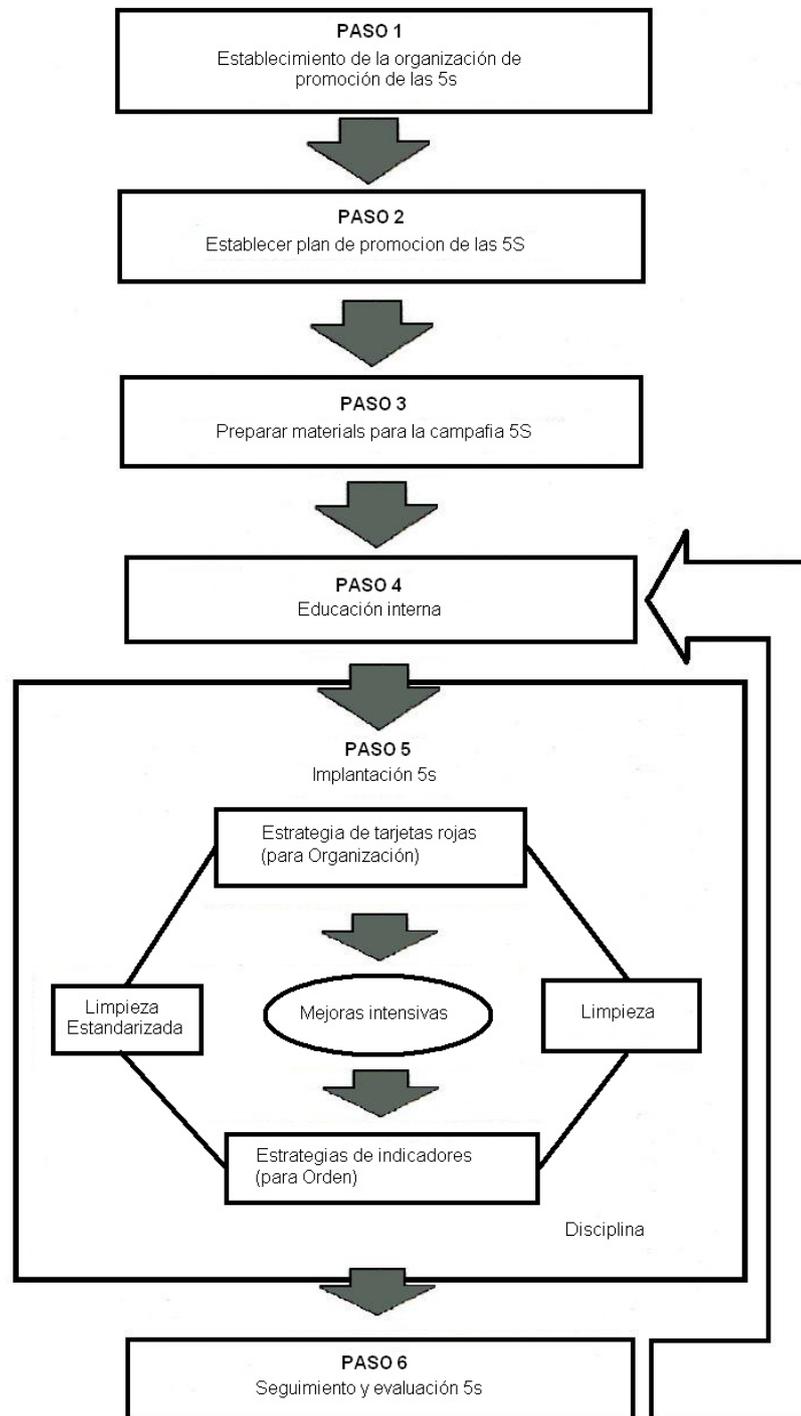


FIGURA 2.7 PASOS DE INTRODUCCIÓN DE 5S

### **Paso 5: Implantación de las 5S**

Las actividades de implantación de las 5S son las que establecen firmemente las 5S en la empresa. Tales actividades incluyen métodos visuales tales como la estrategia de tarjetas rojas para la Organización y la de indicadores para el Orden visual.

### **Paso 6: Evaluación y Seguimiento**

Para impedir el deterioro de las condiciones 5S, deben iniciarse evaluaciones periódicas para chequear, mantener y mejorar las condiciones 5S. La repetición de los pasos 4 y 5 ayudará también a mejorar las condiciones 5S.

### **SEIRI (Organización)**

#### **Organización Aplicada a los Stocks**

La figura 2.8 muestra como las mayorías de las fábricas utilizan el sistema para organizar los stocks.

#### **Elementos que No Van a Usarse / Cuyo Uso es Improbable.**

Estos elementos pueden incluir artículos defectuosos y elementos que se han quedado obsoletos como consecuencia de cambios de diseño. Todos estos elementos deben descartarse.

## Elementos que Pueden Utilizarse.

Los elementos que pueden utilizarse se clasifican según su frecuencia de uso en tres categorías principales:

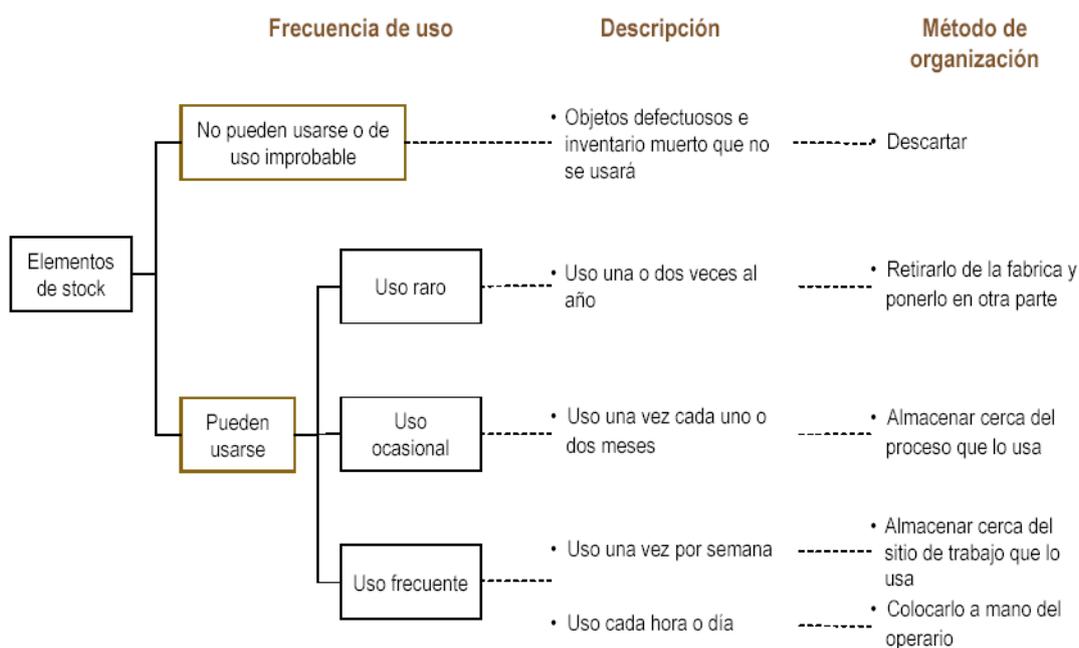


FIGURA 2.8 SISTEMA DE ORGANIZACIÓN DE LOS STOCKS

### 1. Elementos Raramente Utilizados

Se incluyen elementos estacionales, elementos usados en pedidos especiales, o usados una o dos veces al año. Estos elementos deben guardarse y mantenerse en algún lugar separado de la instalación de producción en la que se utilizan.

## **2. Elementos Usados Ocasionalmente**

Estos elementos se usan una o dos veces al mes. Incluyen piezas para productos con baja demanda que se siguen produciendo pero con frecuencia escasa e irregular, así como para pedidos especiales y otras piezas particularmente costosas. Es mejor almacenar estos elementos en un lugar que este fuera de paso (por ejemplo, en una esquina) cerca del proceso en el que se utilizaran.

## **3. Elementos Frecuentemente Utilizados**

Dentro de esta categoría, deben usarse diferentes lugares de almacenaje dependiendo de la frecuencia de uso (semanal o diario). Los elementos usados solamente una vez por semana deben mantenerse en algún compartimiento de almacenaje cercano a la maquina o área de trabajo en las que se utilizaran. Los elementos usados cada día u hora deben mantenerse cercanos y a mano dentro del área de trabajo.

El punto más importante de esta clasificación de los elementos en stock es identificar y descartar todos los elementos que no puedan o no vayan a utilizarse o cuyo uso es improbable, Este concepto ayuda a determinar un método obvio y claro de selección de elementos.

Se denomina a esto "Organización visual". El método primordial de Organización visual es la estrategia de tarjetas rojas.

### **La Estrategia de las Tarjetas Rojas**

La estrategia es etiquetar con llamativas tarjetas rojas a cualquier elemento innecesario que obstruya el proceso de producción.

### **Pasos en la Estrategia de Tarjetas Rojas**

#### **Paso 1: Lanzamiento del Proyecto de Tarjetas Rojas**

- Miembros: Empleados de las divisiones de fabricación, materiales, dirección y contabilidad.
- Periodo: 1 a 2 meses.
- Punto clave para consultor JIT: Ayudar a los empleados a entender como identificar los elementos innecesarios.

#### **Paso 2: Identificar Metas de Tarjetas Rojas**

- Stocks: Primeras materias, piezas, materiales en proceso, y productos.
- Equipo: Esquinas, equipos auxiliares, plantillas, herramientas, útiles, carros, mesas, sillas, vehículos, accesorios etc.
- Espacio: Suelo y estanterías.

**Paso 3: Criterios para Adherir Tarjetas Rojas.**

Establecer los criterios para determinar lo que es necesario y lo que no lo es. Ejemplo: No etiquetar los elementos necesarios para el programa de producción del próximo mes; etiquetar todos los demás.

**Paso 4: Crear las Tarjetas Rojas**

Para captar la atención, las tarjetas rojas deben tener el tamaño de una carta comercial. Para elementos de inventario, los equipos de tarjetas rojas deben anotar la denominación del elemento, cantidad, período de retención, razón para la retención, etc.

**Paso 5: Adherir las Tarjetas Rojas**

Personas de divisiones indirectamente relacionadas deben venir a los talleres, escuchar una descripción de las condiciones corrientes, y ser objetivos colocando tarjetas rojas a todos los elementos innecesarios. La colocación de tarjetas debe hacerse intensivamente en un corto periodo de tiempo.

### **Paso 6: Evaluar las Metas de las Tarjetas Rojas**

- Establecer el "periodo necesario" para las piezas de repuesto de acuerdo con la vida del producto correspondiente. Mantener en almacén las piezas de repuesto durante el periodo necesario.
- Crear y ejecutar un programa para deshacerse del stock muerto. El programa debe indicar cantidad, valor y periodo de ejecución.
- Preparar una lista de todo el inventario de artículos innecesarios para consulta y uso en contabilidad.

### **SEITON (Orden)**

#### **Orden en la Fábrica**

Las condiciones para el Orden incorporan tres elementos básicos: qué, dónde, y cuánto. Indicadores y etiquetas deben exponer claramente información sobre los tres elementos de modo que se puede ver qué tipos de elementos deben guardarse allí, exactamente donde deben colocarse, y cuantos debe haber. Los letreros son un tipo de indicador utilizado para estos objetivos.

#### **Estrategia de Pintura**

La implantación de las 5S comienza usualmente con la estrategia de tarjetas rojas. La estrategia de tarjetas rojas es un método de

retirada de todos los elementos innecesarios en el lugar de trabajo, dejando solamente lo que es verdaderamente necesario para las operaciones corrientes. Posteriormente, se pone en práctica la estrategia de letreros indicadores como método para mostrar claramente donde colocar los elementos necesarios.

La estrategia de pintura es un método que puede ponerse en práctica para suelos y pasillos. El primer paso de esta estrategia es marcar las áreas de paso de la fábrica, diferenciándolas de las áreas de trabajo; se pintan líneas divisorias para diferenciar y marcar estas áreas. Antes se debe determinar el tamaño y situación exacta de las áreas de operaciones, mientras se asegura suficiente espacio para pasillos o espacios de paso.

### **Orden para Plantillas y Herramientas**

Plantillas, herramientas, calibres y útiles en general difieren en carácter de los materiales y piezas en cuanto son elementos que deben volverse a poner en su punto de procedencia después de utilizarlos. Al igual como se valora la importancia de fabricar plantillas y herramientas cuyo uso sea fácil, se valora también la importancia de fabricar plantillas y herramientas que puedan devolverse fácilmente a un lugar de almacenaje apropiado después del uso.

Se puede distinguir entre varias fases (o grados) en el desarrollo del Orden para plantillas y herramientas. Se puede denominar a este concepto "fases en el desarrollo del Orden para plantillas y herramientas", como se detalla a continuación:

- **Fase 0: Ningún Sentido del Orden** (Lugar de trabajo en completo desorden).
- **Fase 1: Orden Fácil de Entender** (Plantillas y herramientas se guardan en grupos).
- **Fase 2: Orden Fácil de Confirmar.** (Confirmación visual de donde devolver plantillas y herramientas).
- **Fase 3: Orden tan Simple que los Trabajadores Pueden Mantenerlo con los Ojos Cerrados.** (Lo saben de memoria).
- **Fase 4: Orden "Se Sueltan y se Cuelgan Solas"** (No se tiene que devolverlas a su sitio).
- **Fase 5: Orden que Elimina Algunas Plantillas y Herramientas.** (No se necesitan ya).

### **Estrategia de Indicadores**

Es un método para indicar claramente que elementos necesarios, se situarán en cuáles localizaciones y en qué cantidades, conforme se hace más ordenada la planta.

- **Paso 1: Determinar Localizaciones**

Después de consolidar los elementos que permanecen, se decide donde colocarlos de modo más ajustado a la forma de ejecutar las operaciones.

- **Paso 2: Preparar Localizaciones**

Organizar estantes y armarios en lugares especificados.

- **Paso 3: Indicar Localizaciones**

Prepare y coloque indicadores que señalicen claramente la localización de los objetos.

- **Paso 4: Indicar Nombres de Elementos**

Prepare y coloque placas que indiquen claramente los nombres de los elementos y el número de estante o armario en el que debe situarse el elemento.

- **Paso 5: Indicar Cantidades**

Indique el número de elementos que debe haber en el lugar señalado por cada placa.

- **Paso 6: Hacer un Hábito del Orden**

Hacer un hábito del Orden de modo que no reaparezca el desorden en el lugar de trabajo.

## **SEISO (Limpieza)**

La limpieza es el tercer pilar de las 5S, un componente que implica retirar de los lugares de trabajo el polvo, las limaduras, grasa, el aceite y cualquier tipo de suciedad. Se puede definir la Limpieza como "mantener todo barrido o limpio".

- Las fábricas que no ponen en práctica la Limpieza sufren los siguientes tipos de síntomas:
- Las ventanas tienen suciedad que muy poca luz se filtra incluso en un día soleado.
- Es difícil empezar el día con ideas frescas cuando su propio lugar de trabajo acumula polvo, materiales inútiles, suciedad y trabajo pendiente del día anterior.
- La voluntad de trabajó se debilita cuando suelos y paredes están sucios.
- Los charcos de agua y aceite causan resbalones y daños.

### **Fases de la Limpieza**

#### **FASE 1: Limpieza Diaria - Limpiar Todos los Casos**

La limpieza debe formar parte de los deberes diarios (por ejemplo. barrer y lavar diariamente el polvo, suciedad. grasa, etc.

- Barrer, lavar y fregar suelos, pasillos, y estantes hasta que reluzcan.
- Limpiar y fregar eliminando la arenilla, virutas y suciedad que se hayan depositado e infiltrado en la superficie aceitada del equipo hasta que este reluzca.

### **FASE 2: Limpieza con Inspección - Usar los Cinco Sentidos**

Una vez que la limpieza se reafirma como práctica diaria, se puede ayudar a mantener las condiciones utilizando nuestros sentidos para detectar ligeros defectos u otras anomalías en las diversas unidades del equipo.

- Prestar cuidadosa atención no solo al mecanismo principal de cada máquina sino también a sus partes móviles y mecanismo de mando.
- Chequear las cantidades apropiadas de aceite, aire, ventilación.

### **FASE 3: Limpieza con Mantenimiento - Hacer Mejoras**

Una vez que alguien descubre un defecto, debe darse al operario responsable de esa máquina particular la primera opción para hacer inmediatamente una reparación o mejora. Si el operario fracasa, entonces es el momento de llamar a un técnico de mantenimiento. Esta es "Limpieza con mantenimiento".

- Si el operario es capaz de reparar o mejorar rápidamente el ligero defecto, esto debe considerarse parte de los deberes de "Limpieza con inspección" del operario (fase 2).
- Si el operario encuentra difícil reparar o mejorar rápidamente el defecto, debe adherir una tarjeta de mantenimiento en el lugar del defecto y enviar una de solicitud de mantenimiento.

### **SEIKETSU (Limpieza Estandarizada)**

La Limpieza Estandarizada, el cuarto pilar de la fábrica visual, difiere en concepto a la Organización, Orden, y Limpieza. La Limpieza Estandarizada no es una actividad sino una condición o estado estandarizado en cierto momento del tiempo. Específicamente, se puede definirla como "el estado que existe cuando se mantienen apropiadamente los tres primeros pilares".

### ***Tres Formas para Convertir en Hábito las 3S***

Primero, se debe determinar quién es responsable de que en relación al mantenimiento de las condiciones 3S. A continuación, para evitar retrocesos y omisiones, se tiene que integrar las tareas de mantenimiento de las 3S en los trabajos regulares. Finalmente, se tiene que verificar como se mantienen las condiciones 3S.

## **1. Asignación de Responsabilidades**

A menos de que cada uno sepa exactamente de lo que es responsable y cuándo, dónde, y cómo hacerlo, ni la Organización, ni el Orden, ni la Limpieza tienen porvenir alguno. Es esencial hacer claras asignaciones de tareas a las personas en sus propios lugares de trabajo.

## **2. Integrar las Tareas de 3s en los Deberes de Trabajo Regular**

Si las personas realizan las tareas de mantenimiento de las 3S solo cuando ven que las condiciones 3S se deterioran, esto evidencia que las 5S no han echado raíces. El mantenimiento debe ser una parte natural de los deberes de trabajo regular. En otras palabras, las 5S deben ser parte del flujo normal de trabajo.

## **3. Chequear el Nivel de Mantenimiento de las 3s**

Se debe elaborar una lista de chequeo de cinco puntos para el nivel de estandarización que deberá ser utilizado por el supervisor 5s de una fábrica, el evaluador gradúa los niveles de clasificación, orden y limpieza dentro de una escala del 1 al 5.

## **SHITSUKE (Disciplina)**

El quinto pilar es la Disciplina. Dentro del contexto de las 5s, la Disciplina se define como “hacer un hábito de los procedimientos correctos de mantenimiento”.

### **15 Lecciones para Crear Disciplina**

1. Sea cortés en el trato con otros.
2. Si tiene un informe de trabajo, llévelo limpio y con orgullo.
3. Recuerde: los buenos lugares de trabajo se crean y destruyen con las condiciones 5S.
4. Las líneas divisorias pueden marcar la diferencia entre la vida y la muerte.
5. Los “tres específicos” son fundamentales y por tanto deben mantenerse.
6. Aplicar Orden al desorden y Limpieza a la suciedad.
7. Inspeccionar antes de trabajar.
8. Corregir inmediatamente cualquier desliz en las condiciones 5S.
9. Conozca cómo debe corregirse a otros y cómo recibir correcciones de otros.
10. Trate la fuente de desorden o suciedad.
11. El dinero es limitado pero la sabiduría es ilimitada.

- 12.** Practique el concepto “resolver prácticamente, aquí y ahora”.
- 13.** En informes: tres páginas es insatisfactorio, dos páginas es mejor y una página es lo mejor.
- 14.** En las reuniones: tres horas son un despilfarro, dos horas es mejor y una hora es lo mejor.
- 15.** La mejora requiere esfuerzo y el esfuerzo exige entusiasmo.

# CAPÍTULO 3

## 3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y EL PROCESO

La empresa que se va a estudiar, es una empresa manufacturera de plásticos. La empresa produce diversos accesorios hechos de material plástico (polipropileno), como son los botellones de agua (incluido las tapas), tuberías, tubos, baldes, e incluso fabrica productos bajo pedido especial que requiera otra empresa similar a ésta, el cual no pueda realizarla por falta de capacidad.

El proceso que se va a estudiar es el de la elaboración de tubos plásticos de 3 metros de largo, que comúnmente es llamado en el mercado como “tubos de media”.

Las dimensiones exactas de este tubo son las siguientes: de largo tiene 3 metros de longitud, y de diámetro tiene 14 milímetros. El peso de un tubo es de aproximadamente 200 gramos.

## **Proceso Productivo**

Para la fabricación de los tubos plásticos se requiere de las siguientes operaciones:

- **Molino**

En esta operación la materia prima (polipropileno reciclado) es ingresada a un molino que tritura el material plástico hasta dejarlo en un estado similar al aserrín. El molino tritura una cantidad de 20 Kg. en una hora.

- **Extrusión del Polipropileno**

En esta operación el polipropileno triturado es insertado en la máquina extrusora, que por medio de las altas temperaturas de la máquina, derrite el material plástico por medio de tornillos, formando al final de la operación una especie de resina de polipropileno.

- **Bomba de Vacío**

En esta operación la resina plástica que salió de la máquina extrusora, pasa a través de un tubo metálico el cual se lo calibra para darle el diámetro requerido por el cliente. En este caso se calibra el tubo metálico con un diámetro de 14 milímetros.

- **Enfriado**

En esta operación simplemente el producto pasa a través de unos cubos de enfriado que se los utiliza para bajar la temperatura de los tubos.

- **Puller – Jalador**

En esta actividad el tubo plástico que continua en el proceso, recibe el espesor que pide el cliente. Este espesor se lo calibra según la velocidad que se le dé al jalado.

- **Cortado**

Para finalizar el proceso un operario corta el tubo plástico según la longitud que requiera el cliente. En este caso de 3 metros de largo.

### **3.1. Definición de los Problemas del Proceso**

Los problemas de un proceso son condiciones o conjuntos de circunstancias que un experto o un grupo de trabajadores de planta consideran que deben ser cambiados.

Mediante conversaciones con el Jefe de Planta de la fábrica manufacturera de plásticos, se logró tener de manera general noción de los procesos que se desarrollan en cada área del mismo.

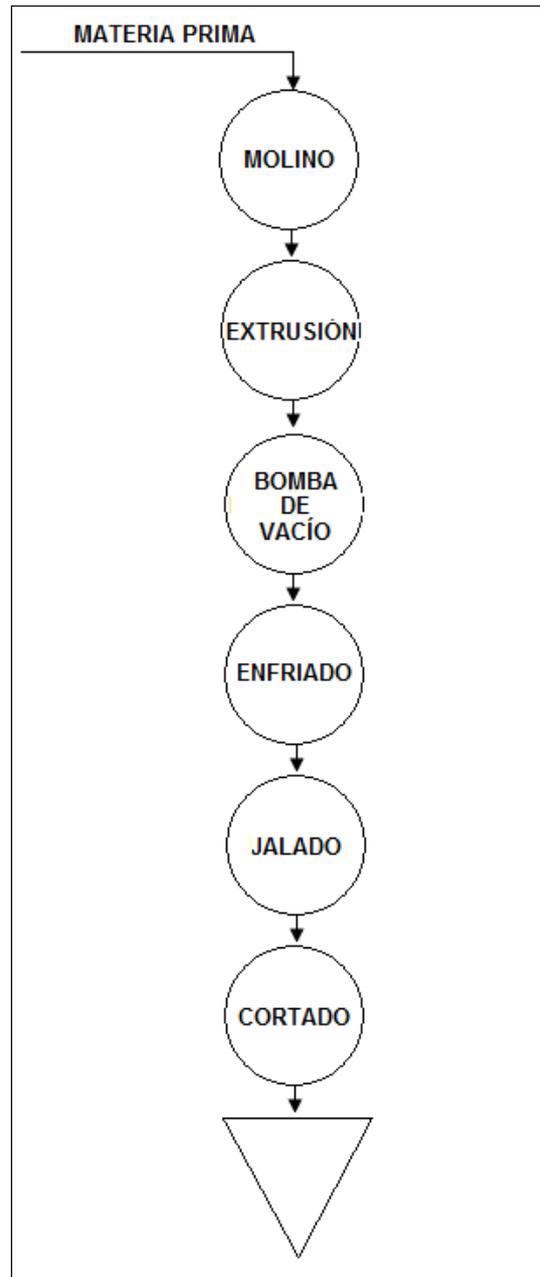
**DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO**

FIGURA 3.1 DIAGRAMA DE OPERACIONES

De la entrevista con el Jefe de Planta se pudo recolectar la información siguiente (Apéndice 1):

- **Proceso de Producción de Tubos Plásticos**

El proceso general de producción de tubos plásticos se desarrolla de la siguiente manera:

Se considera como inicio de proceso la llegada de la materia prima (polipropileno) en camiones y es descargada para luego continuar el proceso especificado a continuación:

### **ÁREA 1**

#### **Bodega de Materia Prima e Insumos, Área de Molino.**

La materia prima para el proceso de tubos plásticos es el polipropileno que llega en materiales plásticos reciclados, el cual es entregado por una empresa recicladora de la ciudad. El material llega en sacos y tachos que son almacenados en la bodega de la planta. Para el proceso de elaboración de tubos, la materia prima es trasladada al área de molino en donde un molino tritura el material plástico hasta dejarlo en forma de aserrín, que luego pasa a una compactadora que elimina la humedad que quedó en el polipropileno.

## **ÁREA 2**

### **Área de Producción**

Luego de obtener el polipropileno molido y triturado, éste es llevado en tachos a la operación de extrusión en donde se cocina el plástico, luego pasa a la bomba de vacío que le da forma al tubo, continuando con el puller que le da el espesor al tubo y finalmente la operación de cortado en donde se da la longitud del tubo plástico. El producto en proceso es trasladado de máquina a máquina por medio de tuberías metálicas.

## **ÁREA 3**

### **Área de Inspección y de Almacenado**

Al finalizar el proceso de elaboración del tubo plástico, un operador inspecciona el producto terminado, observando si el tubo tiene las características deseadas por el cliente. En caso de no tenerlas el producto es llevado al área de molino en donde será triturado y reciclado. El producto no defectuoso es almacenado en paquetes de 200 unidades.

- **Toma de Decisiones en el Proceso de Producción.**

La toma de decisiones forma parte exclusiva del Jefe de Planta, los trabajadores solo acatan órdenes para realizar el trabajo.

- **Flujo de Comunicación en el Ambiente de Trabajo.**

Sí existe pero es mínimo, los trabajadores de la empresa tiene poca libertad de expresar sus comentarios, quejas e ideas sobre situaciones que se dan en el mismo. El flujo de información es directo entre los trabajadores y el Jefe de Planta.

- **Utilización Correcta de los Trabajadores de Planta.**

No, porque generalmente existen distintos tipos de problemas, por ejemplo: Los trabajadores tiene un alto grado de ausentismo; por lo que la designación del personal a ciertas áreas es variable; el colocar personas con poca experiencia en el proceso provoca interrupciones durante la elaboración de los tubos plásticos; teniendo como consecuencia el no cumplir a cabalidad sus actividades asignadas. Por lo que se puede decir que los trabajadores no son utilizados de manera correcta.

- **Problema con la Obtención o el Uso de las Herramientas de Trabajo.**

No existe un instructivo adecuado para la correcta utilización de las herramientas de trabajo. El plástico reciclado que es la materia prima en el proceso no se lo solicita con anticipación, haciendo de esto un problema en la obtención del principal elemento para la producción.

- **Flujo del Trabajo a Través de los Departamentos de Producción.**

El flujo de trabajo es interrumpido constantemente por el desorden que existe en la planta. Los operadores no colaboran en el almacenamiento de los productos terminados por lo que se acumula en los diferentes puestos de trabajo, obstaculizando el flujo de materiales.

- **Balaceo de la Línea.**

La línea está balanceada de forma empírica, la empresa ha estimado mediante de éste manera el número de máquinas y trabajadores para la área de producción.

- **Partes Esperando a Ser Procesadas.**

Si existe trabajo en proceso en cada una de las estaciones de trabajo, el producto espera en las tuberías metálicas que conectan

las máquinas, para ser procesada o para pasar a otra operación del proceso. Pero al final de la jornada no queda nada en ser procesado ya que el operador procesa hasta la última cantidad de materia prima que se ingresó en la extrusora.

- **Productos Defectuosos.**

Si existen productos que no cumplen con los requerimientos del cliente, ya que los tubos al final del proceso a veces presentan dimensiones diferentes a las requeridas, y esto por lo general se debe por descuido del operador que no fija bien la calibración de las máquinas que determinan las dimensiones de los tubos plásticos. El producto defectuoso es reprocesado. Es triturado como materia prima y luego ingresa nuevamente al sistema.

- **El Tiempo de Puesta a Punto y la Parada de las Máquinas es un Problema**

Si representa un problema, ya que son máquinas que requieren de una constante limpieza y de un mantenimiento preventivo que solamente lo saben hacer el personal de mantenimiento el cual está formado por una persona, que es un técnico de mantenimiento, esto provoca que si a un operario se le para una máquina por alguna

falla, este tenga que esperar a que llegue el de mantenimiento y muchas veces demora.

- **El Personal Utiliza las Mismas Políticas de Producción.**

No, cada operario trabaja de acuerdo a las órdenes del jefe de planta y cada uno trabaja de forma específica de acuerdo a su experiencia en otras empresas, no está establecida en sí una política de producción.

- **Suficiente Espacio para Inventario de Partes y MP.**

El espacio en la planta es amplio y muy bueno, pero desordenado y con mucha suciedad, ya que no se tiene una política de orden y limpieza.

- **Utilización Correcta de Equipos, Herramientas y Maquinarias.**

No se utilizan de manera correcta, debido a que no se cuenta con apropiada inducción y capacitación que explique el adecuado uso de los equipos, además de la inexistencia de una política de seguridad para los equipos para minimizar los peligros y riesgos en el proceso. Asimismo no existen políticas de mantenimiento programado lo que induce a que ocurran fallas en los equipos, y por lo tanto a la baja utilización de los equipos.

## MEDIDAS DE REFERENCIA

En el proceso de producción que se está estudiando se necesita tener claro la situación que se va a mejorar, es por eso que se establecen las medidas de referencia que permiten tener otra visión acerca de la eficiencia y rapidez del proceso. En el estudio se utilizan las siguientes medidas de referencia: Cantidad de producto terminado en un día de trabajo y Tiempo de Ciclo (CT) que requiere elaborar un tubo de media. La situación actual del proceso a ser mejorado se detalla en la Tabla 1.

TABLA 1.  
MEDIDAS DE REFERENCIA

<b>Cantidad de producto terminado</b>	600 tubos/día
<b>Tiempo de Ciclo</b>	1 min/tubo

Se toman en cuenta estas medidas ya que en la mejora del proceso se requiere que se aumente la productividad del proceso de producción de tubos de media, y a su vez que se disminuya el tiempo requerido en la elaboración de éste producto, ya que cada vez el mercado exige tiempos más cortos de respuesta a la compra.

## Medidas y Expectativas

En la tabla 2 se presenta las expectativas de la planta en cuanto su proyección futura donde resalta las condiciones actuales y cómo orientarse para la mejora de la producción.

TABLA 2.  
EXPECTATIVAS EN EL PROCESO

MEDIDAS	ACTUAL	EXPECTATIVA
Cantidad de producto terminado	600 tubos/día	Incrementar 40%
Tiempo de Ciclo	1min/tubo	Reducir 40%

## IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS DEL PROCESO

De la entrevista que se le realizó al jefe de planta, se tomó las respuestas con mayor relevancia que ayudará a identificar con mayor claridad los problemas que existen en el proceso. Para la identificación y clasificación de los problemas se utilizó 3 categorías de problemas que podrían existir en un proceso. Estos son los siguientes:

- **Problemas de Cultura**

Los problemas de cultura son problemas que se presentan en un proceso productivo relacionadas con el talento humano. Se refiere al ineficiente uso de las actitudes, valores, creencias, expectativas y costumbres de los trabajadores del proceso.

- **Problemas de Proceso**

Los problemas de proceso son problemas relacionados a la forma y técnicas que se aplican al proceso productivo.

- **Problemas de Tecnología**

Los problemas de tecnología son problemas que se manifiestan en la aplicación inapropiada de conocimientos en la selección de técnicas y herramientas para lograr una tarea asignada.

Cuando el Jefe de Planta es la única persona que toma decisiones en la planta se produce un problema de cultura, ya que induce que los trabajadores no desarrollen sus conocimientos en las actividades de la planta haciendo ineficiente las actitudes de ellos frente al proceso. Asimismo ocurre cuando hay poca comunicación entre el jefe de planta y los trabajadores desperdiciando posibles sugerencias de mejora hechas por los empleados.

El ausentismo provoca que el jefe de planta coloque a personas de otro puesto a un área que no tiene mucho conocimiento, esto por su falta de experiencia, éste problema es un problema de cultura y de tecnología porque se está aplicando de manera equivocada los conocimientos de los trabajadores al asignar a áreas desconocidas para ellos y así mismo de cultura ya que es parte de las costumbres del trabajador de ausentarse sin una justificación alguna.

La falta de orden y organización produce que la planta esté llena de objetos que obstaculicen el flujo de trabajo, además de la acumulación de basura y desperdicios, todo esto así mismo como la falta de organización para los pedidos de materia prima son un problema de cultura y de proceso debido a la falta de educación del personal para mejorar sus actitudes y costumbres frente al desorden y no existen procedimientos claros para realizar las diferentes actividades en el proceso.

El producto defectuoso y los paros de la máquina son un problema de cultura y de tecnología ya que el personal no está utilizando bien sus conocimientos enseñados para la realización de sus tareas y aplicación de técnicas y herramientas, debido a que no mejoran su actitud de responsabilidad al ejecutar un trabajo.

La falta de un lineamiento en la producción es un problema de cultura ya que una política laboral es utilizada para promover y mantener buenas costumbres en el trabajo.

El poco conocimiento de las herramientas de trabajo es un problema de tecnología debido a que no se está realizando la respectiva capacitación para el buen funcionamiento de los equipos.

En la tabla 3 se muestra los problemas identificados en las respuestas de la entrevista hecha al jefe de planta.

TABLA 3.  
CLASIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS

RESPUESTAS DEL JEFE DE PLANTA	CLASIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS
Las decisiones solo la toma el Jefe de Planta.	PROBLEMA DE CULTURA
Poca comunicación entre el Jefe de Planta y los trabajadores.	PROBLEMA DE CULTURA
Ausentismo e interrupciones en el proceso por falta de experiencia.	PROBLEMA DE CULTURA/PROBLEMA DE PROCESO
Existe falta de organización en el requerimiento de materia prima.	PROBLEMA DE CULTURA/PROBLEMA DE PROCESO
Existe mucho material obstaculizando el movimiento del personal por el desorden en la planta.	PROBLEMA DE CULTURA/PROBLEMA DE PROCESO
Existe producto defectuoso que debe ser reprocesado.	PROBLEMA DE CULTURA/PROBLEMA DE TECNOLOGÍA
Existen paros de máquinas por daños y fallas.	PROBLEMA DE CULTURA/PROBLEMA DE TECNOLOGÍA
No está establecida una política de producción.	PROBLEMA DE CULTURA
Poco conocimiento en el uso de los equipos de trabajo.	PROBLEMA DE TECNOLOGÍA

## PRIORIZAR Y SELECCIONAR LOS PROBLEMAS

Una vez hecho la clasificación de los problemas existentes en el proceso de producción, se procede a seleccionar al problema de mayor prioridad. Se ordenó los problemas de cultura, proceso y tecnología de acuerdo a la frecuencia de ocurrencia, desde alta, hasta baja frecuencia. Se consideró la ocurrencia de un problema si este ocurre por lo menos unas vez. Los problemas de alta prioridad son problema de alta frecuencia. Son problemas de alta frecuencia los que existen igual o más del 50 % del total de problemas existentes en el proceso. En la tabla 4 muestra la frecuencia de ocurrencia de los problemas encontrados en el proceso. El proceso de cultura por ser el de mayor frecuencia de más del 50 % del total de los problemas, se lo determina como el problema de mayor prioridad a ser eliminado o minimizado en el proceso.

TABLA 4.

### FRECUENCIA DE LOS PROBLEMAS

CLASIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS	FRECUENCIA
PROBLEMA DE CULTURA	8
PROBLEMA DE TECNOLOGÍA	3
PROBLEMA DE PROCESO	3

### **3.2. Mapeo de la Cadena de Valores Actual**

Para desarrollar el mapeo de la cadena de valores se debe tener en cuenta el flujo de material y de la información que existe en el proceso. En este desarrollo ya se definió a los tubos de media como la familia de productos a estudiar, ya que es este proceso el cual se va a implementar las mejoras.

Luego se procede a realizar el dibujo del mapa de estado actual del proceso tomando en cuenta los pasos y símbolos necesarios para comprender los flujos de material e información, para eso se describe el proceso que existe tanto desde la llegada de materia prima hasta el despacho del producto terminado.

- **Recepción de Materia Prima**

Como se explicó anteriormente, la materia prima que se utiliza en el proceso de elaboración de tubos de media es el polipropileno reciclado de otros materiales plásticos. El proveedor del plástico reciclado es una empresa recicladora de la ciudad, el cual se le realiza pedidos mensuales de 5 toneladas para abastecer no solo al proceso de fabricación de tubos sino a todos los demás procesos que se realiza en la fábrica de plásticos. La empresa

recicladora envía camiones semanalmente con 1,2 toneladas de materia prima.

- **Proceso de Elaboración del Tubo**

El proceso comienza con la extrusora. El tiempo de preparación de la extrusora es de 15 minutos, una vez pasado ese tiempo se coloca una cantidad de polipropileno triturado previamente en un envase que alimenta la extrusora. Luego pasa por la bomba de vacío que es donde se le da forma al tubo. Luego viene el enfriado que tiene un tiempo de preparación de 5 minutos. Luego viene el puller (jalador) que le da el espesor al tubo, este proceso cuando arranca no demora más de 1 minuto para procesar el producto. Por último viene el cortado que es realizado por un operador.

- **Entrega de Producto Terminado**

La demanda proyectada es de 600 tubos plásticos diarios para cumplir con el cliente. El cliente realiza pedidos programados mensualmente. Se le envía un camión 1 vez por semana, por lo general lunes, con 3400 tubos por cada envío.

En el apéndice 2 se visualiza el mapeo actual del proceso realizado junto los datos descritos, el cual nos servirá a entender mejor cómo

funciona el proceso y a identificar el sector donde se presentaron problemas de desperdicios.

### **3.3. Identificación de Desperdicios**

#### **Observación del Proceso a Ser Mejorado**

Antes de la preparación de la entrevista se tuvo que tener mayor información del funcionamiento del proceso, para eso se realizaron visitas por dos semanas (las semanas del 26 – 30 de Enero y del 2 - 6 de Febrero).

#### **Selección de Preguntas a Usar en la Entrevista**

Luego de realizar las visitas y tener suficiente información del proceso, se procedió a escoger las preguntas para la entrevista que se realizará a las personas involucradas en el proceso productivo que se está estudiando, con el fin de identificar los desperdicios que se encuentren en el proceso. Para realizar esta entrevista se utilizó como instrumento de apoyo los formatos descritos en el manual de estudio para mejorar sistemas de producción y servicio [10]. (Ver Apéndices 3, 4, 5). Se hizo énfasis en Cultura ya que en la entrevista que se realizó al jefe de planta para identificar los problemas de la fábrica, dio como resultado una alta frecuencia en la categoría de cultura.

### **Selección de los Participantes de la Entrevista**

Para el desarrollo de las entrevistas se solicitó de la colaboración de trabajadores del Área de Administración y producción que laboran en la compañía (4 operarios, Srta. encargada de la administración), ya que los 4 operarios siempre han estado involucrados el proceso de elaboración de tubos de media, y la encargada de la administración tiene conocimientos en el proceso ya que ella se encarga de abastecer con la materia prima y también de comunicarse con los clientes para el traslado del producto final.

### **ANÁLISIS DE DATOS**

Luego de haber realizado las entrevistas al grupo de personas se procede a clasificar la información y resultados obtenidos en una tabla denominada Clasificación de Datos como se muestra en la tabla 5 de Clasificación de Datos.

- En la columna “Número Pregunta” se escribe el número de la pregunta que se realizó en la entrevista.
- En la columna “Respuestas” se escribe la respuesta afirmando la presencia de desperdicio.
- En la columna “Desperdicio” se escribe el tipo de desperdicio que concuerde con la respuesta.

- En la columna “Total” se escribe el total de la suma de cada respuesta.
- En la columna “Entrevistado” escribe el número “0” si el participante no identifica causas de desperdicio y escribe el número “1” si el participante identifica causas de desperdicio.

TABLA 5.  
CLASIFICACIÓN DE LOS DATOS

CLASIFICACIÓN DE DATOS								
N° pregunta	Respuestas	Desperdicio	Entrevistados					Total
			1	2	3	4	5	
<b>CULTURA</b>								
5	El supervisor nos dice que hacer en el proceso	RR. HH	1	1	1	1	1	5
6	No tengo opinión en las decisiones del proceso	RR. HH	1	1	1	1	0	4
7	Habilidades no utilizadas	RR. HH	1	0	1	0	0	2
8	No tengo entrenamiento cruzado	RR. HH	1	1	1	1	1	5
1	Pobre comunicación entre trabajadores	Proceso	0	1	0	0	1	2
2	Pobre flujo de información entre trabajadores	Proceso	0	0	0	0	1	1
4	Decisiones no son basadas en datos reales	Proceso	0	0	0	0	0	0
9	Entrenamiento inapropiado y poca habilidad	Defecto	1	0	1	0	0	2
3	No a tiempo información y decisiones	Espera	1	0	1	0	0	2
10	No a tiempo parte necesarias en proceso	Espera	0	0	0	0	0	0
<b>PROCESO</b>								
7	Los productos tienen que ser procesados para cumplir los requerimientos del cliente	RR. HH	1	1	0	0	0	2
3	Producción en grandes cantidades y anticipado	Sobreproducción	0	0	0	0	0	0
1	Pobre flujo de trabajo entre los empleados	Proceso	0	0	0	0	0	0
5	Existe reproceso de producto	Proceso	1	0	0	0	0	1
6	Existen procesos defectuosos	Proceso	1	1	0	0	0	2
2	Trabajo no balanceado	Espera	0	0	0	0	0	0
8	Larga espera por materia prima, aprobaciones y puesta en marcha	Espera	0	0	0	0	0	0
4	Objetos obstruyendo el paso de los operadores.	Movimiento	1	0	0	1	1	3
10	Herramientas de trabajo lejos de trabajadores	Movimiento	1	1	1	1	0	4
9	Movimiento del producto requiere personal y maquinarias	Transporte	0	0	1	0	0	1
<b>TECNOLOGÍA</b>								
7	Insuficiente soporte financiero	RR. HH	0	0	0	0	1	1
3	Uso de diferentes políticas de trabajo	Proceso	1	0	1	0	0	2
8	Se cambio la forma de trabajar en el área de producción	Proceso	0	0	0	0	0	0
10	No se utiliza técnicas para mejorar el proceso de producción	Proceso	1	0	1	0	1	3
1	Tiempo de arranque de las maquinarias muy largo	Espera	1	0	1	0	0	2
2	Máquinas no disponibles por fallas de funcionamiento	Espera	1	1	1	1	1	5
4	Máquinas siempre ocupadas cuando se necesita	Espera	0	0	0	0	0	0
6	Departamento de producción no recibe información a tiempo de otros departamentos	Espera	0	0	0	0	0	0
5	Pequeño espacio de almacenaje de partes	Inventario	1	0	0	0	0	1

Luego de organizar y clasificar los resultados obtenidos se procedió a usar la tabla de agrupación de datos como se muestra en la tabla 6 que es un resumen de la tabla 5. En esta tabla se puede apreciar en la primera fila que la categoría de desperdicio CULTURA - RR.HH. fue identificada 16 veces en base a las respuestas que dieron los participantes de la entrevista realizada al personal de planta de producción, mientras que en la fila 9 la categoría PROCESO – MOVIMIENTO tuvo una frecuencia de 7 veces el cual fue identificado.

TABLA 6.

## TABLA DE AGRUPACIÓN DE DATOS

TABLA DE AGRUPACIÓN DE DATOS							
	Desperdicio	Entrevistados					Total
		1	2	3	4	5	
<b>CULTURA</b>							
1	RR. HH	4	3	4	3	2	16
2	Proceso	0	1	0	0	2	3
3	Defecto	1	0	1	0	0	2
4	Espera	1	0	1	0	0	2
<b>PROCESO</b>							
5	RR. HH	1	1	0	0	0	2
6	Sobreproducción	0	0	0	0	0	0
7	Proceso	2	1	0	0	0	3
8	Espera	0	0	0	0	0	0
9	Movimiento	2	1	1	2	1	7
10	Transporte	0	0	1	0	0	1
<b>TECNOLOGÍA</b>							
11	RR. HH	0	0	0	0	1	1
12	Proceso	2	0	2	0	1	5
13	Espera	2	1	2	1	1	7
14	Inventario	1	0	0	0	0	1

En el caso de la categoría CULTURA – RRHH, el resultado se lo obtuvo sumando todos los desperdicios de RR.HH que fueron identificados en el área de problemas de cultura. De igual manera, la segunda fila indica dice que la categoría de desperdicio en CULTURA - Proceso fue identificada 3 veces en base a las respuestas de los participantes de la entrevista. En la categoría de PROCESO – proceso en la fila 7 fue identificado también 3 veces, es decir las repeticiones o veces que son identificadas, lleva a tener en claro de manera lógica los diferentes tipos de desperdicios que son considerados plenamente para su posterior eliminación y por ende mejorar la producción.

### **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

En este paso se interpretan los resultados de la tabla 6. Primero se realiza una tabla de porcentajes del número total de veces que ha sido identificada una categoría de desperdicio, por medio de la siguiente fórmula:

$$\frac{TOTAL}{(PARTICIPANTES)(RESPUESTAS)} * 100$$

En donde TOTAL es el número total de veces que ha sido identificada una categoría de desperdicio en cultura, proceso y tecnología. PARTICIPANTES es el número de entrevistados.

RESPUESTAS es número de respuestas que identifican una categoría de desperdicio en cultura, proceso y tecnología.

Por ejemplo el desperdicio CULTURA – RR.HH. la variable **Total** es igual a **16**, ya que fue ese el total de veces que se identificó como se muestra en la fila 1 de la tabla 6. La variable **Participantes** es igual a **5**, ya que ese fue el número de entrevistados. Y por último la variable **Respuestas** es igual a **4** ya que esa fue la cantidad de categoría de desperdicio identificada en las respuestas. Aplicando la fórmula se obtiene el siguiente resultado:

$$\frac{(16)}{(5)(4)} * 100 = 80\%$$

Del mismo modo se realiza con las demás categorías de desperdicios, obteniendo como resultado la tabla 7 de los porcentajes de desperdicios.

Luego de realizar la tabla de porcentajes de desperdicios se procede a realizar la interpretación de los resultados con las siguientes reglas para la priorización en la eliminación de los desperdicios:

- Si el porcentaje del número total de veces que ha sido identificada una categoría de desperdicio es mayor o igual al 50% de la presencia del desperdicio, entonces se dice que es

importante y esta categoría de desperdicio tendrá **alta prioridad** para ser eliminada.

TABLA 7.

TABLA DE PORCENTAJES DE DESPERDICIOS

Desperdicio	Total	%
<b>CULTURA</b>		
<b>RR. HH</b>	16	<b>80%</b>
Proceso	3	20%
Defecto	2	40%
Espera	2	20%
<b>PROCESO</b>		
RR. HH	2	40%
Sobreproducción	0	0%
Proceso	3	20%
Espera	0	0%
<b>Movimiento</b>	<b>7</b>	<b>70%</b>
Transporte	1	20%
<b>TECNOLOGÍA</b>		
RR. HH	1	20%
Proceso	5	33%
Espera	7	35%
Inventario	1	20%

- Si el porcentaje del número total de veces que ha sido identificada una categoría de desperdicio es menor al 50% de la presencia del desperdicio, entonces se dice que no es importante y esta categoría de desperdicio tendrá **baja prioridad** para ser eliminada.

En la tabla 7 se puede apreciar que las categorías que presenta un porcentaje mayor a 50% es el de CULTURA – RR.HH. y el de PROCESO – MOVIMIENTO. En el caso de Cultura-RRHH se presentó con un alto porcentaje ya que el supervisor ordena a los operadores que hacer en el proceso, los operadores no dan opiniones con respecto con alguna decisión que haya que hacer, no tienen entrenamiento cruzado, etc. Así mismo el desperdicio Proceso-Movimiento se presentó con alto valor ya que constantemente existen objetos obstruyendo el paso de los operadores y además las herramientas de trabajo se encuentran lejos del alcance de los operadores.

Por estos motivos a estas categorías de desperdicios se los denomina a éstos desperdicios como de alta prioridad a ser eliminado según las reglas antes descritas. Mientras que las demás categorías de desperdicio presentan un valor porcentual menor al 50% por lo que son de baja prioridad. A continuación un resumen de las interpretaciones:

**Desperdicio de Alta Prioridad:****➤ CULTURA:**

Categoría: RR.HH.

**➤ PROCESO:**

Categoría: Movimiento.

**Desperdicio de Baja Prioridad:****➤ CULTURA:**

Categoría: Defectos, Proceso, Espera.

**➤ PROCESO:**

Categoría: RR.HH, Proceso, Transporte.

**➤ TECNOLOGÍA:**

Categoría: RR.HH, Proceso, Espera, Inventario.

# **CAPÍTULO 4**

## **4. MEJORAS EN EL PROCESO**

La fábrica de plásticos presenta serie de desperdicios el cual afecta la productividad diaria de los procesos de manufactura, tales desperdicios que se encontraron y que se detallaron en el capítulo 3 se les dio prioridad al de mayor categoría, con el fin de que ese sea el punto de arranque para realizar las mejoras respectivas.

### **4.1. Eliminación de Desperdicios**

Como se observó en el capítulo 3 en la identificación de desperdicios se pudo constatar que el desperdicio que requiere de mayor atención es el de Cultura – Recursos Humanos, seguido de Proceso – Movimiento. Esto debido a los problemas de actitudes que presentan los empleados que laboran en el proceso, y al desorden y desorganización que existe en la planta.

Las respuestas de que el supervisor les dice a los trabajadores que hacer en el proceso y que ellos no puedan dar opinión alguna son problemas de cultura así mismo como el ineficiente uso de sus habilidades. Por tal motivo la mejor manera que se pueda superar este problema de actitudes, que se presentan no solo por parte del supervisor hacia a los trabajadores sino también entre empleados, es promoviendo el **trabajo en equipo**.

Mientras que la desorganización que existe por la acumulación de objetos innecesarios provoca que los operadores tengan dificultades en sus movimientos, así como la falta de orden de las herramientas de trabajo provoca que el operador tenga que hacer más de un movimiento innecesario. En este caso la mejor manera de eliminar tales desperdicios es implementando la técnica lean de **5s**.

### **TRABAJO EN EQUIPO**

El trabajo en equipo es símbolo de compañerismo, de por sí la palabra "equipo" implica la inclusión de más de una persona, lo que significa que el objetivo planteado no puede ser logrado sin la ayuda de todos sus miembros, sin excepción.

Trabajar en equipo implica compromiso, no es sólo la estrategia y el procedimiento que la empresa lleva a cabo para alcanzar metas

comunes. También es necesario que exista liderazgo, armonía, responsabilidad, creatividad, voluntad, organización y cooperación entre cada uno de los miembros. Este grupo debe estar supervisado por un líder, el cual debe coordinar las tareas y hacer que sus integrantes cumplan con ciertas reglas.

El éxito de las empresas depende, en gran medida, de la compenetración, comunicación y compromiso que pueda existir entre sus empleados. Cuando éstos trabajan en equipo, las actividades fluyen de manera más rápida y eficiente. Sin embargo, no es fácil que los miembros de un mismo grupo se entiendan entre sí con el objeto de llegar a una conclusión final.

Cada uno piensa diferente al otro y, a veces, se cree que la opinión de un empleado impera sobre la del, sin embargo la clave del éxito está en saber cómo una persona se desenvuelve con un grupo de personas cuyas habilidades, formas de pensar y disposición para trabajar, en algunas ocasiones, difieren de las demás.

Es importante reconocer que en la planta se trabaja con el mismo sistema retrograda que muchas empresas ecuatorianas las utilizan en donde el empleado tiene que responder individualmente por su trabajo realizado sin tomar importancia que el otro empleado de la misma área cumpla con el resultado final el cual se está trabajando,

además de la falta de liderazgo por parte del jefe de planta en sacar adelante a sus subordinados.

Para establecer una cultura de trabajo en equipo en el área que se está estudiando, se recurrió a la teoría de las 5c que se detalla a continuación [11]:

**Complementariedad:** cada miembro domina un espacio determinado del proyecto. Todos estos conocimientos son necesarios para sacar el trabajo adelante.

**Coordinación:** el grupo de empleados, con un líder a la cabeza, debe actuar de forma organizada con vista a sacar el proyecto adelante.

**Comunicación:** el trabajo en equipo exige una comunicación abierta entre todos sus miembros, esencial para poder coordinar las distintas actuaciones individuales.

**Confianza:** cada persona confía en el buen hacer del resto de sus compañeros. Esta confianza le lleva a aceptar anteponer el éxito del equipo al propio lucimiento personal.

**Compromiso:** cada miembro se compromete a aportar lo mejor de sí mismo, a poner todo su empeño en sacar el trabajo adelante.

El primer paso es de introducir al equipo de trabajo, en este caso el equipo a formar son las personas directamente involucradas en el proceso de elaboración de tubos de media que son los 3 operadores de la línea de producción, el jefe de planta, la asistente de producción y la asistente de administración.

Una vez establecidos sus miembros es necesario definir con claridad cuáles van a ser sus obligaciones y cuáles los objetivos a alcanzar. Entre los miembros seleccionados se nombrará un jefe del equipo en base a su mayor experiencia, a su visión más completa del trabajo asignado, en este caso por obvias razones le corresponderá al jefe de planta tomar este nombramiento.

Al equipo hay que comunicarle con claridad el trabajo asignado, el plazo previsto de ejecución, los objetivos a alcanzar, cómo se les va a evaluar y cómo puede afectar a la remuneración de sus miembros. Ya dentro del equipo, el jefe les informará de cómo se van a organizar, cuál va a ser la obligación de cada uno, sus áreas de responsabilidad, etc.

El trabajo asignado para el equipo es de elaborar tubos de media cumpliendo la demanda requerida por el cliente. Tal trabajo será el objetivo que sus miembros deben alcanzar en el tiempo establecido por el cliente.

Una vez expuesto los objetivos del equipo, se procedió asignar las áreas y responsabilidades para cada miembro. En función de la tarea determinada hay que asignar a personas con capacidades y experiencia suficiente para cubrir adecuadamente las distintas facetas del trabajo encomendado. De acuerdo a las habilidades de cada colaborador se les asignó las responsabilidades que deberán de cumplir para lograr el objetivo final. En la tabla 8 se muestra con detalles las responsabilidades asignadas para cada miembro.

Una organización fija los objetivos a alcanzar pero debe dar rienda suelta al equipo para que organice su trabajo como considere conveniente y para que tome sus propias decisiones, asumiendo responsabilidades. Los miembros del equipo son los que mejor conocen la tarea a realizar (son los expertos) y los que mejor saben cómo deben organizarse. Sólo un equipo al que se le deje margen de maniobra será capaz de involucrarse en su trabajo y realizarlo de una manera eficiente. Delegar en el equipo es darle un voto de confianza.

Los miembros del equipo darán lo mejor de sí cuando se sientan valorados profesionalmente y el darles capacidad de decisión (aunque limitada) es una prueba de ello. Por otra parte, si se quiere que el equipo funcione con agilidad es necesario delegar en los

miembros, que estos puedan tomar decisiones sobre la marcha, sin tener que consultar permanentemente al jefe. La delegación conlleva asumir la responsabilidad de la decisión tomada.

TABLA 8.  
INTEGRANTES DEL EQUIPO

MIEMBRO	RESPONSABILIDAD
<b>JEFE DE PLANTA</b>	<b>Líder del equipo de trabajo.</b>
	Encargado de organizar al equipo.
	Administrar al equipo los recursos necesarios para realizar su labor.
	Vigilar el cumplimiento de los objetivos y plazos del trabajo. Tratar de lograr un equipo eficiente
<b>ASISTENTE DE PRODUCCIÓN</b>	Supervisar el trabajo del equipo antes de presentar los resultados.
	Comunicar al jefe de planta las necesidades requeridas por los miembros.
	Vigilar el cumplimiento de los 3 operadores de la línea de producción.
<b>ASISTENTE DE ADMINISTRACIÓN</b>	Encargada de comunicarse con los proveedores.
	Manejar la compra y adquisición de algún recurso.
	Comunicarse con los clientes y administrar el transporte del producto final.
<b>OPERADOR 1</b>	Verificar que haya suficiente materia prima para el trabajo.
	Encargado de la operación del molino.
	Encargado de abastecer a las demás operaciones.
<b>OPERADOR 2</b>	Encargado de la operación de extrusión.
	Encargado de la operación de la bomba de vacío.
	Encargado de la operación de enfriamiento.
<b>OPERADOR 3</b>	Encargado de la operación puller.
	Encargado de la operación de cortado.
	Almacenar el producto final.

El jefe de planta (líder del equipo), que es la persona quien delega, tendrá que asegurarse previamente de que quien recibe la delegación cuenta con la preparación necesaria para hacer un buen uso de la misma.

## **Comunicación**

El principal recurso para el buen funcionamiento de un trabajo en equipo es la comunicación. Para que un equipo funcione de forma eficaz es fundamental que exista un gran nivel de comunicación dentro del mismo. El trabajo en equipo exige ante todo coordinación y esto sólo se logra con una comunicación fluida entre sus miembros.

La comunicación debe darse en todas las direcciones:

- De arriba hacia abajo (es decir, del jefe hacia sus colaboradores).
- De abajo hacia arriba (de los colaboradores hacia el jefe).
- Horizontalmente (directamente entre los colaboradores).

Una de las principales funciones del jefe es conseguir desde el principio un buen nivel de comunicación en el equipo. Para alcanzar un buen nivel de comunicación se estableció junto al jefe de planta las siguientes políticas a seguir para fomentar la comunicación dentro del equipo:

- Compartir toda información que se recibe con los colaboradores.
- Fomentar el diálogo y el debate dentro del grupo.
- Señalar a los colaboradores que actitud debe imperar en el equipo.

- Nunca criticar las opiniones que no son coincidentes.
- Mantener reuniones periódicas con los colaboradores del grupo.

La comunicación va a depender en gran medida de la actitud que adopte el jefe, es por eso que el líder del grupo se ha comprometido a respetar estas políticas con el fin de mantener una comunicación fluida con los miembros.

### **Reuniones del Equipo**

El mantener reuniones periódicas es una buena oportunidad de fomentar la comunicación dentro del equipo. Una comunicación fluida entre los integrantes del equipo se favorece cuando existe una buena relación personal entre ellos.

Las reuniones de trabajo constituyen uno de los distintivos del trabajo en equipo. Se celebran reuniones con cierta frecuencia, persiguiendo distintos objetivos:

Debatir y decidir sobre aquellos asuntos de mayor trascendencia en los que convenga conocer la opinión de todo el equipo.

Puesta en común; con el fin de que todos los componentes tengan un conocimiento exacto de la situación del proyecto, de las líneas en

las que se va avanzando, de las dificultades que van surgiendo y de las decisiones que se van tomando.

Fijar criterios, homogeneizar ideas, compartir opiniones, intercambiar puntos de vista, ayudar a crear una cultura común (modo de actuar, nivel de exigencia, escala de valores, etc.).

Contacto personal: facilita la comunicación y ayuda a cohesionar al equipo.

Para establecer las reuniones de trabajo se estableció los siguientes lineamientos:

- **Fijar un Orden del Día**

Todos los asistentes deben conocer, permitiéndoles preparar aquellos temas que se vayan a tratar. El orden del día se establece con la intención de respetarlo, lo que no impide cierta flexibilidad para poder tratar algún asunto que pueda surgir sobre la marcha.

- Se debe fijar un tiempo estimado para la reunión que hay que tratar de respetar, si no las reuniones se terminan eternizando y se termina abordando asuntos de escasa trascendencia.
- Hay que evitar fijar las reuniones en horarios "inconvenientes". (lunes a primerísima hora de la mañana, viernes por la tarde, o cualquier otro día muy avanzada la tarde, etc.).

- La sala de reuniones debe ser cómoda, amplia, bien iluminada, con la temperatura adecuada, sin ruido, etc.
- El jefe del equipo se preocupará de la participación de todos los miembros, evitando que algunos puedan acaparar la reunión mientras que otros apenas participan.
- Durante las reuniones la asistente de administración debe ir tomando notas de los asuntos tratados, decisiones adoptadas, posibles actuaciones encomendadas a algunos miembros, etc.
- Una vez finalizada la reunión, la asistente de administración presentará el resumen las medidas adoptadas que fueron discutidas en la reunión.
- En la próxima reunión la asistente de administración debe dar a conocer los puntos que fueron tratados anteriormente, quiénes participaron y cuáles fueron los acuerdos, etc.

No se puede permitir que los miembros del equipo eviten tomar decisiones, tratando de que sea el equipo en su conjunto o bien el jefe quienes las tengan que asumir. Hay que exigir a los colaboradores que decidan ellos mismos; hay que evitar la tendencia de algunas personas de consultar siempre y no querer decidir nunca. Por otra parte, si una decisión adoptada por algún miembro del equipo, tras un análisis riguroso y serio, resulta equivocada el jefe debe ser comprensivo.

En conclusión, es responsabilidad del jefe del equipo velar porque las reuniones se desarrollen con normalidad y resulten útiles.

### **Clima Laboral**

El clima involucra tanto aspectos físicos como psicológicos, es decir, en lo físico importa el entorno en donde se labora, que sea confortable, con buena iluminación, ventilación, que se cuente con los utensilios necesarios, ya sea, de oficina o herramientas y maquinarias, dependiendo de la función a desempeñar. En definitiva, no se trata de exigir lujos, pero si contar con lo básico para hacer del ambiente de trabajo, un lugar grato y propicio para laborar.

En lo psicológico, se retoman aspectos analizados como son: la colaboración, tolerancia, comunicación, confianza, comprensión, voluntad, optimismo, complementación y compromiso, ya que, si todo se da de la manera correcta, las buenas relaciones interpersonales harán de un bienestar mental, resultados positivos para la empresa.

El clima laboral, a pesar de ser un factor difícil de cuantificar, es determinante para el éxito de las empresas. Una manera de descubrir el clima actual que se lleva en una empresa es realizando un diagnóstico de clima laboral. Este estudio consiste en una serie

de encuestas y entrevistas que se aplicarán al personal con la finalidad de obtener la percepción real que tienen los empleados hacia la organización.

Para tal objetivo se aplicó la encuesta de clima laboral que se encuentra en el apéndice 6. Esta encuesta se realizó a los 3 operadores de la línea de producción, a la asistente de producción y a la asistente de administración. La encuesta se valorará del 1 al 5 cada pregunta, siendo el valor 5 que representa al “SI” y 1 al “NO”.

Con los resultados de esta encuesta se realizarán los análisis respectivos y se tomarán las medidas correctivas necesarias para mejorar el desempeño de los miembros del grupo. Una vez hecha la encuesta a cada miembro del grupo, se promedió los resultados de todos los miembros, se puntualizó y se analizó la categoría que recibió el valor más bajo con el fin de proponer soluciones de mejora. Los resultados de la encuesta de clima laboral se los observa en la tabla 9.

Como se puede observar la categoría que recibió el menor valor es el de “Comunicación”, esto se debe a que no existe la suficiente comunicación de arriba a abajo entre jefes y subordinados y viceversa. También se debe a que los trabajadores sienten que sus opiniones y sugerencias no son escuchadas por el jefe superior.

TABLA 9.  
RESULTADOS DE ENCUESTAS

<b>RESULTADOS DE ENCUESTA DEL CLIMA LABORAL</b>	
<b>CATEGORÍAS</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
LA EMPRESA	4
CONDICIONES AMBIENTALES	4
POSIBILIDADES DE CREATIVIDAD E INICIATIVA	3,6
COMPAÑEROS DE TRABAJO	5
JEFE Y SUPERIORES	4,6
PUESTO DE TRABAJO	4
<b>COMUNICACIÓN</b>	<b>3</b>

Una solución de mejora para este problema son las reuniones de equipo como se propuso anteriormente, ya que ese sentimiento de no ser escuchados es por el poco fluido de comunicación que existe en la empresa.

Para el problema de habilidades no utilizadas se resolvió crear un manual de funciones para cada puesto que ocupen los miembros del equipo. Tales manuales se encuentran en el apéndice 7.

En el problema acerca de la falta de entrenamiento cruzado se propone a la empresa de realizar capacitaciones a los operadores de la línea de producción con el fin de expandir sus habilidades y ayudar a entender los trabajos de los demás. Se propone crear los siguientes programas de capacitación:

- **Programa 1**

**Dirigido a:** Operadores de la línea de producción de tubos de media.

**Objetivo:** Conocer el mantenimiento técnico del puller.

**Duración:** 2 horas teóricas y 2 horas prácticas.

**Módulos Teóricos:**

- Explicación del sistema eléctrico del puller.
- Explicación del sistema de lubricación (piñones, rulimanes).

**Módulos Prácticos:**

- Directrices a seguir en caso de falla eléctrica.
- Limpieza en el interior del puller.

- **Programa 2**

**Dirigido a:** Operadores de la línea de producción.

**Objetivo:** Conocer la actividad de la extrusora.

**Duración:** 2 horas teóricas y 2 horas prácticas.

**Módulos Teóricos:**

- Explicación del sistema eléctrico de la extrusora.
- Abastecimiento de la tolva.

**Módulos Prácticos:**

- Directrices a seguir en caso de falla eléctrica.
- Directrices a seguir para la lubricación del motor de la extrusora.

## **CINCO S (5s)**

Como se vio en el capítulo 2, el sistema 5s busca un arreglo seguro, limpio y ordenado del área de trabajo que proporcione un lugar específico para cada cosa, y elimine cualquier cosa que no sea necesaria con la finalidad de eliminar desperdicios que alteren la productividad del proceso.

Se conversó con el jefe de planta acerca la implementación del sistema de 5s, se le proyectó los beneficios que se adquirirán en el proceso de implementación. Se concordó los días en los cuales se iba a capacitar a los empleados involucrados en el proceso de producción de tubos de media, sin alterar mucho en la realización de sus tareas laborales diarias.

### **Seiri (Organización)**

La implementación del primer pilar de las 5s consiste en identificar los artículos o stocks que son innecesarios para el proceso y separarlos de los necesarios que de alguna u otra forma obstruyen en el proceso. Para la clasificación de los artículos innecesario en el proceso se reunió a los operadores junto al jefe de planta para analizar cada objeto presente en el área de trabajo e identificar la necesidad por la cual se encuentran dentro del área.

Se tomó lista de los objetos presentes, se determinó la cantidad presente en el área, y su justificación por el cual es identificado como innecesario para la ejecución del proceso.

Existirán objetos que no son necesarios pronto pero que en la actualidad no intervienen en el proceso, en otras palabras que no dan valor al producto final. Habrá stock innecesario que será de alta frecuencia y que simplemente se necesita que se lo almacene o se lo guarde en otro lado fuera del área. En la figura 4.1 se da un ejemplo de los métodos de descarte o de organización de elementos según su frecuencia de uso.

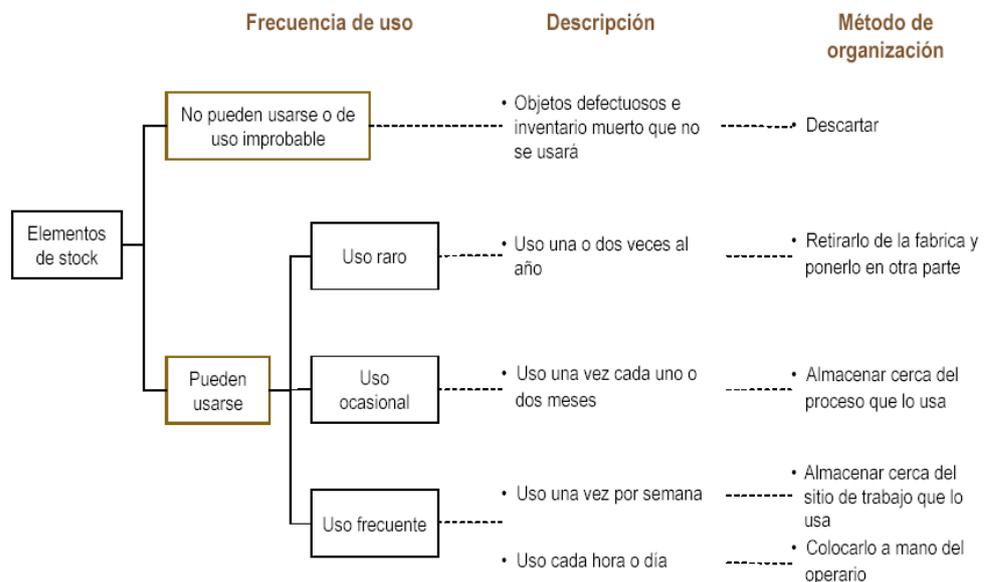


FIGURA 4.1 CRITERIOS DE DESCARTE

La última palabra acerca de la forma de organizar los elementos lo tienen los operadores y el jefe de planta, ellos dirán lo que se hará con los elementos innecesarios identificados en el proceso de organización del área de trabajo.

### **Implementación de las Tarjetas Rojas**

Como se vio en el capítulo 2, las tarjetas rojas son utilizadas para etiquetar todo objeto innecesario que obstruya el proceso de producción. Se realiza la implementación de las tarjetas rojas para una eficaz identificación de los elementos innecesarios presentes en las operaciones del proceso.

La tarjeta roja que se creó para este propósito es como la que se muestra en la figura 4.2. La tarjeta tiene un tamaño de carta comercial.

Para la clasificación de los elementos innecesarios que son identificados por ser de uso raro o de baja frecuencia, se los registrará por su categoría. Las categorías a utilizar son las siguientes:

- Equipo (1)
- Accesorios y herramientas (2)
- Materia (3)

- Piezas (4)
- Producto terminado (5)
- Material de oficina (6)

<b>TARJETA ROJA</b>	
<b>ÁREA:</b>	
<b>CATEGORÍA</b>	(1) EQUIPO (2) ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS (3) MATERIA (4) PIEZAS (5) PRODUCTO TERMINADO (6) MATERIAL DE OFICINA
<b>NOMBRE DEL ELEMENTO:</b>	<b>CANTIDAD:</b>
<b>RAZÓN</b>	(1) NO NECESARIO (2) DEFECTUOSO (3) NO NECESARIO PRONTO (4) MATERIAL DE DESECHO (5) USO NO CONOCIDO
<b>MÉTODO DE DESCARTE:</b>	
<b>FECHA ACTUAL:</b>	
<b>LLENADO POR:</b>	

FIGURA 4.2 TARJETA ROJA

Además de la categoría se detallará la cantidad del stock y la razón por el cual es identificado como innecesario. Las razones son las siguientes:

- No necesario (1)

- Defectuoso (2)
- No necesario pronto (3)
- Material de desecho (4)
- Uso no conocido (5)

En la tabla 10 se muestra los elementos (stocks) presentes en el proceso de elaboración de tubos de media que son identificados como innecesarios. En esa tabla también se incluye el método de organización o de descarte, para los elementos identificados. La mayoría de ellos como se puede ver se debe por la falta de orden ya que son elementos requeridos pero con baja frecuencia y que debe ponerse en otro lado.

En la tabla 11 se resumió los resultados de las tarjetas rojas que se colocó de acuerdo a los elementos innecesarios encontrados por área.

Se ve que el área que se colocó mayor cantidad de tarjetas rojas es en el molino por lo que se debe dar mayor énfasis en los métodos de organización que se darán en tal área.

TABLA 10

## ELEMENTOS INNECESARIOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TUBOS DE MEDIA

ÁREA	DESCRIPCIÓN DE ARTÍCULO	CATEGORÍA	CANTIDAD	RAZÓN	MÉTODO DE DESCARTE
<b>MOLINO</b>	Retazos de PVC	3	24	1	DESECHAR
	Pernos	4	6	3	PONER EN OTRO LADO
	Escoba	2	2	3	PONER EN OTRO LADO
	Sacos de producción	2	11	3	PONER EN OTRO LADO
	Paletas para recoger	2	1	3	PONER EN OTRO LADO
	Caja de las mascarillas	2	5	3	PONER EN OTRO LADO
	Orejeras dañadas	2	1	2	DESECHAR
<b>EXTRUSIÓN</b>	Baldes de materia prima	2	3	1	PONER EN OTRO LADO
	Fundas	3	8	1	DESECHAR
	Mesa de madera	6	1	5	RETIRAR DE LA PLANTA
	Caja de herramientas	2	1	3	PONER EN OTRO LADO
	Retazos de plástico	3	14	4	DESECHAR
	Guantes de más	2	2	3	PONER EN OTRO LADO
<b>BOMBA DE VACÍO</b>	Tarros con químico carbonatado	3	1	3	PONER EN OTRO LADO
	Balde Plástico	2	1	5	PONER EN OTRO LADO
<b>ENFRIAMIENTO</b>	Medidor de presión	2	1	5	RETIRAR DE LA PLANTA
	Retazos de plástico	3	4	4	DESECHAR
<b>PULLER</b>	Tarro con grasa	3	1	3	PONER EN OTRO LADO
	Cepillo	2	1	3	PONER EN OTRO LADO
	Brochas	2	2	3	PONER EN OTRO LADO
	Fundas con cauchos	2	1	3	PONER EN OTRO LADO
<b>CORTADO</b>	Caja con sierras	2	1	3	PONER EN OTRO LADO
	Retazos de plástico	3	41	4	DESECHAR
	Guantes de más	2	1	3	PONER EN OTRO LADO
	Fresadora	1	1	2	RETIRAR DE LA PLANTA
	Sillas	6	2	5	RETIRAR DE LA PLANTA
<b>TOTAL</b>			<b>137</b>		

TABLA 11.

## RESUMEN DE LAS TARJETAS ROJAS

ÁREA	NÚMERO DE TARJETAS ROJAS	CANTIDAD DE ELEMENTOS
<b>MOLINO</b>	7	50
<b>EXTRUSIÓN</b>	6	29
<b>BOMBA DE VACÍO</b>	2	2
<b>ENFRIAMIENTO</b>	2	5
<b>PULLER</b>	4	5
<b>CORTADO</b>	5	46
<b>TOTAL</b>	<b>26</b>	<b>137</b>

Una vez identificado los elementos innecesarios y de haberles colocado las tarjetas rojas, se procedió a efectuar los métodos de descarte que se determinó para cada objeto. Logrando esto la línea de producción estará equipada de los elementos y herramientas necesarias para sus funciones. Los elementos que quedan dentro de la clasificación como necesarios son los que se presentan en la tabla 12.

TABLA 12  
ELEMENTOS NECESARIOS

ÁREAS	ELEMENTOS	CANTIDAD
<b>MOLINO</b>	Molino	1
	Silla	1
	Cepillo	1
	Mascarilla	1
	Orejera	1
	Gafas	1
	Baldes	2
<b>EXTRUSIÓN</b>	Extrusora	1
	Silla	1
	Balde de materia prima	1
	Guantes (par)	1
	Cepillo	1
<b>BOMBA DE VACÍO</b>	Sistema de bomba de vacío	1
<b>ENFRIAMIENTO</b>	Sistema de refrigeración	1
<b>PULLER</b>	Puller	1
<b>CORTADO</b>	Silla	1
	Mesa	1
	Sierra	1
	Caja con fundas de almacenaje	1
	Lija	4

### **Seiton (Orden)**

Dentro del sistema 5s, se implemente el Orden para identificar el lugar adecuado para los artículos identificados en la primera s, como necesarios para el proceso. Para un buen orden de los elementos se requiere que todo esté visible y accesible, además de definir límites al inventario.

Una vez identificados los elementos necesarios y definido su frecuencia de uso, se definen sus localizaciones siendo los elementos de mayor frecuencia de uso, los que van a estar más cerca del operador. Así mismo los de menor frecuencia estarán alejados de la persona, o almacenado.

Para el proceso de implementación de Seiton se utilizarán las estrategias explicadas en el capítulo 2, como son la estrategia de los indicadores y la estrategia de pintura.

### **Estrategia de Indicadores**

La estrategia de los indicadores es un método para mostrar claramente qué elementos necesarios, se situarán en cuáles localizaciones y en qué cantidades, conforme se hace más ordenada la planta.

Se definió los lugares donde se iban a colocar los elementos según los criterios de frecuencia de uso y distancia que se presenta a continuación:

- Elemento con uso en todo momento se lo debe guardar junto a la persona.
- Elemento que se usa varias veces al día se lo guarda cerca de la persona.
- Elemento que se lo utiliza varias veces por semana o algunas veces al mes, se lo almacena en lugares cercanos al área de trabajo, por ejemplo en estantes o armarios, etc.
- Elementos con uso esporádico se lo almacena en bodegas.

Se armó estanterías y armarios como se presenta en la figura 4.3, para los elementos con uso ocasional, el cual se los colocó en una distancia adecuada que no obstruya el paso de los operadores dentro del área de trabajo. En el caso de las herramientas de uso ocasional, ya sea para mantenimiento, se los colocó en gavetas, en donde cada gaveta está organizada por la clase o familia de herramientas. Así mismo fuera de la gaveta se colocó un letrero que indique lo que contiene. El letrero lleva la clase de elementos, su cantidad, y la persona responsable del elemento.



FIGURA 4.3 ESTANTERÍA PARA LAS HERRAMIENTAS DE USO OCASIONAL

En el caso del armario que se armó para los accesorios y herramientas que se utilizan para mantenimiento y que son de baja frecuencia de uso, se puso a cada cajón un letrero como se indica en la figura 4.4.

Por ejemplo para la gaveta que está dividida en 2 y que contiene llaves y destornilladores (figura 4.5), tiene afuera del cajón el siguiente letrero como se indica en la figura 4.6. En este caso se

colocó la palabra “exclusivamente” para señalar que ningún operador puede tener acceso a la utilización de estos elementos.

HERRAMIENTAS PARA MANTENIMIENTO		
FAMILIA:	CANTIDAD:	RESPONSABLE:

FIGURA 4.4 FORMATO DE LETRERO PARA LAS HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO



FIGURA 4.5 EJEMPLO DE GAVETA

En el caso de los productos terminados que eran almacenados erróneamente junto al área de trabajo, se los colocó en el espacio que quedó una vez que se movió la máquina fresadora que no

funcionaba y que no formaba parte del proceso, además de obstaculizar el paso de los operadores.



FIGURA 4.6 EJEMPLO DE LETRERO

En el área asignada para colocar los productos terminados, se pegó en la pared un letrero que indique la forma de apilar los tubos de media que salen al final del proceso. En la figura 4.7 se presenta el letrero.

Para los elementos frecuentes como por ejemplo herramientas de uso diario se los colocó en un armario de vidrio en donde estén visibles los objetos. Se colocó un cartón prensado con huecos para colgar los materiales en el armario, además se dibujó el borde de cada elemento en el cartón para indicar el lugar asignado para guardar la herramienta tal como se muestra en la figura 4.8.



FIGURA 4.7 LETRERO DE ALMACENAJE DE TUBOS



FIGURA 4.8 ELEMENTOS FRECUENTES

## Estrategia de Pintura

Luego de concluir con la estrategia de los indicadores, se procede con la estrategia de pintura. La estrategia no es nada más que diferenciar las áreas de trabajo de los pasillos, y de otras áreas que se encuentren en la planta.

Se pintó en el suelo alrededor de las áreas de trabajo utilizando líneas continuas para indicar que no puede haber elemento alguno que obstruya dentro de esas limitaciones. Así mismo para indicar donde los operarios podrán movilizarse. En este caso se utilizó pintura de color amarillo ya que es un color llamativo. En la tabla 13 se describe los tipos de líneas, junto su color y anchura, que se utilizaron para ésta estrategia.

TABLA 13

### LÍNEAS DIVISORIAS UTILIZADAS PARA LA ESTRATEGIA DE PINTURA

TIPOS DE LÍNEAS	COLOR	ANCHURA	COMENTARIO
Líneas divisorias de áreas	Amarillo	10 cm.	Línea continua
Líneas de entradas y salidas	Amarillo	10 cm.	Línea discontinua
Líneas de áreas batidas por puertas	Amarillo	10 cm.	Línea discontinua
Líneas de dirección	Amarillo		Flecha
Marcas de lugares (para artículos defectuosos)	Rojo	5 cm.	Línea discontinua
Marcas de lugares (para producto terminado)	Blanco	5 cm.	Línea discontinua

Se marcó lugares para colocar temporalmente el producto terminado, donde antes se encontraba la prensadora que estaba dañado, y donde se colocó el letrero para indicar la forma de apilar los tubos de media. Igualmente se marcó un lugar donde temporalmente se colocará el producto defectuoso que será reprocesado.

Así mismo se pintó el lugar donde entra y se parquea el camión tanto el que recoge el producto terminado así como el que deja materia prima, lugares los cuales no deben ser ocupados. En la vista realizada en el plano 1 se puede observar el color de las líneas de pintura de la planta.

### **Seiso (Limpieza)**

El tercer pilar del sistema 5s consiste en limpiar y eliminar toda fuente de suciedad dentro de la planta, que además de generar riesgos a la salud de los operadores, puede también provocar deterioro a las máquinas y herramientas de trabajo que se encuentran en la fábrica.

Una buena limpieza requiere de la colaboración de todos los empleados en una planta, y se busca que la limpieza sea rutinaria y no esperar que se llame la atención para hacerlo. El tercer pilar de

las 5s también define a la limpieza como una limpieza de inspección ya que se busca que los trabajadores sean capaces de ver anomalías en las máquinas en las cuales están trabajando, y por último darle las capacidades necesarias a los operadores para tengan iniciativa en la reparación inmediata en caso de alguna avería encontrada en el momento de la inspección.

En la planta se determinan metas para el proceso de la limpieza, en donde se propuso la cooperación de los trabajadores involucrados en el proceso de producción, además del jefe de planta, en convertir en un hábito disciplinado el proceso de limpieza con el fin de minimizar las fuentes de desperdicio y prolongar la vida de los elementos utilizados en la planta.

### **Asignación de Tareas de Limpieza**

Para realizar la tarea de limpieza era necesario dividir el área de trabajo que se está estudiando y asignar a cada área dividida un responsable para el proceso de limpieza. En tal asignación se involucró a los 3 trabajadores que laboran en el proceso y al jefe de planta como supervisor en el cumplimiento de los deberes. En la tabla 14 se presentan las áreas asignadas con sus respectivos responsables.

TABLA 14  
ÁREAS ASIGNADAS.

ÁREA	ÁREAS DE TRABAJO	RESPONSABLE
<b>A</b>	Bodega Molino	OPERADOR 1
<b>B</b>	Extrusión Bomba de vacío Enfriamiento	OPERADOR 2
<b>C</b>	Puller Cortado Almacén temporal (PT)	OPERADOR 3

Una vez asignada las áreas con sus respectivos responsables se les ordenó realizar las tareas de limpieza a toda el área usando las herramientas básicas como son la escoba, trapos, etc. Se les inculcó hacer hábito de este proceso ya que todos los días al finalizar la jornada laboral ellos tendrán la obligación de mantener limpio sus áreas de trabajo. Se les sugirió a los operadores los siguientes consejos:

- Limpiar polvos y suciedad de paredes, ventanas y puertas.
- Ser meticulosos eliminando suciedad, desechos, aceite, limaduras, polvo, óxido, y otras materias extrañas de todas las superficies. Y que intenten restaurar el estado original de la superficie.

- Usar agentes de limpieza y pulido cuando fregar o barrer no es suficiente para eliminar suciedad y manchas.

El jefe de planta deberá verificar semanalmente el cumplimiento de estas tareas de limpieza por medio de un checklist que se muestra en el apéndice 8, que evaluará las tareas de limpieza. Con los resultados que salgan de este control, el jefe de planta deberá tomar medidas correctivas en caso de requerirlo.

### **Limpieza con Mantenimiento**

Para terminar con la implementación del tercer pilar se requirió hacer conciencia con el jefe de planta acerca de la necesidad de instruir a los operadores encargados de las áreas, para que tengan la capacidad de realizar mantenimiento preventivo, especialmente en las máquinas. Para esta necesidad se solicitaron la presencia del técnico de mantenimiento y del jefe de planta junto los operadores para realizar talleres en donde se ponga en práctica el proceso de mantenimiento de las máquinas.

Se realizó un listado de las principales causas de fallas en las cuales se requirió la asistencia de un experto ya sea del jefe de planta o del técnico de mantenimiento para resolver algún caso de avería que la mayoría de las veces se debió por la falta de chequeo antes de

comenzar a operar las máquinas. En base a esa lista se realizó un checklist de las tareas de limpieza con mantenimiento que deben realizar los operadores encargados de las 3 áreas establecidas con el fin de verificar el buen estado y funcionamiento de las máquinas que producen los tubos de media.

En la tabla 15, 16 Y 17 se muestran los formatos que se utilizan en la las 3 áreas que se asignaron para realizar la limpieza con mantenimiento.

**TABLA 15**  
**ASIGNACIÓN DE ACTIVIDADES DEL ÁREA A**

<b>ÁREA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>
<b>A</b>	<b>MOLINO</b>	
	Limpiar alrededor del molino	Diario
	Verificar el buen estado de los rulimanes del motor del molino	Diario
	Lubricar los rulimanes del motor	Semanal
	Verificar el buen estado de las cuchillas del molino	Diario
	Realizar relleno de cuchillas del molino	Una vez que lo necesite
	Cambiar cauchos en cribas del molino	Una vez que lo necesite
	Limpiar partículas de PVC sobrante	Diario
	Limpiar bodega de MP y PT	Diario

A cada área se determinó las actividades de limpieza con mantenimiento que se realizarán según la frecuencia asignada. Tales tareas las efectuarán los responsables de área previamente asignados.

Habrá tareas de mantenimiento que se lo harán una vez que se lo necesite ya que por lo general son piezas que se esperan que se desgasten para poder reemplazarla.

**TABLA 16**  
**ASIGNACIÓN DE ACTIVIDADES DEL ÁREA B**

ÁREA	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
<b>B</b>	<b>EXTRUSORA</b>	
	Verificar el buen estado de la extrusora	Diario
	Limpiar bordes de las resistencias de la extrusora	Diario
	Limpiar filo y apretar bien las termocuplas de la extrusora	Diario
	Verificar fusibles de la extrusora	Diario
	Lubricar motor de la extrusora	Semanal
	Lubricar rulimanes de la extrusora	Semanal
	Limpiar las tolvas de la extrusora	Diario
	Limpiar alrededor de la extrusora	Diario
	<b>BOMBA DE VACÍO</b>	
	Verificar buen estado de la bomba de vacío	Diario
	Verificar si no existen partículas tapando el sistema de vacío	Diario
	Limpiar �xidos	Diario
	Colocar químico carbonatado (Precipitador)	Una vez que lo necesite
	Verificar el sistema eléctrico	Diario
	<b>ENFRIAMIENTO</b>	
	Verificar buen estado de torre de enfriamiento	Diario
	Limpiar las cubas	Diario
Verificar buen estado de bomba eléctrica	Diario	
Limpiar el cheque de la bomba	Diario	
Limpiar alrededor de la torre de enfriamiento	Diario	

**TABLA 17**  
**ASIGNACIÓN DE ACTIVIDADES DEL ÁREA C**

ÁREA	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
<b>C</b>	<b>PULLER</b>	
	Verificar buen estado del puller	Diario
	Verificar el sistema eléctrico	Diario
	Lubricar piñones	Semanal
	Lubricar rulimanes	Semanal
	Cambiar almohadillas de plástico	Una vez que lo necesite
	Limpiar alrededor del puller	Diario
	<b>CORTADO</b>	
	Verificar buen estado de las sierras	Diario
	Cambiar sierra	Una vez que lo necesite
	Limpiar alrededor de el área de cortado	Diario
	Limpiar alrededor del almacén temporal	Diario

### **Seiketsu (Limpieza Estandarizada)**

El cuarto pilar de las 5s implica crear las reglas necesarias para mantener y controlar las primeras 3s. Es un estado y no una actividad ya que enseña a diseñar las formas de evitar que la desorganización vuelva y el polvo y la suciedad se acumulen.

Seiketsu indica que se debe convertir en hábito las 3 primeras s. Para tal requerimiento se pide la asignación de responsabilidades que se los determinó en la tercera s y que se presentan en las tablas 15, 16 y 17. Para el éxito de las 3s es importante mantener las áreas y responsables asignados de tal manera que exista un compromiso de todos los trabajadores involucrados en el proceso de elaboración de tubos de media.

Hay que recordar que el mantenimiento de las 3s debe ser parte del flujo normal de trabajo, ya que un hábito aprendido hoy, en el futuro se vuelve automático.

### **Evaluación de las 3s**

Una vez asignado responsabilidades e inculcado a los trabajadores que las 3s deben ser una rutina laboral, se debió evaluar la eficacia del mantenimiento de las 3s.

El jefe de planta en este caso como un supervisor de la implementación de las 5s fue asignado como la persona encargada de evaluar el desarrollo de las 3s. Para tal motivo se utiliza el formato que se presenta en el apéndice 9 que exponen los principales requerimientos y acciones al momento de aplicar las tres primeras s.

El evaluador gradúa los niveles de Organización, Orden y Limpieza dentro de una escala de 1 a 5. Tal evaluación se lo hará para cada área asignada, y deberá ser realizada cada semana como se acordó con el jefe de planta para verificar continuamente el estado de las 3s en el proceso.

Cuando se implementó las tres primeras s, el jefe de planta realizó la primera evaluación del mantenimiento de las 3s a cada área. En la tabla 18 se muestra el resultado que salió de la lista de chequeo de la primera s (Organización) una vez que se evaluó al área A.

Como se puede observar en el área A se lo calificó con un 4 en la primera fila donde habla sobre si los elementos necesarios e innecesarios están mezclados en el lugar de trabajo ya que en esa área se pudo observar que si estaba muy bien clasificada los elementos, más no completamente por tal motivo se le dio ese valor. Lo óptimo era darle una calificación de 5.

TABLA 18

## LISTA DE CHEQUEO PARA ORGANIZACIÓN EN EL ÁREA A.

CHECKLIST DE 5 PUNTOS PARA ORGANIZACIÓN					
DESCRIPCIÓN	PUNTOS				
	1	2	3	4	5
Los elementos necesarios e innecesarios están mezclados en el lugar de trabajo.				X	
Es posible (pero no fácil) distinguir los elementos necesarios/innecesarios.		X			
Cualquiera puede distinguir entre elementos necesarios e innecesarios.			X		
Todos los elementos innecesarios están almacenados fuera del lugar de trabajo.				X	
Se han desechado completamente los elementos innecesarios			X		
<b>TOTAL DE PUNTOS</b>		2	6	8	

Luego de realizar la calificación se procede sumando los puntos. Cada "x" tiene el valor de la columna de puntos donde se encuentra. Una vez obtenido el total de puntos, se procede a sacar un valor promedio para tal checklist. Se suman el total de puntos y se lo divide para 5. En este caso la suma es  $(2+6+8=16)$ , luego  $16/5 = 3,2$ . Se promedia al inmediato superior o inferior, en este caso el valor promedio para la primera s del área A es igual a 3.

Del mismo modo se realiza el mismo proceso de evaluación con el checklist de las demás s y a todas las áreas asignadas del proceso. En la tabla 19 se presenta el resultado de los valores promedios de las 3s de las 3 áreas.

TABLA 19  
RESULTADO DE EVALUACIÓN DE LAS 3S

ÁREAS ASIGNADAS	ORGANIZACIÓN					ORDEN					LIMPIEZA					TOTAL
ÁREA A	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	8
ÁREA B	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	9
ÁREA C	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6
Promedio Total	2,7					3					2					23

En los resultados de la primera evaluación de las 3s se puede observar que en el área A se obtuvo un valor de 8 puntos siendo 15 el valor más alto que se puede llegar. En el área B salió un valor de 9 y en el C un valor de 6 siendo el más bajo de las 3 áreas. Se le sumó los 3 valores y dio 23 como resultado final de la evaluación, el valor óptimo que se debe de llegar es el de 45.

También a cada s se le sacó un promedio de las 3 áreas siendo 2.7, 3 y 2 los promedios de Organización, Orden y Limpieza respectivamente.

Con estos resultados se puede sacar la conclusión de que en el caso del área 3 es el que presenta más dificultad para adaptarse al sistema ya que fue el que presento el valor más bajo de las 3 áreas en la evaluación, y también se puede observar que el tercer pilar de las 5s fue el que más dificultades se tiene para aplicarla, por lo que

se debe tener mayor énfasis en el cumplimiento de la limpieza. Lo más probable es que se haya tenido dificultades en la tarea de inspección con mantenimiento ya que los operadores recién están en proceso de aprendizaje en el mantenimiento de las máquinas.

El fin de ésta evaluación es mantener las 3s y conseguir mejorar continuamente en la aplicación del sistema 5s.

Una manera de mantener los pilares implementados es la aplicación del mapa 5s. El mapa 5s permitirá que los trabajadores involucrados en el proceso participen dando sugerencias de mejora para la línea de producción. Se colocará una vista de la planta en donde se muestren las áreas de la fábrica tal como se ve en la figura 4.9, con el fin de que los trabajadores escriban sugerencias de mejora en las etiquetas de mejora que elaboraron para el mapa 5s y las peguen en el área donde creen que se deba realizar la mejora.

La etiqueta de mejora como se observa en la figura 4.10, que se elaboró para el mapa 5s llevará la sugerencia que se haga, la persona que la sugirió y la fecha que se realizó tal propuesta.

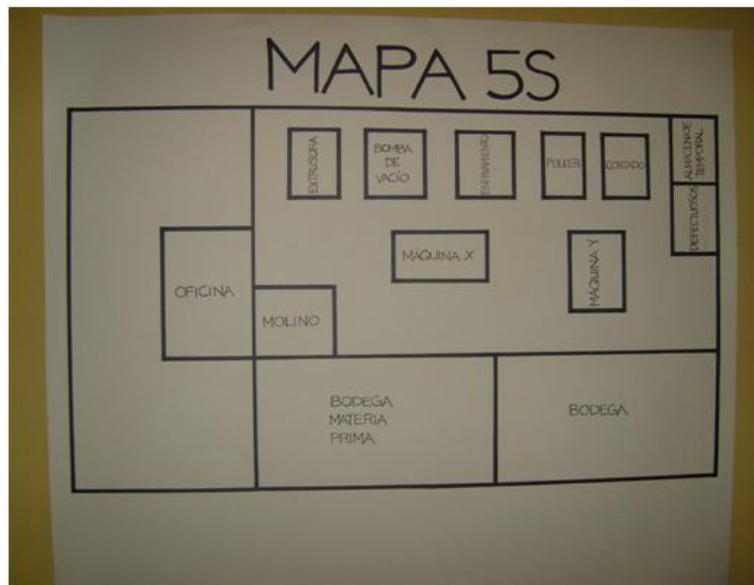


FIGURA 4.9 MAPA 5S DE LA PLANTA

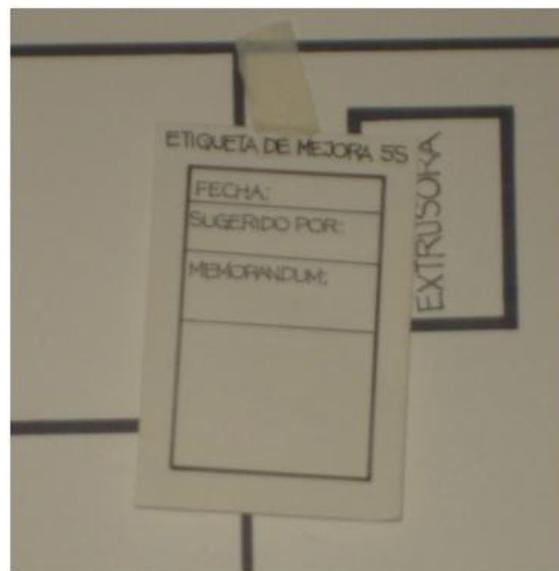


FIGURA 4.10 ETIQUETA DE MEJORA 5S

### **Shitsuke (Disciplina)**

El último y quinto pilar del sistema 5s se lo define como “hacer un hábito de los procedimientos correctos de mantenimiento”. La disciplina está relacionada directamente con el cambio cultural de las personas, es por eso que sólo la conducta demuestra su presencia, sin embargo se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

Es por eso que se presentó programas que motivaran al personal y que los estimule a seguir practicando la aplicación del sistema 5s, y que se involucren de tal manera que ellos formen parte de las decisiones que mejoren continuamente el proceso.

Junto al jefe de planta se concluyó realizar eventos o temas de promoción de la empresa los cuales fortalezcan la implementación de las 5s. En la tabla 20 se presentan los programas de promoción global en la empresa.

Estos eventos se los realizará en el transcurso del año. En el caso de la patrulla 5s se evaluará el desarrollo total del sistema, y se lo hará para cada área. En este caso la patrulla será conformada por el jefe de planta, la asistente de planta y la asistente administrativa de la empresa. Ellos tendrán el deber de evaluar por área la

implementación total del sistema. Como se acordó con el jefe de planta, esta actividad se la realizará una vez por semana todo esto con el fin de ayudar a detener algún retroceso en las condiciones 5s.

**TABLA 20**  
**PROMOCIÓN GLOBAL EN LA EMPRESA**

TEMA DE PROMOCIÓN	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	EFFECTOS
<b>Mesas 5S</b>	Un mes que promociona las 5S. (Cada mes debe incluir evaluaciones 5S en cada lugar de trabajo)	2 a 4 veces al año	Estas acciones amplían y profundizan la implantación de las 5S
<b>Seminarios 5S</b>	Traer expertos externos para dirigir seminarios 5S	Una vez al año	Esto aporta opiniones frescas y materiales de estudio de fuentes externas
<b>Patrullas 5S</b>	Se establecen patrullas 5S para realizar recorridos periódicos de inspección	Una vez a la semana	Esto ayuda a detener retrocesos en las condiciones 5S
<b>Competiciones 5S</b>	Las competencias 5S tienen lugar dentro de los lugares de trabajo	Dos veces al año	Se utiliza el espíritu de competencia para apoyar la implantación de las 5S
<b>Exposiciones de fotos 5S</b>	Se fotografían las condiciones 5S para exponerlas	2 a 4 veces al año	Las exhibiciones de fotografías 5S reciben la visita de personal interesado de otras áreas

Se analizarán los resultados y se tomará decisiones que ayuden a mejorar el proceso. Se presentará tales decisiones a los involucrados en las áreas y ellos también sugerirán opciones de mejora, ya con esto se trata de fortalecer la participación de los empleados y de todas las actividades 5s implementadas.

En el apéndice 10 se presenta el formato que utilizará la patrulla 5s en la evaluación total del sistema. Las calificaciones que se les da

son de valores de 10, 7, 4 y 1, con el fin de tener resultados más seguros y tomar decisiones inmediatas de mejora.

El objetivo principal de la implementación del sistema 5s es de promover la eficiencia en el trabajo y la disponibilidad de áreas exclusivamente para el almacenamiento correcto de herramientas y producto terminado.

En la tabla 21 se presenta un esquema de la implementación del sistema 5s donde se detalla la forma de actuar con cada pilar establecido en el orden que define el sistema.

**TABLA 21**  
**ESQUEMA DE IMPLANTACIÓN DE SISTEMA 5S**

<b>ELEMENTOS</b>	<b>METAS</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
<b>ORGANIZACIÓN Y ORDEN</b>	No permitir que permanezcan elementos en el área de trabajo que no se usen regularmente.	Aplicar Orden y disposición apropiados a los siguientes elementos: Piezas de máquinas
	Asignar puntos de almacenaje específicos para cantidades específicas de elementos específicos de modo que cualquiera pueda comprender la situación ojeada.	Lubricantes Herramientas y suministros Equipo de limpieza Materiales
<b>LIMPIEZA</b>	Eliminar del área de trabajo toda la suciedad, desechos y polvo.	Eventos de promoción de limpieza de máquinas <u>a lo largo del mes.</u>
		Eventos de promoción de limpieza e higiene del <u>área de trabajo a lo largo del mes.</u>
		Charlas para animar la limpieza en mañanas de lunes.
<b>LIMPIEZA ESTANDARIZADA</b>	La meta de la limpieza estandarizada es mantener las condiciones 3S (Organización, Orden y Limpieza)	Impedir el deterioro de la Limpieza Estandarizada a través de patrullas rutinarias.
	Perfilar modos para evitar el deterioro de la Limpieza.	Mantener reuniones semanales para diseñar mejoras de la Limpieza Estandarizada.
<b>DISCIPLINA</b>	Estimular que las personas actúen por sí mismas para mantener la Limpieza.	Establecer lugares de trabajo bien preparados (aplicar organización y orden a oficinas)
	Estimular lugares de trabajo en los que cada uno lleva vestimentas limpia y es cortés.	Promoción de eventos 5s
	Trabajar por una empresa en la que todos comprendan correctamente la filosofía 5s.	Patrullas de inspecciones de rutina

## **4.2. Cronograma de Implementación**

Para la implementación de la técnica lean que ayude a mejorar el proceso de producción se estableció previamente un cronograma de actividades que se efectuarán. En este caso fue la implementación del sistema 5s. Como se puede ver en el apéndice 11 prácticamente el sistema se lo implementó en 2 meses en el mes de Junio y Julio, esto se debió a que no se podía distraer de la actividad diaria a los operarios, por decisión del jefe de planta.

El cronograma completo de la implementación de la técnica lean se presenta en el apéndice 11.

## **4.3. Mapeo de la Cadena de Valores Mejorada**

En el mapeo de la cadena de valores actual se puede observar que la actividad que tiene mayor tiempo de ciclo es del área de molino. Esto se debe a que el molino necesita de una hora para moler una cantidad de 20000 gramos de polipropileno. Se conversó con el jefe de planta acerca de este problema y se vio que la máquina ya no tiene la misma velocidad de giro el cual era de 500 rev/min según los datos de fábrica, por motivos de deterioro.

Se pensó en una idea que no requiera adquirir otra máquina y se planteó la hipótesis de reemplazar las cuchillas por unas más

gruesas con el fin de requerir menos tiempo para moler el polipropileno al tamaño ideal que se requiere para poder entrar al proceso de extrusión. El planteamiento ya se dio antes en una fábrica en donde trabajaba antes el jefe de planta, también de plástico.

Además de las cuchillas también se pidió a la empresa recicladora que se provee a la fábrica de plástico reciclado de menor tamaño, ya que era un inconveniente el hecho de estar cortando con una sierra ciertos pedazos para que puedan entrar al molino. Lo cual redujo en casi la mitad el tiempo de ciclo del molino. Ahora presente un tiempo de 0,25 min/tubo.

En el caso de la operación de cortado también se encontró que el cortado duraba aproximadamente 12 segundos por tubo (0,2min/tubo) lo cual se debía a que el operador unas sierras también deteriorada. Se reemplazó la sierra y se tomó un tiempo aproximado de 0,14 min/tubo.

Todo esto contribuyó a que el tiempo de transformación sea de 0,59 min, lo cual se redujo en un 41% del valor pasado. En el apéndice 12 se presenta el mapeo de la cadena de valores futuro.

# CAPÍTULO 5

## 5. RESULTADOS ESPERADOS

### 5.1 Medición y Evaluación de las Mejoras

Una vez que el proceso de producción ha sido mejorado, es necesario realizar nuevas mediciones con el fin de observar si las expectativas se cumplieron.

Las expectativas que se planteó en la empresa en cuanto al aumento de la productividad eran de mejorar en un 40%, lo cual se cumplió satisfactoriamente gracias a los cambios que se propuso como solución de mejoras a problemas encontrados en la planta.

TABLA 22

MEDICIÓN DE LAS MEJORAS

MEDIDAS	ACTUAL	EXPECTATIVA	MEDIDAS ALCANZADAS
Cantidad de producto terminado	600 tubos/día	Incrementar 40%	840 tubos/día
Tiempo de Ciclo	1min/tubo	Reducir 40%	0,59 min/tubo

En la tabla 22 se muestra los indicadores que se midieron en el capítulo 3 junto a las expectativas que se planteó junto al jefe de planta, y las medidas alcanzadas luego de las mejoras. En el apéndice 12 se presenta el VSM final que incluye los tiempos de ciclo que disminuyeron luego de los cambios de mejora que se implementaron para la línea de producción de tubos de media.

Es importante que se comunique de este logro a los trabajadores de la planta ya que ellos fueron parte de la solución de mejora y es necesario que se reciba una retroalimentación de los trabajadores y expresar sentimientos y emociones sobre los logros obtenidos.

### **Resultados 5s**

Luego de haber implementado el sistema 5s en la planta y durante casi 3 meses de continuar con el sistema aplicado se puede presentar los niveles alcanzados en la empresa luego de una nueva evaluación de los 3 primeros pilares. En el caso del área A se presenta los resultados mostrados en la tabla 23

En el área A se puede ver que en tema de clasificación y orden han mejorado rotundamente, el trabajador de esa área ha podido ser continuo en la aplicación del sistema 5s.

TABLA 23  
EVALUACIÓN DE LOS 3 PILARES AL ÁREA A

<b>CHECKLIST DE 5 PUNTOS PARA ORGANIZACIÓN</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Los elementos necesarios e innecesarios están mezclados en el lugar de trabajo.					X
Es posible (pero no fácil) distinguir los elementos necesarios/innecesarios.				X	
Cualquiera puede distinguir entre elementos necesarios e innecesarios.				X	
Todos los elementos innecesarios están almacenados fuera del lugar de trabajo.				X	
Se han desechado completamente los elementos innecesarios				X	
<b>TOTAL DE PUNTOS</b>				<b>16</b>	<b>5</b>
<b>CHECKLIST DE 5 PUNTOS PARA ORDEN</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Es imposible decidir cuál es el lugar en el que va cada cosa y en qué cantidades.				X	
Es posible (pero no fácil) decir donde va cada cosa y en qué cantidad.				X	
Indicadores de localización general señalan donde situar las cosas.					X
Indicadores de localización, de elementos, y líneas divisorias permiten a cada uno ver de una ojeada dónde va cada cosa.					X
Un sistema FIFO e indicadores específicos muestran la situación de cada cosa y en qué cantidades.				X	
<b>TOTAL DE PUNTOS</b>				<b>12</b>	<b>10</b>
<b>CHECKLIST DE 5 PUNTOS PARA LIMPIEZA</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
El lugar de trabajo está sucio.			X		
El lugar de trabajo se limpia de vez en cuando.				X	
El lugar de trabajo se limpia diariamente.				X	
La limpieza se ha combinado con inspección.			X		
Se han implantado técnica de prevención de la suciedad.			X		
<b>TOTAL DE PUNTOS</b>			<b>9</b>	<b>8</b>	

Tales cuestiones como identificar los elementos innecesarios de los necesarios y separarlos fuera del lugar del trabajo, ha sido una

prioridad para tal trabajador ya que él tiene que lidiar con mucha materia prima que se lo utiliza para el proceso, por tal motivo era necesario de no mezclar los elementos que se encuentran en su área. Colocar indicadores especialmente de las herramientas que utiliza con normalidad también ha sido un impacto positivo para esa área ya que antes el operador demoraba en encontrar el instrumento necesario utilizado para realizar algún tipo de mantenimiento.

En el caso de la limpieza no se ha conseguido el mismo progreso ya que tal área es susceptible a la suciedad por lo que se maneja mucha materia prima. A pesar que se realice una limpieza diaria, el lugar sigue llenándose de desperdicios generado por el molino.

Otro punto que no se consiguió el resultado esperado es el de la limpieza con mantenimiento. En esta área no se realiza tal limpieza con la frecuencia como se propuso en el capítulo 4, para prevenir algún tipo de avería en las máquinas o herramientas. Podría ser que la falta de motivación al personal por parte del jefe de planta sea la causa por la cual no se esté dando esta limpieza con mantenimiento. Todos estos puntos débiles serán tratados en las próximas reuniones de equipo junto al jefe de planta.

El ejemplo del área A del nuevo nivel alcanzado en el sistema no solamente se refleja para esta sección sino también para las otras

áreas que son parte del proceso que se está mejorando. La nueva evaluación que se realizó es calculada mediante los mismos procedimientos que se explicaron en el capítulo 4 y que dan como resultado el nuevo nivel alcanzado de la línea de producción, que se presenta en la tabla 24.

**TABLA 24**  
**RESULTADO LA EVALUACIÓN DE LAS 3S**

ÁREAS ASIGNADAS	ORGANIZACIÓN					ORDEN					LIMPIEZA					TOTAL	RESULTADO PRIMERA EVALUACIÓN
ÁREA A	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	11	8
ÁREA B	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	13	9
ÁREA C	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	10	6
<b>Promedio Total</b>	<b>4</b>					<b>4</b>					<b>3</b>					<b>34</b>	<b>23</b>

En la tabla 22 se muestra el alcance que se logró luego de 3 meses de haber implementado el sistema 5s en las diferentes áreas que se asignaron para la mejora.

El puntaje alcanzado es de 34 siendo un valor no tan lejano del óptimo que es 45. Se puede ver en la tabla que en la primera evaluación que se realizó una vez que se implementó las 3s se obtuvo un valor de 23 y luego de 3 meses este valor subió 11 puntos llegando a 34, todo esto gracias a que se logró trabajar en equipo y tener el suficiente involucramiento del personal de planta.

## 5.2 Análisis Costo Beneficio

La inversión que se realizó para implementar la metodología estudiada en la presente tesis se detalla en la tabla 25.

TABLA 25  
INVERSIÓN REALIZADA

<b>INVERSIÓN</b>	
Inversión Horas-Hombre	229,35
Papelería para capacitación	14,5
Cartuchos de impresión	45
Material para tarjetas rojas	5,4
Material para estrategia de indicadores	5,8
Material para estrategia de pinturas	32,5
Equipo para limpieza	21
Juego de cuchillas del molino	120
Juego de sierras para la operación de cortado	45
<b>Total de la Inversión</b>	<b>\$ 518,55</b>

Para sacar la inversión horas-hombre se tomó el tiempo que se requirió del personal de planta que estaba involucrado en el proceso a mejorar. Tanto para la capacitación como en la implementación de las 5s se requirió casi una hora al día de los trabajadores de la línea de producción. En la tabla 26 se detalla las horas requeridas por el personal junto a los costos monetarios que representó tales horas.

TABLA 26  
INVERSIÓN HORAS - HOMBRE

<b>Capacitación 5s</b>			
	horas	costo por hora	costo final
Operadores	14,5	1,45	<b>21,03</b>
Asistente de prod.	4,5	4,22	<b>18,99</b>
<b>Clasificación</b>			
	horas	costo por hora	costo final
Operadores	24	1,45	<b>34,8</b>
Asistente de prod.	8	4,22	<b>33,76</b>
<b>Orden</b>			
	horas	costo por hora	costo final
Operadores	21	1,45	<b>30,45</b>
Asistente de prod.	7	4,22	<b>29,54</b>
<b>Limpieza</b>			
	horas	costo por hora	costo final
Operadores	23	1,45	<b>33,35</b>
Asistente de prod.	6,5	4,22	<b>27,43</b>
<b>INVERSIÓN HORAS-HOMBRE</b>			<b>\$ 229,35</b>

Tal inversión es justificada por los beneficios que va recibir la empresa luego de realizar las mejoras en la línea de producción de tubos de media. En el apéndice 13 se muestra la tabla de estados de resultados que se tendría si no se hubiese implementado las mejoras. La tabla muestra los valores de utilidad neta por mes a partir del mes de septiembre del 2009 hasta el mes de Junio del 2010. Por lo contrario igualmente en el apéndice 13 se muestra el estado de resultados ya con las mejoras implementadas. Se puede

observar las diferencias de utilidad neta de las 2 tablas. Con la implementación de la metodología de mejora, solo en el primer mes existe un beneficio de \$337,5. A partir del siguiente mes ya se justifica la inversión de \$518,55 que se realizó, ya que el beneficio hasta el segundo mes llega a la cifra de \$675. En la tabla 27 se presenta un cuadro de resumen de los estados de resultados (Septiembre 2009 – Junio 2010) presentados en el apéndice 13, en donde se muestran las utilidades netas sin las mejoras implementadas y las utilidades netas con las mejoras implementadas, además del beneficio por mes que es la diferencia de las utilidades.

TABLA 27

## RESUMEN DE LOS ESTADOS DE RESULTADOS

	UTILIDAD NETA SIN MEJORAS	UTILIDAD NETA CON MEJORAS	BENEFICIO
<b>Septiembre 2009</b>	\$ 2.891,30	\$ 3.228,80	\$ 337,50
<b>Octubre 2009</b>	\$ 2.874,30	\$ 3.211,80	\$ 337,50
<b>Noviembre 2009</b>	\$ 2.856,66	\$ 3.194,16	\$ 337,50
<b>Diciembre 2009</b>	\$ 2.838,35	\$ 3.175,85	\$ 337,50
<b>Enero 2010</b>	\$ 2.819,36	\$ 3.156,86	\$ 337,50
<b>Febrero 2010</b>	\$ 3.419,64	\$ 3.937,14	\$ 517,50
<b>Marzo 2010</b>	\$ 3.399,17	\$ 3.916,67	\$ 517,50
<b>Abril 2010</b>	\$ 3.377,93	\$ 3.895,43	\$ 517,50
<b>Mayo 2010</b>	\$ 3.355,87	\$ 3.873,37	\$ 517,50
<b>Junio 2010</b>	\$ 3.332,98	\$ 3.850,48	\$ 517,50
<b>TOTAL</b>	\$ 31.165,56	\$ 35.440,56	\$ 4.275,00

A pesar de aumentar la productividad de la línea de producción de tubos de media, ésta seguirá produciendo la misma cantidad al mes, con la diferencia de que se fabricarán los tubos sin necesidad de utilizar horas extras.

La diferencia de los valores de utilidad neta se debe a la disminución de los gastos operativos, ya que las horas extras que se realizaban en la planta ya no serán necesarias debido a que el tiempo de transformación de un tubo disminuyó en un 40%, permitiendo que la empresa cumpla con el pedido del cliente sin la necesidad de recurrir a las jornadas suplementarias, que se habían convertido en un gasto innecesario para la planta.

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

- Una vez implementado las metodologías de producción esbelta al proceso en estudio, se concluye con la mejora en la productividad de la línea de producción de tubos plásticos por medio de técnicas de eliminación de desperdicios.
- Se definió los problemas que acarreaban en el proceso de producción de tubos de media, seleccionando y priorizando los que presentaban mayor impacto negativo en las operaciones, con el fin de eliminarlos o minimizarlos.
- Se identificó los tipos de desperdicios que presentaba la línea de producción mediante una entrevista a los trabajadores involucrados en el proceso, priorizando aquellos que representaban mayor problema.

- Se eliminó los desperdicios encontrados en el proceso mediante las técnicas sugeridas en la presente tesis como son el desarrollo del mapeo de la cadena de valores y las técnicas lean propuestas, siguiendo el cronograma establecido.
- Se realizó las mediciones y evaluaciones de los resultados obtenidos una vez implementada la metodología de mejora, en donde se observó el aumento de la productividad de la línea de producción en un 40% con respecto con el valor pasado.
- Se realizó el análisis costo-beneficio del proyecto realizado mediante un análisis financiero que demuestra los beneficios que la empresa recibe a partir del tercer mes de la implementación de la metodología desarrollada en la presente tesis, cubriendo la inversión realizada en los 2 primeros meses.

## **6.2 Recomendaciones**

- Se recomienda promover motivación permanente con el fin de que no decaiga el ánimo ni el entusiasmo de los trabajadores de la planta, proveyendo charlas y oportunidades para la interacción social entre los empleados.
- El jefe de planta deberá de dar todo el soporte necesario para que el programa 5S se vuelva una cultura en todo el personal de

la empresa. Además deberá de participar de todas las actividades que se propusieron a realizarse, en especial en aquellas donde se vayan a evidenciar los resultados de los pilares 5S.

- Se recomienda realizar un análisis de la distribución de la planta, con el fin de obtener mejores resultados en cuanto a la movilidad de los objetos, la dificultad que existe al despachar el producto terminado al camión que transporta los tubos al cliente, se debe a que no se realizó el respectivo diseño de planta previo a la instalación de la fábrica.
- Finalmente se recomienda que se continúe con el proceso de eliminación de los desperdicios encontrados. A pesar de que los desperdicios son de bajo impacto para la planta, es importante que se planteen metas ambiciosas con el fin de crear una cultura de mejora continua en la planta.

# APÉNDICES

## **APÉNDICE 1**

### **Entrevista al Jefe de Producción**

**Fecha:**

**Nombre del entrevistado:**

**Cargo en la empresa:**

**Lugar de la entrevista:**

**Hora de entrevista:**

- 1. ¿Cómo es el proceso de producción?**
- 2. ¿Quién toma la decisión en el proceso de producción?**
- 3. ¿Existe flujo de información en el ambiente de trabajo?**
- 4. ¿Están siendo correctamente utilizados los trabajadores de planta?**
- 5. ¿Tiene algún problema con la obtención o el uso de las herramientas de trabajo?**
- 6. ¿Cómo fluye el trabajo a través de los departamentos de producción?**
- 7. ¿Qué tan bien balanceada esta la línea de producción?**

**8. ¿Existen partes esperando a ser procesadas en la línea de producción?**

**9. ¿Existen productos defectuosos?**

**10. ¿Cree que el tiempo de puesta a punto de las maquinas es un problema?**

**11. ¿La parada de maquinas es un problema?**

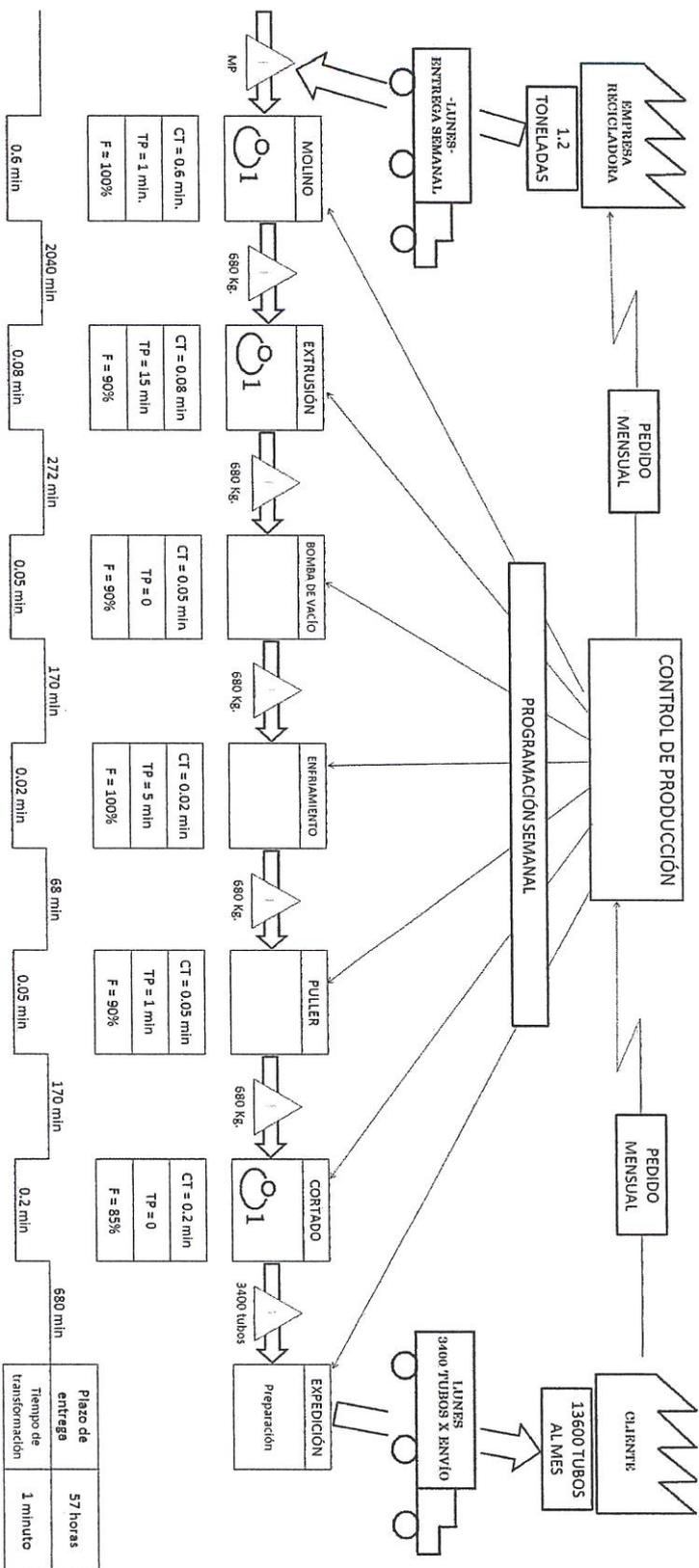
**12. ¿Todo el personal usa las mismas políticas de producción?**

**13. ¿Tienen suficiente espacio para el inventario de partes y materia prima?**

**14. ¿Usa el proceso los correctos equipos, herramientas y maquinarias?**

## APÉNDICE 2

### MAPEO DE LA CADENA DE VALORES (INICIAL)





**9. ¿Tienen todos los trabajadores las correctas habilidades y el nivel educacional para realizar las actividades requeridas?**

Ninguno

Algunos

Todos

**10. ¿Con qué frecuencia usted no tiene partes disponibles para realizar un trabajo continuo en el proceso?**

Nunca

A veces

Siempre



**8. ¿Con qué frecuencia el producto tiene que esperar en la línea por falta de materia prima?**

Nunca

A veces

Siempre

**9. ¿Los productos terminados requieren personal y equipo para ser transportados dentro de la planta? ¿Por qué?**

SI

NO

**10. ¿Qué tan lejos están las herramientas del lugar de trabajo?**

Lejos

Mas o menos lejos

Suficiente cerca

## APÉNDICE 5

### INSTRUMENTO DE ENTREVISTA

#### TECNOLOGÍA

1. **¿Cree que el tiempo de arranque de las maquinas es muy largo?  
Si es así, ¿qué máquina?**

SI

NO

2. **¿Con qué frecuencia la maquina no está disponible debido a fallas de funcionamiento?**

Frecuentemente

A veces

Rara vez

3. **¿Todo el departamento de producción usa las mismas políticas de trabajo?**

Nunca

A veces

Siempre

4. **¿Con qué frecuencia usted tiene que esperar porque las maquinas no están disponibles?**

Frecuentemente

A veces

Rara vez

5. **¿Existe suficiente espacio para almacenar las partes?**

Demasiado pequeño

Adecuado

Demasiado grande

6. **¿Recibe el departamento de producción información a tiempo de otros departamentos? (Ventas, Servicio al cliente)**

Nunca

A veces

Siempre

7. **¿Tiene el departamento de producción suficiente soporte financiero?**

SI

NO

**8. ¿Ha el departamento de producción cambiado su forma de trabajar? Si es así, ¿Han los cambios mejorado su bienestar y mejorado el producto?**

SI

NO

**9. ¿De dónde vienen las ideas de cambio?**

**10. ¿Cree usted que la compañía está usando técnicas para mejorar los procesos de producción? Si es así, ¿Que técnicas?**

SI

NO

## APÉNDICE 6

ENCUESTA DEL CLIMA LABORAL					
	1	2	3	4	5
<b>LA EMPRESA</b>					
¿Le gusta su empresa?					
¿De haber sabido como iban a ser las cosas en su empresa, hubiera entrado en ella?					
¿Se siente integrado en su empresa?					
Conoce bien qué aporta usted con su trabajo al conjunto de la empresa?					
¿Si pudiera dejar la empresa por otro trabajo, a igualdad de sueldo y condiciones, se quedaría en la empresa?					
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>					
¿Su puesto de trabajo le resulta cómodo?					
¿Tiene suficiente luz en su lugar de trabajo?					
¿La temperatura es la adecuada en su lugar de trabajo?					
¿El nivel de ruido es soportable?					
¿Los aseos están limpios?					
<b>POSIBILIDADES DE CREATIVIDAD E INICIATIVA</b>					
¿Considera usted que tiene la suficiente autonomía en su trabajo?					
¿Considera usted que tiene la suficiente capacidad de iniciativa en su trabajo?					
¿Considera usted que sus ideas son escuchadas por su jefe o superiores?					
¿Se siente realizado en su trabajo?					
¿Considera usted que su trabajo es lo suficientemente variado?					
<b>COMPAÑEROS DE TRABAJO</b>					
¿Se lleva Usted bien con sus compañeros?					
¿Le ayudaron y apoyaron los primeros días cuando usted entró en la empresa?					
¿Si dejase la empresa, lo sentiría por ellos?					
¿Cree que Usted y sus compañeros están unidos y se llevan bien?					
¿Considera que sus compañeros son además sus amigos?					
<b>JEFE Y SUPERIORES</b>					
Su jefe o superiores le tratan bien, con amabilidad?					
Considera adecuado el nivel de exigencia por parte de su jefe?					
¿Considera usted que trabaja en equipo con su jefe y compañeros?					
¿Tiene usted comunicación con su jefe?					
¿Considera que tiene Usted un jefe justo?					
<b>PUESTO DE TRABAJO</b>					
¿El puesto que ocupa en la empresa está en relación con la experiencia que usted posee?					
¿Se considera usted valorado por el puesto de trabajo que ocupa?					
¿Considera que su trabajo está suficientemente reconocido y considerado por su jefe o superiores?					
¿Le gustaría permanecer en su puesto de trabajo dentro de su empresa?					
¿Existen posibilidades reales de movilidad en su empresa?					
<b>COMUNICACIÓN</b>					
¿Considera usted que en su empresa existe buena comunicación de arriba a abajo entre jefes y subordinados?					
¿Considera usted que en su empresa existe buena comunicación de abajo a arriba entre subordinados y jefes?					
¿Considera usted que en su empresa su jefe o jefes escuchan las opiniones y sugerencias de los empleados?					

## APÉNDICE 7

<b>MANUAL DE DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES</b>	
<b>I. INFORMACIÓN BÁSICA</b>	
1. PUESTO	JEFE DE PLANTA
2. SUPERVISA A	ASISTENTE DE PRODUCCIÓN
	ASISTENTE DE ADMINISTRACIÓN
	OPERADORES 1, 2 y 3
<b>II. NATURALEZA DEL PUESTO</b>	
Coordinar todas las actividades que se realizan dentro de la planta de producción.	
<b>III. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES</b>	
1. Planificar la producción mensual de elaboración de tubos de media. 2. Suministrar los recursos necesarios para la elaboración de tubos de media. 3. Vigilar el cumplimiento de los plazos de tiempo que se acordó con el cliente. 4. Coordinar actividades de mejora en la planta. 5. Dirigir las reuniones de equipo 6. Fomentar la mejora continua en la planta.	
<b>IV. REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL PUESTO</b>	
<b>ESTUDIOS</b>	TÍTULO O GRADO DE TERCER NIVEL
<b>FORMACIÓN</b>	CONOCIMIENTOS EN ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES DE UN PLANTA DE MANUFACTURA DE PLÁSTICOS.
<b>V. HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA EL PUESTO</b>	
<b>COMPUTADORA:</b>	VITAL IMPORTANCIA
<b>PROGRAMA DE COMPUTACIÓN:</b>	UTILITARIOS

<b>MANUAL DE DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES</b>	
<b>I. INFORMACIÓN BÁSICA</b>	
1. PUESTO	ASISTENTE DE PRODUCCIÓN
2. JEFE	JEFE DE PLANTA
3. SUPERVISA A	ASISTENTE DE ADMINISTRACIÓN
	OPERADORES 1, 2 y 3
<b>II. NATURALEZA DEL PUESTO</b>	
Supervisar el cumplimiento de las actividades que se realizan en la planta de producción.	
<b>III. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES</b>	
1. Supervisar las actividades realizadas por los 3 operadores de la línea de producción. 2. Vigilar el cumplimiento de los plazos de tiempo que se acordó con el cliente. 3. Elaborar informes semanales de los resultados de producción. 4. Comunicar al jefe de planta cualquier anomalía presentada en la planta. 5. Asistir a reuniones a las que sea convocado. 6. Coordinar junto al Jefe de planta la planificación de la producción de los tubos de media.	
<b>IV. REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL PUESTO</b>	
<b>ESTUDIOS</b>	TÍTULO O GRADO DE TERCER NIVEL
<b>FORMACIÓN</b>	CONOCIMIENTOS EN ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES DE UN PLANTA DE MANUFACTURA DE PLÁSTICOS.
<b>V. HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA EL PUESTO</b>	
<b>COMPUTADORA:</b>	VITAL IMPORTANCIA
<b>PROGRAMA DE COMPUTACIÓN:</b>	UTILITARIOS

<b>MANUAL DE DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES</b>	
<b>I. INFORMACIÓN BÁSICA</b>	
1. PUESTO	ASISTENTE DE ADMINISTRACIÓN
2. JEFE	JEFE DE PLANTA
	ASISTENTE DE PRODUCCIÓN
<b>II. NATURALEZA DEL PUESTO</b>	
Asistir con toda actividad administrativa que se requiera en la empresa.	
<b>III. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES</b>	
1. Comunicarse con los clientes para tomar los pedidos mensuales. 2. Comunicarse con los proveedores para el abastecimiento de la materia prima. 3. Realizar todo trámite requerido por el IESS y por el SRI, o por cualquier instituto del Estado. 4. Adiministrar las remuneraciones de los trabajadores de la planta. 5. Asistir a reuniones a las que sea convocado. 6. Realizar el informe de la reuniones.	
<b>IV. REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL PUESTO</b>	
<b>ESTUDIOS</b>	TÍTULO O GRADO DE TERCER NIVEL
<b>FORMACIÓN</b>	CONOCIMIENTOS EN ÁREAS ADMINISTRATIVAS Y DE TRIBUTACIÓN.
<b>V. HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA EL PUESTO</b>	
<b>COMPUTADORA:</b>	VITAL IMPORTANCIA
<b>IMPRESORA:</b>	VITAL IMPORTANCIA
<b>PROGRAMA DE COMPUTACIÓN:</b>	UTILITARIOS

	<b>MANUAL DE DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES</b>		
<b>I. INFORMACIÓN BÁSICA</b>			
1. PUESTO	OPERADOR 1		
2. JEFE	JEFE DE PLANTA		
	ASISTENTE DE PRODUCCIÓN		
<b>II. NATURALEZA DEL PUESTO</b>			
Operar las actividades de la primera área de la línea de producción de tubos de media.			
<b>III. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES</b>			
1. Abastecer la extrusora con la materia prima. 2. Verificar que haya suficiente materia prima para la línea de producción. 3. Operar el molino. 4. Dar el respectivo mantenimiento preventivo a los elementos y máquinas asignadas. 5. Asistir a reuniones a las que sea convocado. 6. Participar activamente en la planta, dando sugerencias de mejora para las operaciones.			
<b>IV. REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL PUESTO</b>			
<b>ESTUDIOS</b>	BACHILLERATO		
<b>FORMACIÓN</b>	CONOCIMIENTOS EN PROCESOS DE MANUFACTURA DE PLÁSTICOS		

	<b>MANUAL DE DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES</b>		
<b>I. INFORMACIÓN BÁSICA</b>			
1. PUESTO	OPERADOR 2		
2. JEFE	JEFE DE PLANTA		
	ASISTENTE DE PRODUCCIÓN		
<b>II. NATURALEZA DEL PUESTO</b>			
Operar las actividades de la segunda área de la línea de producción de tubos de media.			
<b>III. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Operar la extrusora de la línea de producción de tubos de media.</li> <li>2. Verificar la actividad de la bomba de vacío.</li> <li>3. Verificar la actividad de la cubas de agua que producen el enfriado.</li> <li>4. Dar el respectivo mantenimiento preventivo a los elementos y máquinas asignadas.</li> <li>5. Asistir a reuniones a las que sea convocado.</li> <li>6. Participar activamente en la planta, dando sugerencias de mejora para las operaciones.</li> </ol>			
<b>IV. REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL PUESTO</b>			
<b>ESTUDIOS</b>	BACHILLERATO		
<b>FORMACIÓN</b>	CONOCIMIENTOS EN PROCESOS DE MANUFACTURA DE PLÁSTICOS		

	<b>MANUAL DE DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES</b>		
<b>I. INFORMACIÓN BÁSICA</b>			
1. PUESTO	OPERADOR 3		
2. JEFE	JEFE DE PLANTA		
	ASISTENTE DE PRODUCCIÓN		
<b>II. NATURALEZA DEL PUESTO</b>			
Operar las actividades de la tercera área de la línea de producción de tubos de media.			
<b>III. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES</b>			
1. Verificar el funcionamiento del puller. 2. Realizar la operación de cortado de los tubos de media. 3. Realizar la actividad de almacenamiento del producto terminado. 4. Dar el respectivo mantenimiento preventivo a los elementos y máquinas asignadas. 5. Asistir a reuniones a las que sea convocado. 6. Participar activamente en la planta, dando sugerencias de mejora para las operaciones.			
<b>IV. REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL PUESTO</b>			
<b>ESTUDIOS</b>	BACHILLERATO		
<b>FORMACIÓN</b>	CONOCIMIENTOS EN PROCESOS DE MANUFACTURA DE PLÁSTICOS		

## APÉNDICE 8

<b>CHECKLIST DE LA IMPLANTACIÓN DE LA LIMPIEZA</b>		
<b>FECHA:</b>	<b>ÁREA:</b>	
<b>ELEMENTOS DE STOCK</b>		
No	PUNTOS A CHEQUEAR	REVISADO
1	¿Ha eliminado toda la suciedad y polvo de productos, piezas, y/o materiales?	
2	¿Ha quitado el óxido que se acumula en piezas que se han mecanizado o lavado?	
3	¿Ha eliminado la suciedad de los estantes de almacenaje de stock?	
4	¿Ha eliminado la suciedad de los pallets usados para transportar materiales y piezas?	
<b>EQUIPO</b>		
No	PUNTOS A CHEQUEAR	REVISADO
1	¿Ha eliminado la suciedad y aceite de la vecindad del equipo?	
2	¿Ha retirado el aceite, desechos y agua de debajo del equipo?	
3	¿Ha quitado la suciedad, polvo y aceite que se acumula encima del equipo?	
4	¿Ha eliminado las manchas de aceite o huellas de dedos de los laterales y cubiertas de la sección de control del equipo?	
5	¿Ha quitado la suciedad de los huecos de cristal tales como los de los indicadores de nivel de aceite o de presión neumática?	
6	¿Ha eliminado la suciedad del interior de cubiertas y tapas de equipo?	
7	¿Ha eliminado la suciedad, polvo y aceite de los tubos neumáticos y cables eléctricos?	
8	¿Ha eliminado la suciedad, polvo y aceite de los sensores de contacto y todos los demás sensores?	
9	¿Ha quitado la suciedad y polvo de bombillas y tubos? (con un paño suave para esto )	
10	¿Ha eliminado el aceite y suciedad de dientes y superficies de mecanismos graduados? (usar un paño húmedo para esto)	
11	¿Ha eliminado el polvo y la suciedad de plantillas y herramientas de corte?	
12	¿Ha eliminado las manchas de aceite de los útiles?	
13	¿Ha eliminado la suciedad y polvo de los instrumentos de medida?	
<b>ESPACIOS</b>		
No	PUNTOS A CHEQUEAR	REVISADO
1	¿Ha quitado la arena, polvo suciedad y desechos de suelos y pasillos?	
2	¿Ha eliminado los charcos de aceite y de agua de suelos y pasillos?	
3	¿Ha quitado el polvo y suciedad de paredes, ventanas?	
4	¿Ha eliminado las huellas de dedos y polvo de los cristales de ventanas?	
5	¿Ha eliminado la suciedad y polvo de techos y vigas de apoyo?	
6	¿Ha eliminado el polvo de bombillas y fluorescentes?	
7	¿Ha quitado el polvo de accesorios de luces? (lámparas, interruptores, etc.)	
8	¿Ha eliminado el polvo y y suciedad de estantes y mesas de trabajo?	
9	¿Ha retirado la suciedad y polvo de fondos de esquinas de pilares y paredes?	

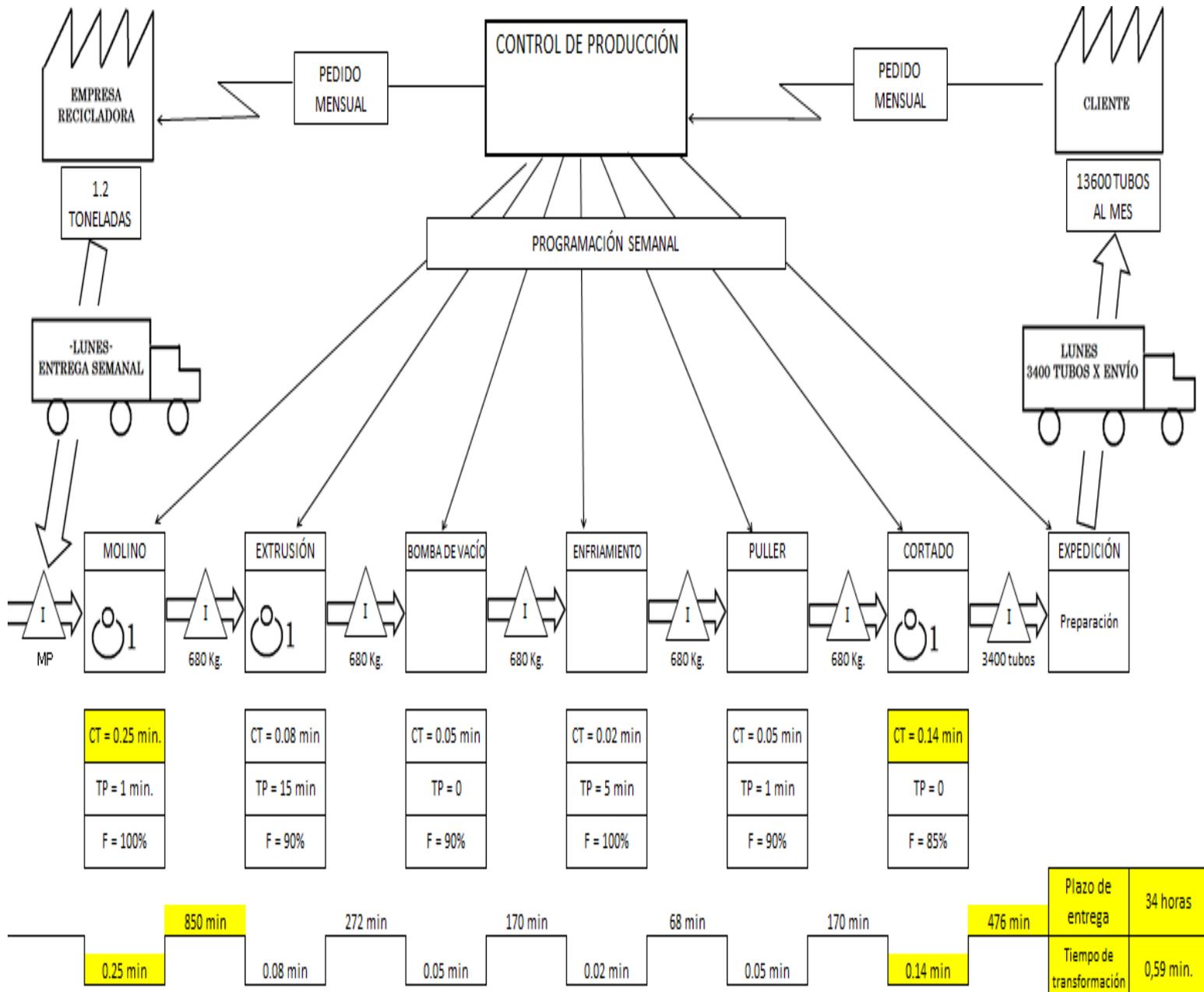
## APÉNDICE 9

<b>FECHA:</b>	<b>ÁREA:</b>				
<b>CHECKLIST DE 5 PUNTOS PARA ORGANIZACIÓN</b>					
	<b>PUNTOS</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Los elementos necesarios e innecesarios están mezclados en el lugar de trabajo.					
Es posible (pero no fácil) distinguir los elementos necesarios/innecesarios.					
Cualquiera puede distinguir entre elementos necesarios e innecesarios.					
Todos los elementos innecesarios están almacenados fuera del lugar de trabajo.					
Se han desechado completamente los elementos innecesarios					
<b>TOTAL DE PUNTOS</b>					
<b>CHECKLIST DE 5 PUNTOS PARA ORDEN</b>					
	<b>PUNTOS</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Es imposible decidir cuál es el lugar en el que va cada cosa y en qué cantidades.					
Es posible (pero no fácil) decir donde va cada cosa y en qué cantidad.					
Indicadores de localización general señalan donde situar las cosas.					
Indicadores de localización, de elementos, y líneas divisorias permiten a cada uno ver de una ojeada dónde va cada cosa.					
Un sistema FIFO e indicadores específicos muestran la situación de cada cosa y en qué cantidades.					
<b>TOTAL DE PUNTOS</b>					
<b>CHECKLIST DE 5 PUNTOS PARA LIMPIEZA</b>					
	<b>PUNTOS</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
El lugar de trabajo está sucio.					
El lugar de trabajo se limpia de vez en cuando.					
El lugar de trabajo se limpia diariamente.					
La limpieza se ha combinado con inspección.					
Se han implantado técnica de prevención de la suciedad.					
<b>TOTAL DE PUNTOS</b>					

## APÉNDICE 10

EVALUACIÓN TOTAL DEL SISTEMA 5S					
PILARES		PUNTOS			
<b>ORGANIZACIÓN</b>	<b>DISTINGUIR ENTRE LO NECESARIO Y LO QUE NO LO ES</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
	¿Han sido eliminados todos los artículos innecesarios?				
	¿Están todos los artículos restantes correctamente arreglados en condiciones sanitarias y seguras?				
	¿Los corredores y áreas de trabajo son lo suficientemente limpias y señaladas?				
	¿Los artículos innecesarios están siendo almacenados en almacén de tarjetas rojas?				
	¿Existen un procedimiento para disponer de los artículos innecesarios?				
<b>ORDEN</b>	<b>UN LUGAR PARA CADA COSA Y CADA COSA EN SU LUGAR</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
	¿Existe un lugar específico para todo, marcado visualmente?				
	¿Son los estándares y límites fáciles de reconocer?				
	¿Es fácil reconocer el lugar para cada cosa?				
	¿Se vuelve a colocar las cosas en su lugar después de usarlas?				
<b>LIMPIEZA</b>	<b>LIMPIEZA Y BUSCANDO MÉTODOS PARA MANTENERLO LIMPIO</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
	¿Son las áreas de trabajo limpias, y se usan detergentes y limpiadores aprobados?				
	¿Los equipos se mantienen en buenas condiciones y limpios?				
	¿Es fácil distinguir los materiales de limpieza, uso de detergentes y limpiadores aprobados?				
	¿Las medidas de limpieza utilizadas son inviolables?				
	¿Las medidas de limpieza y horarios son visibles fácilmente?				
<b>LIMPIEZA ESTANDARIZADA</b>	<b>MANTENER Y MONITOREAR LAS PRIMERAS 3S</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
	¿Está toda la información necesaria en forma visible?				
	¿Se respeta consistentemente todos los estándares?				
	¿Están asignadas y visibles las responsabilidades de limpieza?				
	¿Están los basureros y los compartimientos de desperdicios vacíos y limpios?				
<b>DISCIPLINA</b>	<b>APEGARSE A LAS REGLAS, ESCRUPULOSAMENTE</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
	¿Esta siendo la organización, el orden y la limpieza regularmente observada?				
	¿La basura y desperdicio están bien localizados y ordenados?				
	¿Cada uno de los trabajadores conoce y cumple con sus responsabilidades?				
	¿Existe control y seguimiento en los procedimientos de limpieza establecido?				
	¿El personal conoce los resultados de la auditoría anterior?				





### ESTADO DE RESULTADOS SIN MEJORAS (Septiembre 2009 - Junio 2010)

	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Ingresos	10880	10880	10880	10880	10880	11680	11680	11680	11680	11680
Costos produccion	5994	5994	5994	5994	5994	5994	5994	5994	5994	5994
<b>Utilidad Bruta</b>	<b>4886</b>	<b>4886</b>	<b>4886</b>	<b>4886</b>	<b>4886</b>	<b>5686</b>	<b>5686</b>	<b>5686</b>	<b>5686</b>	<b>5686</b>
(-)Costos Generales	977,2	977,2	977,2	977,2	977,2	977,2	977,2	977,2	977,2	977,2
(-)Gastos Operativos	1017,50	1034,50	1052,14	1070,45	1089,44	1289,16	1309,63	1330,87	1352,93	1375,82
<b>Utilidad Neta</b>	<b>\$ 2.891,30</b>	<b>\$ 2.874,30</b>	<b>\$ 2.856,66</b>	<b>\$ 2.838,35</b>	<b>\$ 2.819,36</b>	<b>\$ 3.419,64</b>	<b>\$ 3.399,17</b>	<b>\$ 3.377,93</b>	<b>\$ 3.355,87</b>	<b>\$ 3.332,98</b>

### ESTADO DE RESULTADOS CON MEJORAS (Septiembre 2009 - Junio 2010)

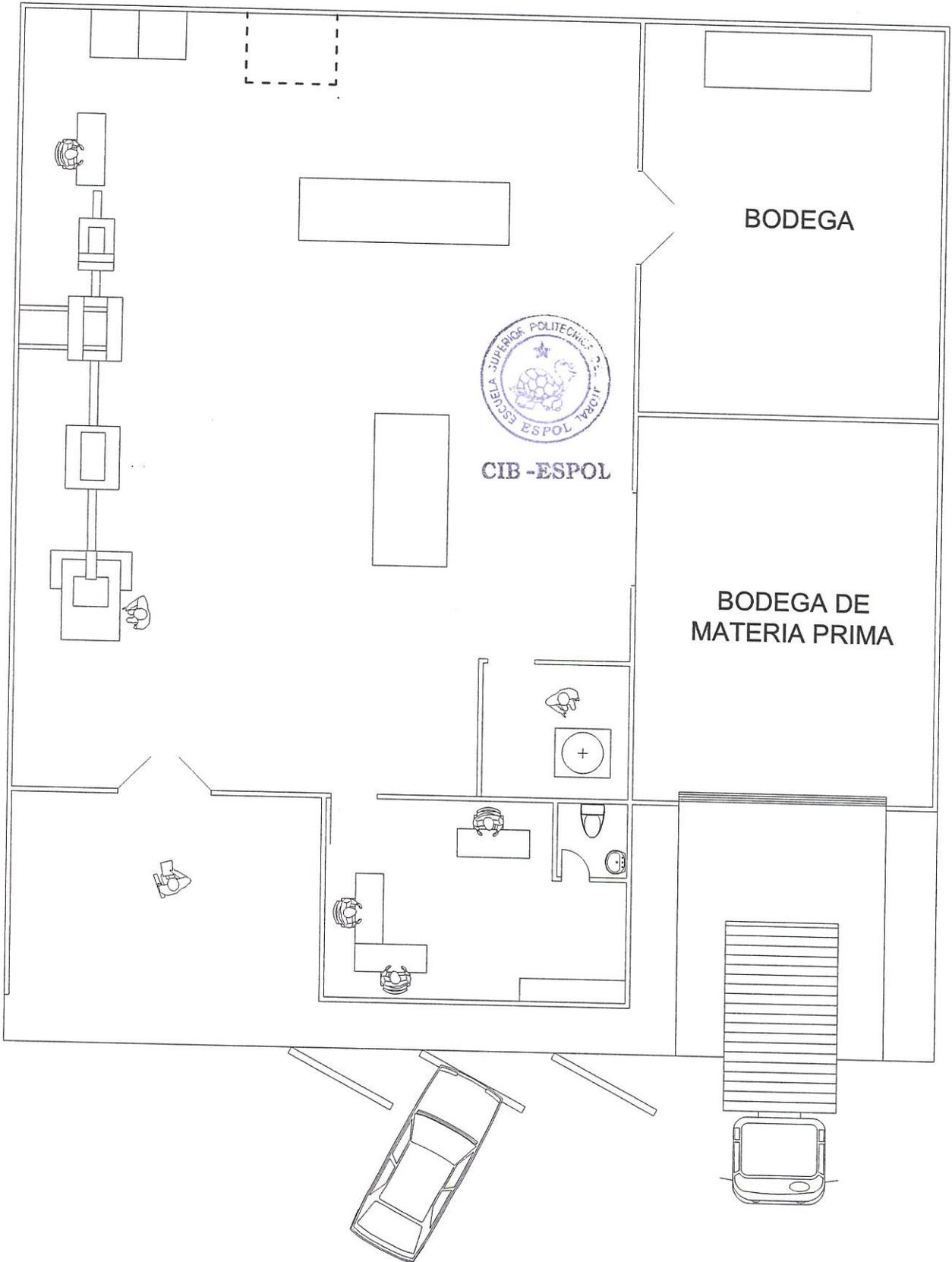
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Ingresos	10880	10880	10880	10880	10880	11680	11680	11680	11680	11680
Costos produccion	5994	5994	5994	5994	5994	5994	5994	5994	5994	5994
<b>Utilidad Bruta</b>	<b>4886</b>	<b>4886</b>	<b>4886</b>	<b>4886</b>	<b>4886</b>	<b>5686</b>	<b>5686</b>	<b>5686</b>	<b>5686</b>	<b>5686</b>
(-)Costos Generales	977,2	977,2	977,2	977,2	977,2	977,2	977,2	977,2	977,2	977,2
(-)Gastos Operativos	680,00	697,00	714,64	732,95	751,94	771,66	792,13	813,37	835,43	858,32
<b>Utilidad Neta</b>	<b>\$ 3.228,80</b>	<b>\$ 3.211,80</b>	<b>\$ 3.194,16</b>	<b>\$ 3.175,85</b>	<b>\$ 3.156,86</b>	<b>\$ 3.937,14</b>	<b>\$ 3.916,67</b>	<b>\$ 3.895,43</b>	<b>\$ 3.873,37</b>	<b>\$ 3.850,48</b>

Beneficio por mes	\$ 337,50	\$ 337,50	\$ 337,50	\$ 337,50	\$ 337,50	\$ 517,50	\$ 517,50	\$ 517,50	\$ 517,50	\$ 517,50
-------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

\$ 337,50 \$ 337,50 \$ 337,50 \$ 337,50 \$ 337,50 \$ 517,50 \$ 517,50 \$ 517,50 \$ 517,50 \$ 517,50  
 \$ 675,00

PLANO

PLANO 1



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Snodgrass H. "Lean Production". Defense Acquisition University, [www.dau.mil/educdept/mm\\_dept\\_resources/navbar/lean/intro.asp](http://www.dau.mil/educdept/mm_dept_resources/navbar/lean/intro.asp),  
Noviembre, 2008.
- [2] Sample, W. "La "Casa de Toyota". Grupo Consultor TBM, [www.tbmcg.com/es/about/ourroots/house\\_toyota.php](http://www.tbmcg.com/es/about/ourroots/house_toyota.php), Diciembre,  
2008.
- [3] Véliz J. "Una Nueva Filosofía De Producción". Construction Management, <http://blog.pucp.edu.pe/index.php?blogid=498&page=2>,  
Noviembre, 2008.
- [4] Pineda, K. "Manufactura Esbelta". Gestiópolis, [www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/ger/manesbelta.h  
tm](http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/ger/manesbelta.htm), Diciembre, 2008.
- [5] Womack, *The Machine That Changed The World: The Story of Lean Production*. J. Harper Perennial, New York, USA. 1991.
- [6] Lefcovich M. "El Kaizen aplicado a la industria de la construcción". Universidad Nacional Autónoma de México, [www.tuobra.unam.mx/publicadas/040911121849-1\\_.html](http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/040911121849-1_.html), Diciembre,  
2008.

- [7] Barcia K. "Mapeo de la Cadena de Valores". Apuntes de clases de Producción Esbelta. ESPOL. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, 2008.
- [8] Reyes, P. "Manufactura Delgada y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones". Universidad Nacional Autónoma de México, [www.ejournal.unam.mx/rca/205/RCA20505.pdf](http://www.ejournal.unam.mx/rca/205/RCA20505.pdf), Diciembre, 2008.
- [9] Hirano, H. *5 Pilares De La Fábrica Visual*. Productivity Press, 1º edición, Oregon, USA, 1995.
- [10] Barcia K. "Manual de estudio: Modelo para mejorar sistemas de producción y servicio". Octubre 2007.
- [11] Del Castillo M. "Trabajo en equipo: Dos es mejor que uno". Instituto Tecnológico de Sonora, [http://biblioteca.itson.mx/oa/educacion/oa5/trabajo\\_en\\_equipo\\_dos\\_es\\_mejor\\_que\\_uno/p5.htm](http://biblioteca.itson.mx/oa/educacion/oa5/trabajo_en_equipo_dos_es_mejor_que_uno/p5.htm), Octubre, 2009.