

DESAROLLO DE MANUFACTURA ESBELTA EN LOS PROCESOS DE LA
EMPRESA MARTINPLAST S.A.S.

AUTORAS:

MABEL LIZETH OLAYA CAÑÓN
SANDRA JOHANA ROMERO MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ, D.C
2015

DESARROLLO DE MANUFACTURA ESBELTA EN LOS PROCESOS DE LA
EMPRESA MARTINPLAST S.A.S.

AUTORAS:

MABEL LIZETH OLAYA CAÑÓN
SANDRA JOHANA ROMERO MARTÍNEZ

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniería Industrial.

DIRECTOR.

RAMÓN MARÍA CUBAQUE MENDOZA
INGENIERO INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ, D.C
2015

HOJA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado “DESARROLLO DE MANUFACTURA ESBELTA EN LOS PROCESOS DE LA EMPRESA MARTINPLAST S.A.S.” realizado por las estudiantes Mabel Lizeth Olaya Cañón y Sandra Johana Romero Martínez con códigos 62061147 y 62061127 respectivamente, cumple con todos los requisitos legales exigidos por la Universidad Libre para optar al título de Ingeniero Industrial.

RAMÓN CUBAQUE
Director de Proyecto

HUMBERTO GUERRERO SALAS
Jurado

ORLANDO DE ANTONIO
Jurado

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo principalmente a Dios por darnos la vida, y permitir que llegáramos hasta este momento tan importante para nuestra formación y desarrollo profesional.

De igual manera dedicamos este trabajo a nuestras familias, por ser nuestro principal pilar y apoyo, porque siempre nos demostraron su cariño, sin importar nuestras diferencias de opiniones. A nuestros padres, por saber formarnos en los buenos valores, sentimientos y hábitos, lo cual nos ayudó a superar las difíciles situaciones que se nos han presentado durante el desarrollo de este trabajo.

A nuestras hermanas que siempre han estado a nuestro lado y brindándonos su apoyo, y muchas veces recordándonos los triunfos que obtendríamos después de obtener el título profesional de Ingenieras Industriales.

A los empleados y en general a todo el personal de Martinplast S.A.S que nos brindaron su apoyo y conocimiento durante el desarrollo del trabajo en sus instalaciones, por brindar respuesta a nuestras múltiples preguntas y por siempre responder con una sonrisa a cada una de nuestras inquietudes.

RESUMEN

Los sistemas de manufactura son procesos de convertir la materia prima en productos, incluyendo el diseño, la selección de la materia prima y la secuencia de pasos a través de la cual se llevará a cabo el producto.

Sin embargo para poder reducir los desperdicios que se traducen en pérdida de dinero es conveniente gestionar los procesos de transformación de la materia prima en productos terminados. Debido a las condiciones de trabajo y la falta de documentación de procesos, se puede aplicar la manufactura esbelta para mejorar los procesos.

La Manufactura esbelta, consistente en la aplicación de varias herramientas que permiten eliminar todas las operaciones que no agregan valor al producto, servicio y/o proceso, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando aquello que no se requiere.

De otra parte en la empresa MARTINPLAST S.A.S, se ha formulado la siguiente problemática; ¿Mediante qué herramientas puede Martinplast S.A.S, optimizar el sistema productivo para lograr la satisfacción de los clientes y reducir los costos de operación? Encontrándose que la respuesta a este interrogante es la utilización de la metodología de Manufactura esbelta consistente en un sistema de calidad, con el cual se elimina lo que no agrega valor al producto y por ende al cliente.

Palabras Clave:

Manufactura esbelta, pérdidas, desperdicios, mejoramiento y productividad.

ABSTRACT

The manufacturing processes are to convert the feedstock into products, including the design, selection of raw materials and sequence of steps through which the product will be done. However to reduce wastes which mean economic losses, should be applied lean manufacturing in the processes to transform raw materials into products, consisting of implementing several tools to eliminate all operations that do not add value to the product, service or process, increasing the value of each activity performed and eliminating what is not needed. Within Lean manufacturing must first identify the types of waste products of processes such as overproduction, transportation, inventory, waiting, rework, and movement. Lean manufacturing applies equally to achieve this objective, a number of tools such as: 5` S , Just in time , Pull System , Kanban , manufacturing cells , Jidoka , Poka -Yoke and Kaizen.

Furthermore the company MARTINPLAST S.A.S. has had the following problem; What Martinplast SAS tools can optimize the production system to achieve customer satisfaction and reduce operating costs? Finding the answer to this question could be the use of Lean Manufacturing methodology consisting of a system of quality, which eliminates what does not add value to the product and therefore the client.

Keywords

Lean, loss, waste and improving productivity.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
JUSTIFICACIÓN.....	13
1 GENERALIDADES	15
1.1 PROBLEMA.....	16
1.1.1 Descripción del problema.....	16
1.1.2 Formulación del problema.....	20
1.2 OBJETIVOS.....	22
1.2.1 Objetivo general.....	22
1.2.2 Objetivos específicos	22
1.3 DELIMITACIÓN	23
1.4 METODOLOGÍA	25
1.4.1 Tipo de investigación	25
1.4.2 Cuadro metodológico.....	26
1.4.3 Marco normativo y legal.....	30
1.5 MARCO REFERENCIAL.....	31
1.5.1 Marco histórico.....	31
1.5.2 La Empresa.....	36
1.6 MARCO TEORICO	38
1.6.1 Sistemas de manufactura	38
1.6.2 Manufactura esbelta	42
1.6.3 Herramientas de manufactura esbelta	46
1.6.4 Simulación	63
1.6.5 Canal de distribución	68
1.7 MARCO CONCEPTUAL.....	69
2 DESARROLLO DEL PROYECTO	76
2.1 DIAGNÓSTICO.....	76
2.1.1 Introducción	76
2.1.2 Distribución actual de planta.....	78
2.1.3 Aspectos Generales Externos.....	83
2.1.4 Aspectos generales internos.....	86
2.2 IDENTIFICACIÓN Y DESARROLLO DE HERRAMIENTAS.....	90
2.2.1 Diseño Organizacional.....	92
2.2.2 División de la empresa en procesos controlables.....	93
2.3 HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA.....	103
2.3.1 5`S	103
2.3.2 Justo a tiempo.....	111
2.3.3 Herramienta Jalar	114
2.3.4 Células de manufactura	115
2.3.5 Jidoka.....	115
2.3.6 Poka-Yoke	115
2.4 SIMULACIÓN.....	122

2.4.1 Definición del problema.....	122
2.4.2 Datos.....	122
2.4.3 Desarrollo del modelo	126
2.4.4 Generación del modelo.....	129
2.4.5 Desarrollo Lean Manufacturing	132
2.5 ANÁLISIS ECONÓMICO	136
2. 5.1 Gastos actuales	136
2.5.2 Gastos a incurrir para realizar los cambios	141
2.5.3 Punto equilibrio	142
3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	144
3.1 CONCLUSIONES	144
3.2 RECOMENDACIONES.....	145
BIBLIOGRAFÍA.....	146
CIRBEGRAFÍA.....	149

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro Metodológico	26
Tabla 2. Normas aplicadas a la industria plástica en Colombia	30
Tabla 3. Productos y Precios de la Competencia	86
Tabla 4. Matriz DOFA de mercadeo	88
Tabla 5. Cuestionario diagnostico 5S	106
Tabla 6. Evolución de la situación de Martinplast	107
Tabla 7. Modelo de informes de producción de la planta Martinplast S.A.S	110
Tabla 8. Diagrama inicial de proceso de tapones de plástico para sillas	123
Tabla 9. Diagrama de proceso ajustado a las herramientas de manufactura esbelta	124
Tabla 10. Resultados de la aplicación de Lean Manufacturing en la producción de tapones de plástico.	125
Tabla 11. Comparación de ahorros por los cambios realizados.	126
Tabla 12. Variables del modelo de simulación como se trabaja actualmente.	126
Tabla 13. Cálculos estadísticos.	127
Tabla 14. Variables del modelo de simulación con Lean.	133
Tabla 15. Cálculos estadísticos con Lean.	133
Tabla 16. Valor de adecuación de infraestructura.	137
Tabla 17. Gastos pre operativos	138
Tabla 18. Equipos	139
Tabla 19. Depreciación de equipo.	140
Tabla 20. Gastos administrativos	141
Tabla 21. Costos fijos	141
Tabla 22. Calculo del punto de equilibrio	143

LISTADO DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Catálogo de productos elaborados por Martinplast. S.A.S	16
Gráfica 2. Problemas del sistema productivo de Martinplast S.A. S.	17
Gráfica 3. Condiciones actuales de Martinplast S.A.S.....	19
Gráfica 4. Ubicación geográfica de Martinplast S.A.S.	23
Gráfica 5. Oferta y demanda del Plástico	33
Gráfica 6. Histórico de exportaciones de productos plásticos.....	35
Gráfica 7. Historico de ventas de la industria plastica colombiana	35
Gráfica 8. Organigrama de Martinplast S.A.S.....	38
Gráfica 9. Tipos de sistema productivo	40
Gráfica 10. Tipo de desperdicios de la filosofía de la manufactura esbelta	43
Gráfica 11. 5'S Japonesas	46
Gráfica 12. Esquema del Sistema Justo a tiempo	52
Gráfica 13. Pilares de la filosofía de JIT (Justo a tiempo).....	54
Gráfica 14. Kanban	55
Gráfica 15. Estrategia del Sistema Jalar	57
Gráfica 16. Cambios por el uso de Células de manufactura esbelta	58
Gráfica 17. Uso de la herramienta Jidoka	59
Gráfica 18. Herramienta Kaizen.....	61
Gráfica 19. Etapas del proceso de simulación	64
Gráfica 20. Diagrama de flujo del proceso de piezas plásticas.....	77
Gráfica 21. Diagnóstico y análisis de procedimientos de Martinplast S.A.S	78
Gráfica 22. Esquema del piso 1 de la empresa en su estado actual	80
Gráfica 23. Esquema del piso 2 de la empresa en su estado actual	81
Gráfica 24. Situación actual de la compañía Martinplast S.A.S	82
Gráfica 25. Catálogo de productos de Martinplast S.A.S N°1	87
Gráfica 27. Diseño inicial del organigrama de la empresa.....	92
Gráfica 28. Mapa de procesos	94
Gráfica 29. Diagrama de flujo del proceso de compras	97
Gráfica 30. Diagrama de flujo del proceso de producción	99
Gráfica 31. Diagrama de flujo del proceso de gestión comercial	100
Gráfica 32. Diagrama de flujo del proceso de distribución.....	101
Gráfica 33. Situación actual de Martinplast S.A.S.....	104
Gráfica 34. Condiciones de trabajo de Martinplast S.A.S	104
Gráfica 35. Evolución de situación de Martinplast S.A.S	107
Gráfica 36. Diagrama de proceso de producción.....	113
Gráfica 37. Esquema propuesto para la planta física piso 1	117
Gráfica 38. Esquema propuesto para la planta física piso 2.....	118

Gráfica 39. Esquema de movimientos optimizados de materia prima	119
Gráfica 40. Esquema propuesto de movimientos optimizados de personal.....	121
Gráfica 41. Generación de locaciones de simulación	129
Grafica 42. Definición del proceso productivo de tapones	131
Grafica 43. Tabla de Location de Promodel.....	132
Grafica 44. Locations de Manufactura Esbelta	134
Grafica 45. Simulación locations Promodel Lean Manufacturing	135
Grafica 46. Tabla de Simulación Promodel.....	135

INTRODUCCIÓN

El mejoramiento continuo de los procesos de producción dentro de las empresas es sin duda uno de los objetivos de los profesionales de la Ingeniería Industrial, puesto que esta es una forma de contribuir con el desarrollo económico del país. En tal sentido el presente trabajo busca aportar al desarrollo de la microempresa basándose en el crecimiento personal, productivo y social mejorando las condiciones de trabajo, tanto de los empleados como de los empresarios que dinamizan la economía nacional.

El trabajo contiene elementos para iniciar la reestructuración de Martinplast S.A.S. estableciendo la inversión necesaria para mejorar en aspectos administrativos y sobre todo en aspectos operativos. Para este propósito las herramientas que se emplean son técnicas de producción como lo son las propuestas por manufactura esbelta, ya que resultan muy apropiadas en el sentido que ayudan a identificar las pérdidas del proceso productivo.

Pero esta identificación de pérdidas requiere de la observación continua y de la disponibilidad por parte de la administración de una empresa y en esta tarea es muy importante la disponibilidad del personal administrativo y operativo de la empresa Martinplast, puesto que ha resultado el escenario perfecto para la aplicación de la teoría de manufactura esbelta en bien de la compañía y del desarrollo del presente proyecto.

Por este motivo es que después de identificar el problema en sus distintos niveles, se parte de un diagnóstico de la empresa en donde se evidencia la necesidad de intervención y la conveniencia de mejorar la producción de las máquinas inyectoras, para aplicar directamente en el taller de producción los conceptos de manufactura esbelta y evidenciar los excelentes resultados.

JUSTIFICACIÓN

Mejorar la productividad hoy en día es un asunto de vital importancia en cualquier organización, en especial en las PYMES como Martinplast S.A.S, que busca ser más competitiva en un mercado cada vez más globalizado. La ejecución de las herramientas de manufactura esbelta contribuirá a mejorar la calidad de los productos, reducir los costos de producción e inventarios y mejorar la eficiencia del sistema productivo de la organización.

Para compañías de elaboración de productos con base en plásticos como Martinplast S.A.S, es importante mantenerse en el mercado vigente y realizar sus productos con calidad y a bajos costos para ser competitivos en el mercado colombiano que cada vez más se ve afectado por los tratados de libre comercio, por esta razón surge el proyecto de reducir los desperdicios que tiene la compañía, y sacar el mayor provecho de la experiencia de los empleados y mejorar las condiciones de trabajo.

Se eligieron las herramientas de manufactura esbelta, porque se enfocan en la relación con el cliente, sus deseos y necesidades, ya que son ellos los que juzgan el producto e incentivan la calidad y la compra de los productos ofrecidos por Martinplast S.A.S. Además permiten eliminar el despilfarro de tiempo de trabajo de operarios y máquinas.

Por ser una empresa familiar que empezó en una casa y que luego paso a ampliar sus instalaciones en una bodega del municipio de Funza (Cundinamarca), no se ha tenido en cuenta las condiciones de trabajo y su impacto en la salud de los operarios, es por esta razón que el uso de herramientas de manufactura esbelta ayudan a mejorar las condiciones de trabajo y permitirán a los trabajadores realizar sus actividades en las mejores condiciones posibles.

Al desarrollar la filosofía de manufactura esbelta se pretende aprovechar el espacio de trabajo con que cuenta la organización y disminuir los tiempos de entrega y abastecimiento de materias primas, herramientas y documentos. Al utilizar la metodología de manufactura esbelta en Martinplast S.A.S, se busca

eliminar todas las operaciones que no le agregan valor a los productos, reducir los 7 tipos de desperdicios y mejorar las operaciones basándose en el conocimiento de los trabajadores que son el recurso más importante de cualquier compañía porque ellos son los que realizan cada proceso día a día¹.

¹José Martín, Gerente general y dueño de Martinplast S.A.S, 2015.

1 GENERALIDADES

Martinplast S.A.S es una organización de capital privado y de origen colombiano dedicada a la fabricación, distribución y comercialización de artículos de plástico (polipropileno y polietileno). Fue creada por José Martín en el año 1995 en la localidad de Fontibón (Bogotá).

La planta está ubicada en el municipio de Funza (Cundinamarca), en la dirección Calle 18 N° 1 - 91, desde allí se elaboran todos los productos de la compañía, los cuales tiene como destino los puntos de venta en diferentes ciudades del país. En la actualidad se cuenta con 19 empleados entre operarios y administrativos. Los operarios tienen un horario de trabajo desde el día domingo a las 10 pm y termina el sábado a las 10 pm, divididos en tres turnos de 8 horas.

Los principales servicios de la compañía son:

- Diseño de moldes para inyección
- Inyección de piezas plásticas
- Diseño de piezas personalizadas

El proceso productivo se realiza con máquinas inyectoras que permiten cambiar de moldes y generar diversas piezas, que varían de color y se adecuan a las necesidades de sus principales clientes. La empresa cuenta con una gran variedad de productos que van desde sillas, tapones, niveladores, ruedas entre otros como se puede observar en la *Gráfica 1²*.

² MARTÍN, José. Gerente general y dueño de Martinplast S.A.S 2015.

Gráfica 1. Catálogo de productos elaborados por Martinplast. S.A.S



Fuente: José Martín. Gerente y dueño de Martinplast S.A.S, enero de 2014

1.1 PROBLEMA

1.1.1 Descripción del problema

Teniendo en cuenta que el mercado nacional y local de artículos elaborados con base en polipropileno y polietileno constituyen un sector concurrido en diferentes ciudades del país, puesto que se trata de un mercado con altos niveles de demanda y las exigencias de competencia tienden a ampliarse, este hecho obliga a los microempresarios a buscar formas de diferenciación para sus procesos productivos con el fin de optimizar rendimientos generando ventajas competitivas, frente a la alta competencia.

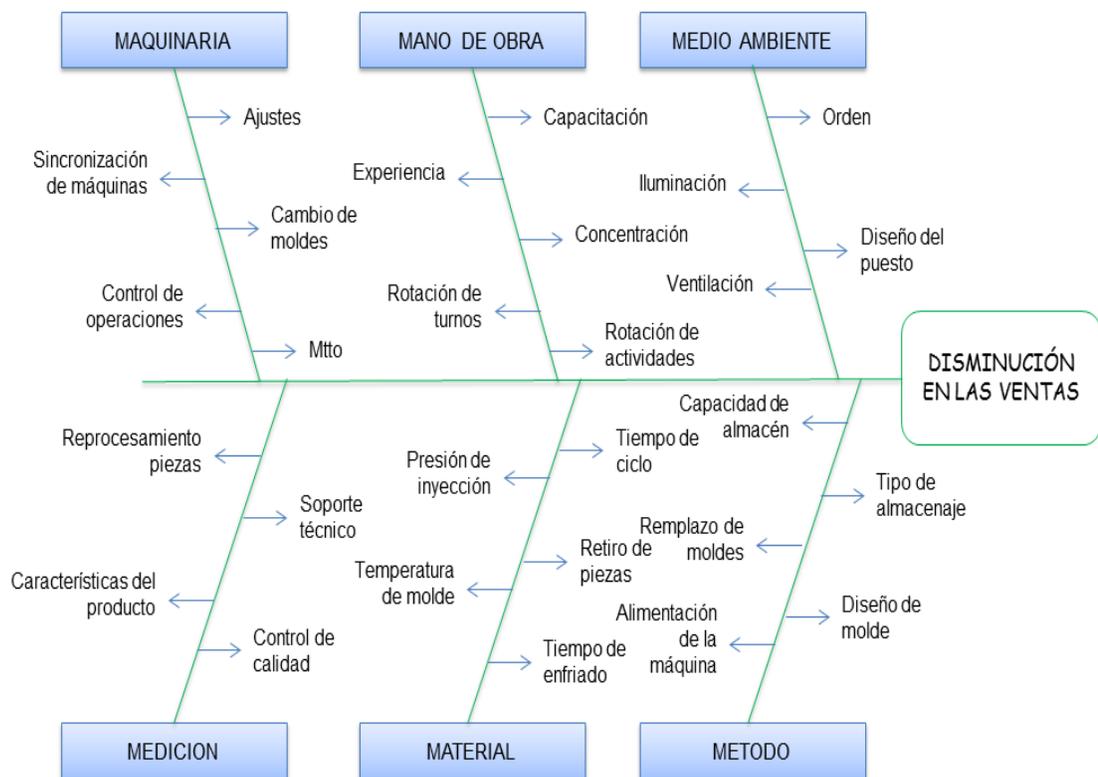
Actualmente este sector es de gran importancia puesto que contribuye a la generación de empleo principalmente en los municipios donde se encuentran ubicadas las fábricas, también es favorable para los proyectos financiados por el estado para promover la microempresa.

Cabe resaltar que este sector es amenazado por el TLC y el ingreso de piezas procedentes de la China y/o a través de contrabando puede desplazar los

empresarios nacionales. Lo que obliga a las distintas organizaciones dedicadas a esta actividad a mejorar tecnología, calidad, precio y publicidad.

En Martinplast S.A.S se evidencian varios problemas en el sistema productivo, para hacer referencia a cada problema y su influencia en los productos realizados por la empresa, fue necesario realizar el diagrama de causa-efecto como se observa en la *Gráfica 2*. De acuerdo con el personal de Martinplast S.A.S. se identificaron los siguientes problemas en el sistema productivo:

Gráfica 2. Problemas del sistema productivo de Martinplast S.A. S.



Fuente: José Martin. Gerente y dueño de Martinplast S.A.S, 2014

- **Mano de obra.** Al ser una empresa familiar los operarios y administrativos realizan múltiples actividades y por los horarios de producción se debe rotar el personal para hacer uso de las máquinas durante los tres turnos, lo que genera que no exista especialización en las actividades. Aunque las máquinas hacen todo el trabajo, los operarios deben tener mucha

concentración con los avisos de las máquinas debido a que el exceso de tiempo genera que algunas piezas se quemen y deban ser reprocesadas para no perder el material.

- **Maquinaria.** Se han presentado problemas con las máquinas, pues no tienen un cronograma de mantenimiento preventivo, lo que genera pérdidas de tiempo y sobre costos de operación porque al realizar el cambio de proceso y en diversas ocasiones no se tiene la precaución de realizar los ajustes necesarios para cada molde, lo que ocasiona que las piezas dañadas sean recicladas en otros procesos, luego de pasar por la molienda y ser clasificadas para alguno de los productos generando costos adicionales a la compañía, además del espacio que genera mantener el material en buenas condiciones.
- **Medio ambiente.** Las instalaciones de la fábrica no siempre están limpias lo que dificulta realizar los trabajos en condiciones adecuadas en los puestos de trabajo como son el desplazamiento de materias primas y productos en proceso; lo que ocasiona inconvenientes al realizar las labores de los operarios, además la iluminación y ventilación de las instalaciones es deficiente y necesita urgentemente mejoras y adecuaciones en especial para realizar las actividades del turno nocturno.
- **Medición.** Las piezas fabricadas en ocasiones se entregan con rechupes, marcas hundidas y huecos, por lo tanto falta control de calidad cuando salen las piezas, además las piezas que salen defectuosas deben ser reprocesadas para no perder el material, lo que genera costos adicionales de producción y pérdida del espacio.
- **Material.** El tiempo y la temperatura del molde permite que las piezas se obtengan con calidad y en las mejores condiciones, pero cuando se presenta excesos en los mismos generan piezas con defectos como material quemado, piezas pegadas y fundidas. El material también se deforma por la presión ejercida por las máquinas, porque debe ser exacta para generar piezas bien compactadas y firmes, capaces de soportar el

peso o las condiciones de trabajo para las que se supone son creadas como es el caso de las sillas y las ruedas.

- **Método.** Los moldes y sus respectivos diseños se mandan hacer y/o se desarrollan dentro de la compañía de acuerdo con las necesidades de los clientes pero en ocasiones los moldes presentan fallas, además el almacén con que cuenta Martinplast no es lo suficientemente amplio y está en constante desorden, porque deben mantener un stock de los productos con mayor demanda.

Martinplast S.A.S ha presentado una disminución en las ganancias, pasando de \$67.54.200 a \$15.337.000³, debido a pérdidas que tienen por el manejo de grandes inventarios que deben mantener en bodega para contar con un stock al momento de ser solicitado por los clientes, además de la materia prima que debe esperar para ser procesada y por muchas condiciones se puede estropear debido a las condiciones de limpieza y orden manejadas en las instalaciones como se puede apreciar en la *Gráfica 3*.

Gráfica 3. Condiciones actuales de Martinplast S.A.S
201



Fuente: José Martin. Gerente y dueño de Martinplast S.A.S, 2014

³ Contador de Martinplast S.A.S, noviembre de 2014.

Martinplast S.A.S, es una compañía que ha crecido en poco tiempo, que cambió de trabajar en una casa residencial de un barrio de la localidad de Fontibón a tener una bodega más grande en Funza, un municipio cercano a Bogotá, que ha permitido tener relación con sus clientes y conocer sus necesidades⁴.

Empresas competidoras del sector de productos plásticos (Rimax, Ofipartes, Vanyplas, etc.) presentan variedad en sus productos que se adecuan a las nacientes necesidades de sus clientes, mientras que Martinplast S.A.S en los años de operación no ha innovado en ningún concepto su forma de hacer las cosas porque se encuentra en zona de confort que vende lo que produce y tiene una filosofía de empresa familiar que se quiere cambiar para ser más competitivos.

1.1.2 Formulación del problema

¿Mediante qué herramientas puede Martinplast S.A.S, optimizar el sistema productivo para lograr la satisfacción de los clientes y reducir los costos de operación?

1.1.2.1 Solución Propuesta

La metodología de Manufactura esbelta es un sistema de calidad, con el cual se elimina lo que no agrega valor al producto y por ende al cliente. Tiene diversas herramientas, que han ayudado a Martinplast S.A.S a disminuir sus costos de manufactura, bajar lotes de producción, inventarios, movimientos innecesarios, a disminuir tiempos, reducción del tiempo de entrega, mejor calidad basado en el respeto al trabajador.

Proporciona a Martinplast S.A.S principalmente herramientas para competir en un mercado globalizado que continuamente exige estándares de calidad más altos, entregas más rápidas a más bajo costo y en la cantidad que sea requerida. Con todas estas herramientas se pueden obtener muchos beneficios, haciendo cambios continuos para mejorar, llámese desde creando sistemas de producción

⁴ MARTIN, José. Gerente y dueño de Martinplast S.A.S., 2015.

más robustos, sistemas de entrega de materiales más apropiados, hasta cambios de distribución de la planta.

Lo que se busca es que la empresa MARTINPLAST S.A.S, consiga los siguientes resultados:

- **Reducir el tiempo de ciclo.** Al desarrollar las herramientas de manufactura esbelta se espera reducir los tiempos por cada actividad, eliminando aquellas que no generen valor agregado a los productos, además de tener las herramientas organizadas y disponibles para realizar cada trabajo y mantener un constante flujo de materias primas y productos en proceso. Debido al proceso constante de trabajo se espera reducir las cantidades necesarias para cumplir los pedidos de los clientes, contando con la participación activa de proveedores que permita tener un abastecimiento de materias primas, insumos y la mano de obra en el momento y la proporción justa de acuerdo con cada proceso realizado en el sistema productivo.
- **Reducir el tiempo de preparación.** Al desarrollar políticas de trabajo organizado con la colaboración de todos los empleados de Martinplast S.A.S, se espera obtener un proceso productivo que no genere pérdidas de tiempo por falta de materias primas, herramientas, productos en proceso, además de reducir costos porque se han entablado relaciones de confianza y comunicación constante con los proveedores.
- **Mejorar el tiempo de entrega.** Debido a la adopción de la teoría justo a tiempo MARTINPLAST S.A.S debe cumplir con un cronograma establecido con el cliente y el proveedor, obligando a los funcionarios de la empresa a estar comprometidos a identificar, solucionar y dar ideas que permitan mejorar las situaciones adversas que se presenten en el transcurso del proceso productivo y la entrega de productos tanto al cliente interno como externo.

- **Mejorar la calidad.** Mejorar el proceso productivo, administrativo y de los productos en general, debido a que las herramientas de Manufactura esbelta tiene como principal objetivo satisfacer al cliente.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar el sistema de Manufactura Esbelta en el área productiva de la empresa Martinplast S.A.S buscando la reducción de desperdicios a través de un proceso que involucre sus distintas herramientas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Establecer los tipos de desperdicios en busca del mejoramiento de la condición actual en los procesos misionales de Martinplast S.A.S. mediante un diagnóstico.
- Identificar las herramientas de manufactura esbelta usando las más adecuadas a la condición actual de Martinplast S.A.S. en concordancia con el diagnóstico realizado.
- Adecuar las herramientas de manufactura esbelta de acuerdo con las características de Martinplast S.A.S. determinando y desarrollando las herramientas más adecuadas para este fin.
- Simular la aplicación de manufactura esbelta validando el funcionamiento del sistema desarrollado en Martinplast S.A.S. a través de una programación.
- Realizar un análisis financiero demostrando los beneficios de la metodología de manufactura esbelta en Martinplast S.A.S. mediante un análisis de la relación costo-beneficio.

1.3 DELIMITACIÓN

El proyecto se delimitará de la siguiente manera:

- **Espacio.** Instalaciones de la empresa MARTINPLAST S.A.S, municipio de Funza (Cundinamarca), en la dirección Calle 18 N° 1 -91 como se puede observar en la *Gráfica 4*.

Gráfica 4. Ubicación geográfica de Martinplast S.A.S.



Fuente: Google Maps. 20 de enero de 2015

- **Tiempo.** Un año (Mayo 2014 – Mayo 2015).
- **Temática.** El trabajo que se realizó en MARTINPLAST S.A.S, fue identificar los 7 tipos de desperdicios que se presentaban. Determinando, desarrollando y utilizando las herramientas de manufactura esbelta y así se realizó la simulación de las condiciones que se presentan al interior de la organización; determinando el análisis financiero, la relación costo-beneficio al desarrollar el proyecto. La realización de la investigación en Martinplast S.A.S. pretendió analizar todas las operaciones que se podían mejorar,

reducir o eliminar del proceso productivo y así mejorar el desempeño de la organización. Una vez cumplidos los objetivos planteados en este proyecto la decisión de implementar o no los cambios sugeridos serán responsabilidad del dueño y administrador de MARTINPLAST S.A.S.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Tipo de investigación

Para el desarrollo del proyecto se utilizó la investigación cuantitativa, porque se realizó una metodología específica, considerando que existe relación entre variables, y la generación de objetivos y resultados. La investigación que se pretendió llevar a cabo parte de la realidad actual de la empresa MARTINPLAST S.A.S, de los problemas que tiene y las posibles soluciones que se pueden obtener después de haber realizado una investigación exhaustiva. Los resultados obtenidos en la investigación se pueden replicar en pymes del mismo sector.

Este tipo de investigación se basó en la recopilación y análisis de datos numéricos obtenidos a través de la construcción y puesta en marcha de instrumentos de medición para probar la hipótesis. La investigación que se llevó a cabo en Martinplast S.A.S. permitió contestar preguntas e interrogantes que se tienen con respecto a la actual situación de la organización en términos generales, recolectando datos, observando todos los aspectos generales y relevantes donde se presenten problemas en el sistema de manufactura, la rotación y flujo de materiales e inventarios con respecto al impacto que tienen en el proceso.

Para llevar a cabo la investigación fue necesario tener en cuenta las siguientes etapas de la investigación.

- **Descripción de la situación.** Es la etapa preparatoria del trabajo, que permitió ordenar los resultados de las observaciones, factores del trabajo, procedimientos, fenómenos y hechos. Lo que permitió analizar y llevar a cabo la valoración física de la situación actual de los procesos de Martinplast S.A.S.
- **Análisis.** Es el proceso más complejo y delicado de la investigación porque se pretendió establecer la comparación entre las variables de estudio y la viabilidad de la hipótesis descrita para la investigación.

1.4.2 Cuadro metodológico

Cada objetivo específico propuesto se debe ir cumpliendo de acuerdo con la metodología de Manufactura esbelta y con las actividades descritas como se puede observar en la *tabla 1*. Las etapas de desarrollo e implementación de la Manufactura esbelta sirven de base para cumplir con las metas y así solucionar la problemática que se presenta en Martinplast S.A.S y desarrollar la cultura de mejora continua en cuanto a los procesos de la misma.

Tabla 1. Cuadro Metodológico

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	METODOLOGÍA	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Establecer los tipos de desperdicios en busca del mejoramiento de la condición actual en los procesos misionales de MARTINPLAS T S.A.S. mediante un diagnóstico.	Cronometraje de cada proceso empleado en las líneas de producción.	A partir de las mediciones realizadas tanto en tiempos como en volúmenes de producción, se logra establecer la evaluación diagnóstica de los actuales indicadores de gestión del proceso productivo a fin de establecer acciones de mejora focalizadas y en corto plazo. Estas mediciones no pueden exceder las primeras dos semanas desde el inicio de labores.	Diagrama de flujo, Layout y modelo ABC
	Medición de movimientos tanto en ciclo de producción como en los ciclos de almacenamiento		
	Validación de la distribución de planta y dimensionamiento del personal en Horas-Hombre		
	Seguimiento de los inventarios de producto en proceso y movimientos para la alimentación de los mismos		

<p>Identificar las herramientas de Manufactura Esbelta usando las más adecuadas a la condición actual de Martinplast S.A.S en concordancia con el diagnóstico realizado.</p>	<p>Definir los resultados del diagnóstico a utilizar.</p>	<p>Esta fase del proceso constituye la hoja de ruta para el mejoramiento del proceso productivo y la optimización de los recursos de los que se disponen. Por ende, es la fase del proceso que requiere de un mayor tiempo de ejecución, la cual se estima en un periodo máximo de 10 semanas.</p>	<p>Observación, formatos de trabajo para las herramientas de manufactura esbelta.</p>
	<p>Nombrar las herramientas de manufactura esbelta.</p>		
	<p>Definir los criterios de las herramientas de manufactura esbelta.</p>		
	<p>Determinar las herramientas de manufactura esbelta a utilizar.</p>		
<p>Adecuar las herramientas de Manufactura Esbelta de acuerdo con las características de Martinplast S.A.S, determinando y desarrollando las herramientas</p>	<p>Nueva medición de tiempos una vez se haya hecho la redistribución de planta correspondiente.</p>	<p>En esta fase del proceso se realiza la ejecución de los modelos de medición a fin de determinar el impacto del nuevo proceso frente a los indicadores evidenciados en la fase diagnóstica, esto con el fin de establecer correcciones o ajustes propios del cambio presentado. Se propone un tiempo de</p>	<p>Muestreo estadístico de matriz de resultados de control de inventarios.</p>
	<p>Evaluación periódica de los niveles de desperdicio y establecimiento de indicadores comparativos diarios, semanales y mensuales.</p>		
	<p>Dimensionamiento del personal disponible en células de producción por referencia de producto.</p>		

más adecuadas para este fin.	Medición de tiempos de recorrido del material en proceso a partir de la desarrollo de la producción por células.	dos semanas para esta fase del proceso.	
Simular la aplicación de Manufactura Esbelta validando el funcionamiento del sistema desarrollado en Martinplast S.A.S a través de una programación.	Ajuste de las células de producción y nueva medición del proceso	Para este punto del modelo implementado, lo que se hace es correr el modelo simulado con base en las oportunidades de mejora evidenciadas en la fase de desarrollo y nueva medición. Para lograr una medición cierta de la optimización de los resultados, se requiere un mínimo de cuatro semanas para tomar los datos pertinentes al proceso y al producto	Control estadístico de procesos control de inventarios, Matriz de resultados.
	Desarrollo de reductores de inventarios de producto en proceso y control estadístico de proceso cada 100 unidades producidas.		
	Evaluación de desempeño al personal involucrado en el proceso a partir de los indicadores de fábrica visual implementados con anterioridad.		
	Desarrollo de contenedores de producto terminado de bajo volumen y distribución de inventarios a stock comercial que no excedan las 48 horas desde su almacenaje.		
Realizar un análisis financiero demostrando	Comparativo del costo marginal por unidad antes y después de la desarrollo	Con el objetivo de establecer resultados definitivos, se hace necesario que el	Balanceo de línea relación punto de equilibrio,

los beneficios de la metodología de Manufactura Esbelta en Martinplast S.A.S mediante un análisis de la relación costo-beneficio.	Calculo de las horas-hombre por unidad antes y después de la desarrollo	proceso fluya y se determinen los costos de los mismos y se comparen frente al costo inicial con el que se parte la investigación. Se da un tiempo de medición de cuatro semanas y una semana para mostrar las cifras consolidadas.	modelos para costeo de producción.
	Consolidación de los costos de los desperdicios desde la semana cero hasta la fecha de cierre y evolución mostrada frente al costo de las unidades recuperadas.		
	Definición del nuevo costo final de producción y definición de los volúmenes producidos al día Vs. Oferta comercial.		

Fuentes: Autoras, octubre 25 de 2014.

1.4.3 Marco normativo y legal

Las normas que se usan en la industria plástica de acuerdo con la Normatividad vigente Colombiana son las siguientes (Véase *tabla 2*).

Tabla 2. Normas aplicadas a la industria plástica en Colombia

Decreto Gobierno Nacional	Ley 2811/74	Código de los Recursos naturales renovables. Art. 34: Manejo de residuos, basuras, desechos y desperdicios.
Ley 9/79	Gobierno Nacional	Restricciones para el almacenamiento, manipulación, transporte y disposición de los residuos sólidos.
Resolución Ministerio de Vivienda y Territorial	189/94 de Ambiente, y Desarrollo	Regulaciones para impedir la introducción al territorio nacional de residuos peligrosos.
Decreto Ministerio de Vivienda y Territorial	1140/2003 de Ambiente, y Desarrollo	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 1713/2002 en relación con las unidades de almacenamiento y se dictan otras disposiciones.
Decreto Ministerio de Vivienda y Territorial	1505/2003 de Ambiente y Desarrollo	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 948/1995	Ministerio De Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Define el marco de acciones y mecanismos administrativos de las autoridades ambientales para mejorar y preservar la calidad del aire.
Resolución Ministerio de Salud	8321/1983	Se dictan normas sobre protección y conservación de la audición, de la salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de

	ruidos.
Resolución 1792/90 Ministerio de Trabajo, Seguridad Social y Salud	Por medio del cual se adoptan valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido
Ley 388/1997 Gobierno Nacional	Ley de ordenamiento territorial
ISO 1043-1: 1987: Plásticos – Símbolos (Extractos)	Polímeros básicos y sus características especiales, símbolos de materiales polímeros naturales y homopoliméricos

Fuentes: Ministerio de Medio ambiente, 20 noviembre de 2015

1.5 MARCO REFERENCIAL

1.5.1 Marco histórico

1.5.1.1 Sector económico

1.5.1.1.1 Historia del plástico

El plástico es un material relativamente joven, que tiene sus orígenes en el año 1860 con un concurso para sustituir el marfil natural para producir bolas de billar.

Fue el inventor Wesley Hyatt, quien desarrollo y patento una especie de material celuloide, aunque no gano el concurso si se produjeron diversos artículos a pesar de ser inflamable y no soportar la luz directa. Es con el tiempo aparecen nuevos tipos de plásticos que suplen en la actualidad diversas necesidades⁵.

Es en el año de 1907, que se desarrollaron nuevos polímeros sintéticos con mayor resistencia mecánica y resistencia a altas temperaturas, adicional se generaron polímeros naturales alterados. En la década de los 30 muchos países incentivaron a los químicos a buscar otras combinaciones y moléculas que pudieran enlazarse para crear polímeros; los ingleses por su parte descubrieron que el gas etileno polimerizaba bajo la acción del calor y la presión. Reemplazando en el etileno un

⁵ Historia del plástico, consultado el 20 de diciembre de 2014 en [<http://www.eis.uva.es/~macromol/curso04-05/teflon/paginas%20del%20menu/HISTORIA%20DEL%20PLÁSTICO.htm>]

átomo de hidrógeno por un cloruro se produjo el cloruro de polivinilo (PVC), un material duro, resistente al fuego y adecuado para canaletas de todo tipo.

Durante la misma época en Alemania se desarrolló el poliestireno, material transparente que se usó para diversos utensilios de cocina como vasos, tazas y demás.

Al empezar la Segunda Guerra Mundial, hubo una disminución de las materias primas, por este motivo la industria del plástico demostró ser una fuente inagotable, países como Alemania que desarrollo sustitutos del caucho natural que se pudiera utilizar, mientras que Estados Unidos tuvo que intensificar la producción de plásticos existentes por la decisión del gobierno Japonés de cortar con el suministro de caucho natural, seda y metales. Fueron muchos los materiales que se crearon para poder satisfacer la demanda de fibras textiles, blindajes y material bélico en general.

Durante los años de la posguerra se descubrieron y desarrollaron nuevos materiales plásticos pero no fue sino hasta la década del 50 que se creó el polietileno (De origen alemán por el químico Karl Ziegler) y el polipropileno por el italiano Giulio Natta que hasta la fecha son los plásticos con mayor uso en diversas áreas y que en el año de 1963 llevo a los dos científicos a compartir el premio Nobel de Química.

Después en la década de los 90 se desarrollan combinaciones entre polímeros para formar aleaciones plásticas, permitiendo así desarrollar nuevas tecnologías en toda la industria, adicional con la llegada de un nuevo siglo las empresas se fusionaron para mejorar sus desarrollos y así brindar oportunidades para el plástico⁶ en la *Gráfica 5*, se puede apreciar los principales países productores y consumidores de este material.

⁶ Historia y desarrollo del plástico, consultado el 21 de diciembre de 2014 en [<http://www.eis.uva.es/~macromol/curso04-05/teflon/paginas%20del%20menu/HISTORIA%20DEL%20PLÁSTICO.htm>].

Gráfica 5. Oferta y demanda del Plástico

País	Producción			Consumo			Consumo per capita		
	1994	1995	%	1994	1995	%	1994	1995	%
EE UU	34.142	35.701	4,6	29.317	33.916	15,7	103	128	7,9
Japón	13.034	14.027	7,6	10.840	11.308	4,3	87	90	3,8
Alemania	11.130	11.100	-0,3	10.000	9.780	-2,2	125	122	-2,2
Francia	5.200	5.100	-1,9	4.084	4.040	-1,1	71	70	-1,4
Bélgica	3.900	-	-	1.217	-	-	122	-	-
Italia	3.485	3.480	-0,1	5.015	5.140	2,5	89	91	2,2
Canadá	2.938	3.177	8,1	2.480	2.505	1,0	86	87	1,1
ESPAÑA	2.487	2.594	4,3	2.510	2.724	8,5	63	68	7,9
G. Bretaña	2.185	2.665	22	3.958	3.987	0,7	69	68	-0,5
Australia	1.018	1.011	-0,7	1.200	1.270	5,8	68	70	2,9

Fuente: <http://www.interempresas.net/Plástico/>. Consultado diciembre de 2014

1.5.1.2 Industria plastica Colombiana

La industria plastica nacional se desarrollo lentamente como la mayoria de paises en via de desarrollo, es por esta razón de la decada del cuarenta nace la ANDI (Asociacion nacional de Industriales), encargada de velar y fomentar el crecimiento de diversos sectores de la industria colombiana. En cuanto a la industria plastica, las empresas nacionales se dedicaron a producir especialmente articulos de aseo y de consumo masivo como son los peinillas.

Con la llegada de la Segunda Guerra Mundial, las principales economias dejaron de producir productos y materias primas, paises como Colombia tuvieron que fortalecer y fomentar el crecimiento de algunas industrias que se podian subsidiar, en el caso concreto de los plásticos esta clase de fomentos no se pudieron aprovechar ya que la materia prima se importaba de paises que estaban en guerra.

Es solo hasta diez años despues de terminar la Segunda Guerra Mundial que se construye y se pone en funcionamiento las primeras fabricas de generacion de materias primas como de articulos con base en el plástico, permitiendo asi diversificar sus productos. Hasta el año de 1975 las fabricas colombianas empezaron a cerrar debido a problemas energeticos a nivel mundial, ya que no se pudieron adaptar a las nuevas necesidades de produccion y productos.

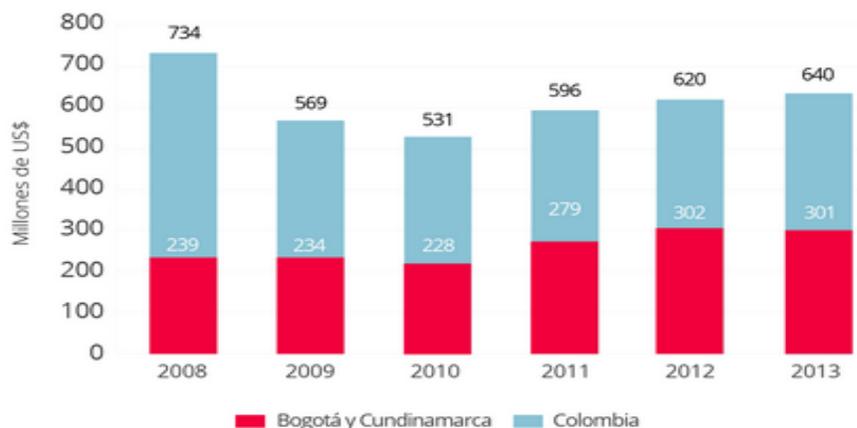
Es por eso que al inicio del siglo pasado la industria colombiana percibió sus mayores ingresos de prácticas agropecuarias y de la exportación de productos típicos como el café, la caña de azúcar, entre otras. Es por esta razón que se habla de la industrialización de los procesos solo hasta la década del 40, cuando el Gobierno hace diversas inversiones para fomentar la creación de industrias, además de la agrícola. En la década de los 70 el país empieza a invertir en desarrollos tecnológicos que permitan producir con efectividad, incremento de empleos y la disminución de la dependencia de fuentes externas, estas políticas no son muy bien recibidas por el país ya que no se cuenta con tecnología que permita mejorar los procesos y el capital humano no tiene el conocimiento necesario para hacerle frente a las nuevas tecnologías del momento.

Es hasta el año de 1990, con el Gobierno de Cesar Gaviria que se genera la apertura económica, también es en ese mismo periodo que se definieron las políticas arancelarias y el esquema de gravámenes de bienes con países que no se tuvieron acuerdos en el momento.

En la *Gráfica 6* se puede apreciar la evolución de las exportaciones de productos plásticos en los últimos años destacando el aporte del departamento de Cundinamarca y Bogotá⁷.

⁷Exportación de productos plásticos. Consultado el 22 de diciembre de 2014. [<http://es.investinbogota.org/invierta-en-bogota/invertir-bogota/industriales-bogota/industria-plasticos-bogota>].

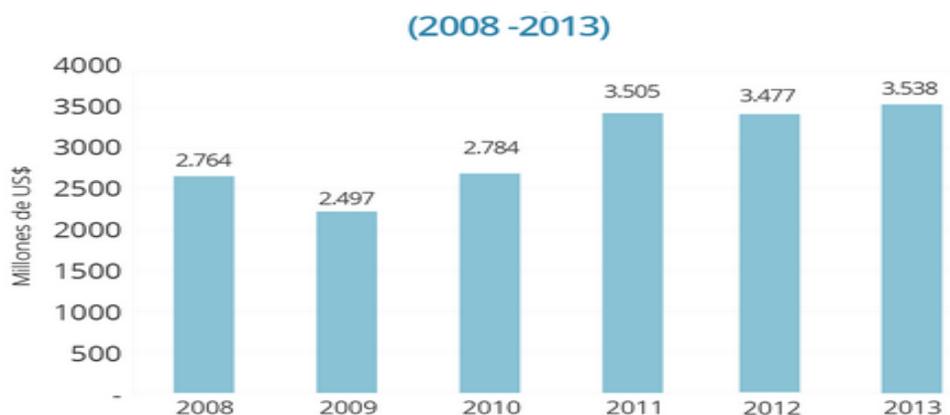
Gráfica 6. Histórico de exportaciones de productos plásticos



Fuente: <http://es.investinbogota.org/invierta-en-bogota/invertir-bogota/industriales-bogota/industria-plásticos-bogota>. Consultado diciembre de 2014

En el año de 2011, en Colombia se produjeron artículos con base en el plástico por valor de USD 4.000 Millones al año de acuerdo con el informe emitido en su momento por Acoplásticos, de acuerdo con su presidente Alberto Garay la industria durante ese año creció un 7,8%⁸, en la *Gráfica 7*, se puede apreciar el comportamiento de las ventas que ha tenido la industria plástica Colombiana.

Gráfica 7. Histórico de ventas de la industria plástica colombiana



Fuente: <http://es.investinbogota.org/invierta-en-bogota/invertir-bogota/industriales-bogota/industria-plásticos-bogota>. Consultado el 22 de diciembre de 2014

⁸ Ventas de la Industria plástica colombiana. Consultado el 22 de diciembre de 2014. [<http://www.elempaque.com/temas/Industria-colombiana-de-plástico-mueve-USD4000-millones+4089645>]

También durante este mismo informe se analizó las importaciones y la competencia que significa países como China, Ecuador y Perú, ya que dan condiciones desiguales al adquirir productos a menores precios y a su vez genera una situación de castigo a las exportaciones, adicional a que se nombra los elevados costos de la energía y su impacto directo en los costos de producción de artículos plásticos, lo que no va acorde con las políticas de internacionalización que han tomado tanto el Gobierno como diversos sectores económicos.

1.5.2 La Empresa

1.5.2.1 Historia:

En el año 2002 se constituyó la industria Martinplast en el barrio Bohíos de la localidad de Fontibón, en Bogotá, en un principio la empresa se concentró en la producción y distribución de tapones para toda clase de muebles entre los cuales se destacan puestos de madera, silletería plástica para restaurantes, bares y cafeterías, mesas plásticas, entre otros siendo este todavía su producto estrella. Gracias a la visión y esfuerzo de José Martin, actual dueño mayorista y fundador de la compañía, esta creció de manera rápida teniendo que diversificar los productos que comercializaba. Luego de cinco años dándose a conocer en el mercado local fue necesario trasladar las instalaciones al municipio aledaño de Funza (Cundinamarca) donde actualmente realiza su operación.

Durante estos años Martinplast ha desarrollado varias categorías de productos plásticos para uso industrial y doméstico.

1.5.2.2 Misión:

Nos proponemos ofrecer de forma oportuna productos de calidad, con estándares de producción eficiente a precios competitivos con el mercado nacional, contando con la mayor de las fortalezas que es el capital humano⁹.

⁹ Colaboradores Martinplast, consultados mayo 30 de 2014.

1.5.2.3 Visión:

Para el año 2015 ser la empresa de mayor reconocimiento en el mercado nacional, brindando productos de calidad, en condiciones adecuadas para los trabajadores y el medio ambiente¹⁰.

1.5.2.4 Valores¹¹:

- **Calidad.** Todas y cada una de las acciones realizadas por Martinplast están orientadas a satisfacer las necesidades de clientes, consumidores y empleados, contando con procesos eficientes que brindan un óptimo desempeño.
- **Honestidad.** Nuestras acciones son orientadas por una política de equidad, justicia y rectitud en cada acto desarrollado por nuestro personal dentro y fuera de las instalaciones de la compañía.
- **Respeto.** Por los empleados, el entorno y el medio ambiente, respetamos y apreciamos todos los factores que se pueden ver afectados por el desarrollo normal de la actividad económica que se realiza en las instalaciones de Martinplast SAS, formando así relaciones duraderas.

1.5.2.5 Organigrama:

Martinplast S.A.S. es una empresa familiar que no ha separado sus funciones, se puede decir que solo existen dos departamentos que dependen directamente de José Martin (Gerente y dueño). El Contador se encarga de todos los asuntos contables y administrativos que se puedan tener, tiene a su cargo una asistente contable y la secretaria que se encargan a su vez del día a día de la empresa, esta última se encarga del personal de aseo, vigilancia y del mensajero, es la que dictamina las labores que debe realizar cada uno durante el tiempo que estén con la empresa.

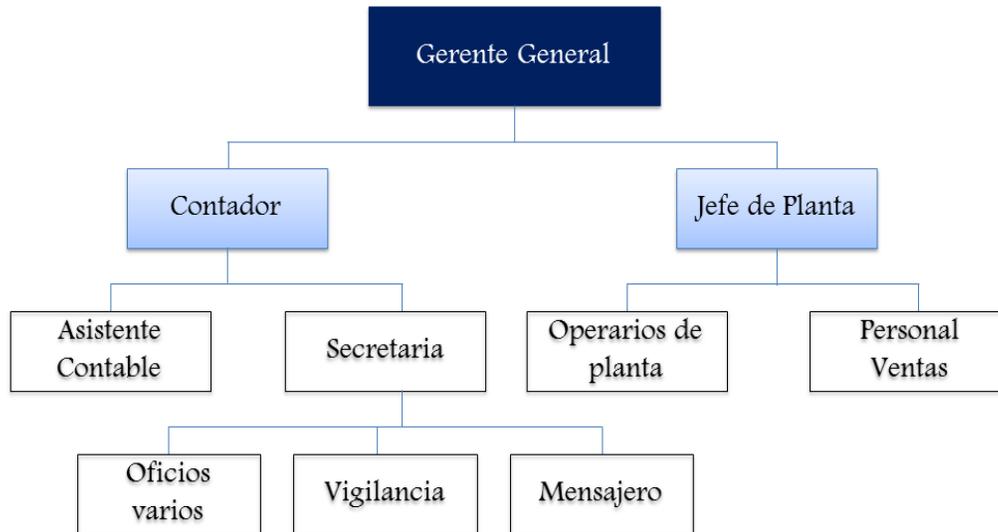
Mientras que en la planta, el encargado de dar las ordenes, fijar metas de trabajo y determinar las cantidades que se van a producir con base en las ventas y los pedidos es el señor Martin, él se encarga de toda la parte operativa del negocio

¹⁰ Colaboradores Martinplast, consultados mayo 30 de 2014.

¹¹ Colaboradores Martinplast, consultados mayo 30 de 2014.

junto con el jefe de planta, a su cargo tienen los tres turnos con que labora la compañía y la división del trabajo de los operarios, adicional el señor José conoce los clientes, sus pedidos y las condiciones de los mismos ya que en ocasiones se encarga con el personal de ventas de los pedidos (Como se puede ver en el organigrama, *Gráfica 8*).

Gráfica 8. Organigrama de Martinplast S.A.S.



Fuente: Secretaria de Martinplast S.A.S., Consultado en diciembre de 2014

1.6 MARCO TEORICO

1.6.1 Sistemas de manufactura

Son procesos de convertir la materia prima en productos, incluyendo el diseño, la selección de la materia prima y la secuencia de pasos a través de la cual se llevará a cabo el producto. La manufactura es una actividad compleja que involucra variedad de actividades y recursos como son las compras de materias primas, maquinaria, herramientas, planeación de los procesos, materiales, control de producción, servicio de apoyo, marketing, ventas, embarques y servicio al cliente¹².

¹²GROOVER, Mikell P. Fundamentos de manufactura moderna. Materiales, procesos y sistemas. México: Prentice-Hall Hispanoamerica S.A., 1997. 3-10 p.

Las actividades de manufactura deben responder diversas actividades, entre las que se pueden destacar:

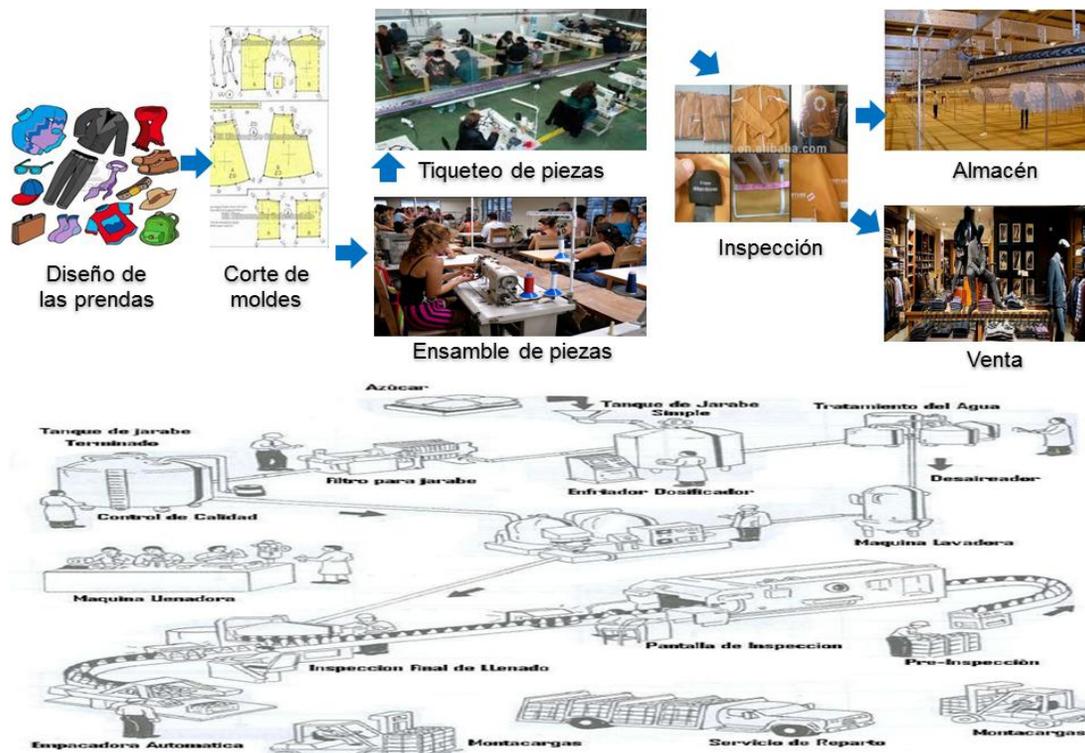
- Los productos deben ir conforme a las especificaciones del diseño y los estándares de producción que rigen en el país donde se realice dicho producto.
- La producción de los productos debe realizarse de acuerdo con normatividad ambiental y económica de acuerdo con el país donde se realicen los procesos.
- La calidad debe estar presente en cada etapa de producción, iniciando en el manejo de las materias primas pasando, por el sistema productivo y así obtener piezas adecuadas a las necesidades de los clientes.
- El método de producción debe ser flexible para responder a la cada vez más cambiante demanda del mercado.
- De manera constante debe realizarse una evaluación apropiada, oportuna y económica que permita desarrollar materiales, método de producción e integración por computadora de las actividades productivas y administrativas del proceso.
- Las actividades de manufactura deben ser enfocadas como un sistema, y hacer posibles estudios de mercado, diseño de los productos de acuerdo con las características que se tiene, tipos de materiales y el diseño del mismo.
- Las organizaciones deben fomentar el trabajo con calidad dentro y fuera del proceso productivo y la optimización de los recursos con que se dispone, contando con el esfuerzo de los empleados por hora de trabajo y el rechazo de desperdicios.

1.6.1.2 Clases de sistemas de producción.

Se distinguen diversos tipos de sistemas de producción de acuerdo con dos criterios, (el sistema de venta y la modalidad de procesos) como se puede observar en la *Gráfica 9*, en la primera parte se describe la producción bajo pedido como son las prendas de vestir que se realizan de acuerdo a las tendencias,

temporadas o estados climáticos y siempre dependerán de los diferentes gustos de los clientes de la organización, mientras que en la segunda parte se describe una producción de flujo continuo como es la producción de bebidas gaseosas. De acuerdo con estos criterios se puede decir que los sistemas de Producción se clasifican de la siguiente manera¹³.

Gráfica 9. Tipos de sistema productivo



Fuente: Autoras, elaborado el 28 de octubre de 2015.

1.6.1.3 Producción de acuerdo con el sistema de ventas

Este sistema de Producción se clasifica a su vez en dos subsistemas¹⁴.

- **Producción bajo pedido.** Se realiza de acuerdo con las necesidades del cliente y por lo general los productos a fabricar deben cumplir con ciertas características, este modo de fabricación es muy utilizado en las industrias

¹³GONZÁLEZ RIESCO, Montserrat. Gestión de la producción. ¿Cómo planificar y controlar la producción industrial? España: Ideas propias Editorial, 2006. p. 1-10.

¹⁴Tipos de Sistemas de producción, consultado el 3 de enero de 2015 en [http://es.scribd.com/doc/55904533/TIPOS-DE-SISTEMAS-DE-PRODUCCION].

textiles, imprentas y empresas dedicadas a la ejecución de proyectos. El control de actividades y secuencia de los procesos es muy difícil debido que se debe utilizar los mismos equipos e instalaciones para procesar pedidos de diferentes características.

- **Producción estandarizada.** Son artículos que manejan gran cantidad de inventarios para estar disponibles en cualquier momento de acuerdo con la demanda del cliente y cuenta con alto grado de estandarización. Los artículos del hogar son los que mejor representan este tipo de sistema, esta clase de Producción es apta para producir gran cantidad de productos.

1.6.1.4 Producción de acuerdo con el proceso

De acuerdo con el tipo de proceso a realizar los sistemas de producción se pueden clasificar de la siguiente manera.

- **De flujo continuo.** No existe detección de producción y se realiza con gran volumen en forma continua, debido que parar los procesos es incurrir en altos costos, estos tipos de producción se utilizan para industrias metalmeccánicas, hidrocarburos y alimenticio como el azúcar y las bebidas gaseosas.
- **Producción en masa.** Se producen unidades de producto con grandes niveles de estandarización, en este tipo de procesos la automatización es más económica, rentable y productiva. Las industrias de automóviles y electrodomésticos son realizadas con este tipo de sistemas productivos. Las actuales tecnologías permiten que los sistemas de producción en masa sean flexibles pero con una inversión bastante alta debido a la automatización de los procesos.
- **Producción por lotes.** El proceso productivo es adaptable al tipo de instalaciones e intercambiable de acuerdo con el cambio del tipo de producto y de uso de herramientas o materias primas totalmente nuevas en el proceso. Este tipo de sistemas de producción es muy usado en la fabricación de productos limitados y que no se justifica gran inversión para producirlos en masa.

- **Tipo taller.** Son tipos de producción flexible debido que la planta está organizada por departamentos, y cada uno está a cargo de un tipo de proceso. Se produce por lotes pero con independencia de un departamento al otro, se generan costos bastante altos debido a que cada departamento debe estar dotado de todas las herramientas y equipos que necesite sin tener que recurrir a otras áreas.
- **Tipo proyecto.** Es el tipo de producción de artículos únicos basados por lo general en un proyecto. Cada unidad se fabrica solo una vez y de acuerdo con pedido del cliente que puede cambiar debido al tipo de material o características que debe tener. Este tipo de sistemas de producción es muy usado en la industria de la construcción o producción de artículos de lujo, es por esta razón que se manejan costos muy altos tanto en la fabricación como en el transporte de materiales.

1.6.2 Manufactura esbelta

En la primera mitad del siglo XX, en Japón nace la manufactura esbelta como un sistema de producción aplicado en la fábrica Toyota donde se promueve procesos de manufactura eficientes y estrictos pero desarrollando la cultura de respeto al trabajador. El principal objetivo de la fábrica Toyota es el desarrollo de la ideología de manufactura esbelta que era el mejoramiento de la producción y la reducción de los costos siguiendo las ideas de la administración científica de Taylor y la línea de ensamble de Ford. El enfoque de la manufactura esbelta es más amplio en cuanto a los costos porque no solo se enfoca en los de producción sino que también abarca los de venta, administración y capital¹⁵.

La manufactura esbelta permite eliminar todas las operaciones que no agregan valor al producto, servicio y/o proceso, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminación de aquello que no se requiere.

¹⁵ <http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/070625194722-Manufact.html>. [Consultado el 18 de abril de 2015].

El principal objetivo de la manufactura esbelta es minimizar el desperdicio (Todo aquello que no agregue valor y por lo tanto aquello por lo que el cliente no esté dispuesto a pagar). Con el desarrollo de la manufactura esbelta se establece siete tipos de desperdicios que no agregan valor al proceso de producción como se puede observar en la *Gráfica 10*.

La clasificación de los desperdicios es la siguiente¹⁶.

Gráfica 10. Tipo de desperdicios de la filosofía de la manufactura esbelta



Fuente: <http://blog-ledge-eu/dirección-operaciones/operación-producción-jose-manuel-yague-principios-del-lean-manufacturing/>. Febrero de 2014

Sobreproducción. Producir artículos que no tienen órdenes de producción o que el cliente aun no requiere, provoca en la organización costos por almacenar y mantener inventarios. Es considerada la mayor causa de desperdicio y la principal pérdida de dinero en las empresas actuales.

Espera. Es el tiempo que se pierde (Operario, máquina o cliente) por tener que esperar que las condiciones del proceso se den para iniciar actividades, este tipo de desperdicios son fáciles de percibir a través de la observación.

¹⁶RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. España: Ediciones Díaz de Santos, 2010. 1-31 p.

Transporte innecesario. Mover al producto o alguna de sus partes durante el proceso productivo es considerado un desperdicio porque puede causar algún daño y por lo tanto crea un retrabajo.

Sobre procesamiento. Cuando los requerimientos, necesidades y deseos de los clientes no son claros generan procesos innecesarios a la producción y por lo tanto aumento de costos.

Inventarios. Tener excesos de materias primas, inventarios en proceso o productos terminados causan tiempos de entrega más largos por daño en los productos, costos de transporte, almacenamiento y retrasos. También significa para la organización no conocer problemas de producción, entregas retrasadas por parte de proveedores y a los clientes.

Movimiento innecesario. Son los movimientos que el personal realiza y que no son necesarios durante sus actividades (ejemplos de estos movimientos son acumular las piezas, herramientas, desplazamientos innecesarios, subir o bajar por las escaleras con documentos que no están organizados).

Productos defectuosos. Producir partes defectuosas genera costos de reproceso, reemplazos en la producción e inspecciones de los procesos y productos, esto para la empresa significa tiempo y esfuerzo desperdiciado y que genera gastos de dinero.

Algunos autores cuentan como desperdicio al talento humano (En cuanto a no utilizar la creatividad, experiencia y conocimiento de las condiciones reales de la organización que tiene cada uno de los empleados en el proceso o actividades propias de su cargo).

Para la identificación de los desperdicios presentes en la organización es necesario que los empleados desarrollen la cultura de identificación, toma de decisiones sobre el desperdicio y su constante eliminación. Para definir y clasificar los desperdicios se pueden pensar en tres tipos de niveles¹⁷.

¹⁷ Herramientas y técnicas Lean Manufacturing en sistemas de producción y calidad, publicado por Guillermo MandonadoVillalva, en El prisma. Portal de investigadores y profesionales, consultado el

Nivel 1. Son aquellos desperdicios que son fáciles de identificar y que generan un gran impacto en la organización.

Nivel 2. Son los desperdicios que se encuentran en los procesos y métodos.

Nivel 3. Son los desperdicios menores dentro de los procesos.

El principal objetivo de la manufactura esbelta es implementar una filosofía de mejora continua que le permita a las empresas reducir costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios, permitiendo aumentar la satisfacción de los clientes y tener un mayor margen de utilidad. Para el desarrollo de la manufactura esbelta en las organizaciones se debe tener presente los 5 principios del pensamiento esbelto¹⁸.

- Definir el valor desde el punto de vista del cliente. Los clientes actuales no solo buscan un producto o servicio sino una solución para las necesidades y problemas que tenga la empresa.
- Identificar tu corriente de valor. Identificar aquellos desperdicios que no agreguen valor al proceso o producto, algunos de estos desperdicios son inevitables y otros son eliminados al tiempo que se identifican.
- Crea flujo. El proceso de la empresa (Independientemente que sea de producción o servicio) debe fluir de una manera suave y directa, pues cada paso debe agregar valor al que le sigue, desde la materia prima hasta el consumidor final del producto o servicio.
- Produzca el “Jale” del cliente. Una vez realizado el flujo, las organizaciones deben ser capaces de producir de acuerdo con las necesidades y deseos de los clientes y no basándose en los pronósticos de ventas que muchas veces no eran modificados en largos plazos.

Persiga la perfección. Cuando los empleados de la organización son conscientes de los 4 primeros principios, se desarrolla una eficiencia siempre que sea posible.

24 de mayo de 2015, en [\[http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/manufacturaesbelta/default12.asp\]](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/manufacturaesbelta/default12.asp).

¹⁸RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. España: Ediciones Díaz de Santos, 2010. 1-31 p.

1.6.3 Herramientas de manufactura esbelta

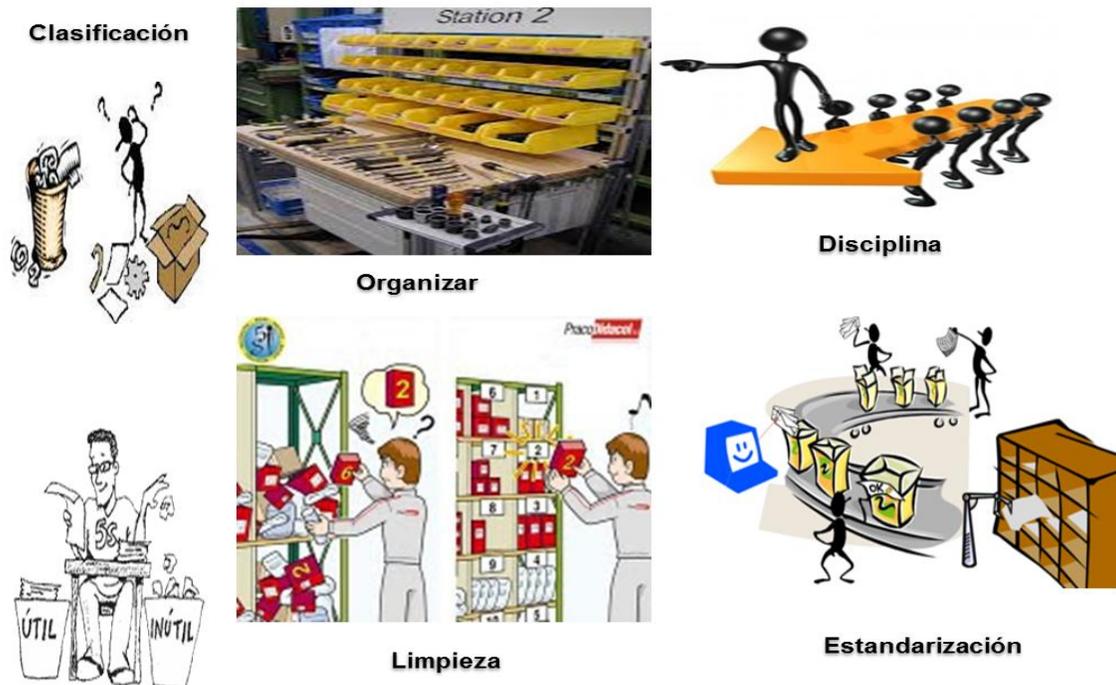
Para reducir o eliminar los desperdicios por medio de la manufactura esbelta se pueden utilizar las siguientes herramientas.

1.6.3.1 Las 5`S

Son herramientas que no solo se pueden utilizar en el campo laboral sino también en la vida personal como se observa en la *Gráfica 11*, aunque se originaron en Japón se han difundido por todo el planeta.

Las 5`S es una filosofía de trabajo en oficinas que consiste en desarrollar las actividades de orden y limpieza y a su vez de detección de anomalías en todos los ámbitos del trabajo (Puestos, zonas comunes y/o cajoneras). Adicionalmente las 5`S son principios japoneses que se encaminan a conseguir instalaciones limpias, ordenadas y con las herramientas ordenadas¹⁹.

Gráfica 11. 5'S Japonesas



Fuente: Autoras, elaborado el 28 de octubre de 2015.

¹⁹ VILLASEÑOR C., Alberto y GALINDO C., Edber. Manual de Lean Manufacturing. Guía básica. Monterrey: Editorial LimusaS.A, 2008. p. 79-80.

Entre los beneficios que se pueden obtener en la implementación de las 5´S podemos destacar los siguientes:

- Mayores niveles de seguridad y calidad en los productos
- Tiempos de respuesta más cortos
- Aumento de la vida útil de equipos y herramientas
- Reducción en la producción por conceptos como defectos y a su vez existe una disminución de gastos

Las 5´S son:

Seiri (Clasificar u organizar): Consiste en retirar del área todos los elementos que no son necesarios para realizar las labores. Se trata de separar todo aquello que no sirve de lo que sí lo hace, para ello es necesario clasificar los elementos innecesarios de aquellos que son utilizables en el desarrollo de actividades de cada cargo, además permite eliminar de la mentalidad “Por si acaso”. La clasificación consiste en:

- Separar las cosas realmente necesarias de aquellas que no lo son del lugar de trabajo (Eliminar el exceso).
- Organizar las herramientas y/o utensilios en aquellos lugares que permitan realizar cambios en el menor tiempo posible.
- Eliminar elementos que afecten el funcionamiento de los equipos y que pueden generar alguna avería, dentro de la eliminación se puede contar también con la información innecesaria que en varias ocasiones conducirá a errores.
- Se libera espacio útil en todos los lugares donde se desarrolle alguna actividad importante.
- Reducir tiempos de acceso al material, documentos y cualquier herramienta necesaria para realizar las funciones del cargo.
- Mejorar control visual de inventarios, elementos de producción, planos, documentos en general y materias primas que estén por agotarse y que se les requieran surtir.
- Preparar áreas de trabajo para desarrollar cualquier tipo de mantenimiento.

Seiton (Ordenar): Consiste en dar un espacio fijo a los elementos que se ha organizado anteriormente y que se puedan encontrar con facilidad, permite tener una mejor visualización de los elementos de trabajo, una estrategia notable que se puede utilizar es poner “todo en su lugar”. Ordenar permite:

- Disponer un lugar adecuado para los elementos utilizados en cada laborar de acuerdo con las funciones realizadas por cada persona.
- Disponer de un sitio identificado para ubicar los elementos de acuerdo con la frecuencia con la que se utilicen (Alta, medio y/o baja), adicionalmente identificar aquellos que no se utilizarán en un futuro cercano.
- Facilitar la identificación visual de la maquinaria, equipos, alarmas y demás elementos necesarios para llevar a cabo cualquier actividad de forma segura.
- Identificar, localizar y conocer las funciones principales de los sistemas auxiliares del proceso (Tuberías, aire acondicionado, etc.).
- Liberar espacio, adicionalmente facilita realizar el aseo y limpieza del lugar de trabajo.

Seiso (Limpiar): Consiste en eliminar el polvo y la suciedad de todos los elementos de la organización, el puesto de trabajo o cualquier área que se use. Se debe identificar los problemas de escapes, averías y fallas en general. Para limpiar requiere:

- Asumir la limpieza del puesto de trabajo de manera diaria, y hacerlo como parte del desarrollo normal de las actividades del día a día.
- Inspeccionar los equipos y los puestos de trabajo (Permite conocer de manera más profunda las condiciones en las que se trabaja).
- Realizar la limpieza puede disminuir los riesgos de accidentes de trabajo físicos, eléctricos y químicos.

Adicionalmente la limpieza tiene varios beneficios como son los siguientes:

- Disminuye los riesgos de sufrir accidentes tanto laborales como personales para cualquiera de los empleados de la organización.

- Mejora el bienestar físico y mental de los empleados de cualquier organización en el ámbito laboral y personal.
- Incrementa la vida útil de los equipos, ya que se identifican fácilmente los daños y las condiciones no adecuadas de trabajo.
- Reduce el uso de energía y de materiales, debido a identificación y posterior eliminación de fugas y escapes.
- Mejora la calidad de los productos, ya que se evita la contaminación en los empaques y medios.

Seiketsu (Estandarizar): Permite mantener el estado de limpieza y organización que se tiene por la implementación de las prácticas anteriores (Implementación de las primeras 5`S), reduciendo tiempos en la búsqueda y verificación del estado de las herramientas o puestos de trabajo, se puede decir en otras palabras que son los mismos colaboradores los que adelantan actividades y programas homogéneos para llevar a cabo múltiples actividades para su propio beneficio.

Al estandarizar se pretende que cualquier organización alcance los siguientes resultados:

- Mantener los logros que se alcanzaron con la puesta en marcha de las tres primeras S (Organizar, ordenar y limpiar).
- Capacitar a los trabajadores de todos los niveles a elaborar normas y realizar los respectivos seguimientos con el apoyo de las directivas.
- Fomentar modelos y/o guías para ser divulgadas en todos los ámbitos de la organización que se pueden dar a conocer a los trabajadores nuevos y antiguos.
- Al estandarizar los procedimientos se puede verificar que los mismos se esté cumpliendo a través de auditorías y el desarrollo de una filosofía organizacional para cumplir objetivos.

Dentro de los beneficios que se pretenden obtener con la adecuación y uso de la estandarización se puede destacar los siguientes:

- Permite mantener de diversas maneras los conocimientos producidos por el desarrollo normal del trabajo.
- Se mejoran los ámbitos de limpieza de todos los trabajadores en todos los ámbitos al desarrollar hábitos de limpieza y orden permanente.
- Los operarios deben aprender a conocer y mantener los equipos de los cuales hacen uso todos los días con el desarrollo de sus labores.
- Se prepara a todo el personal a asumir mayores responsabilidades y decisiones que permitan mejorar las condiciones de la organización.
- Existe un aumento de la productividad en oficinas y plantas al disminuir los tiempos de procesos.

Shitsuke (Disciplinar): Consiste en evitar romper los procedimientos establecidos previamente por la organización, esta práctica permite que las organizaciones tengan una política de mejora continua constante y que se cumplan los objetivos establecidos al implementar las 5S. El uso de esta práctica implica:

- Todos los miembros de la organización aprenderán a respetar las normas y estándares definidos para la conservación de un lugar de trabajo adecuado para realizar diversas actividades.
- Se genera una filosofía de trabajo en pro del buen funcionamiento de la organización.
- Generar hábitos de autocontrol y reflexión sobre el cumplimiento de las normas de la organización.
- Establecer un ambiente de respeto por los demás y por las normas establecidas por todo el personal de acuerdo con la cultura de la organización.

Con la implementación y puesta en marcha de la disciplina se pueden obtener los siguientes beneficios:

- Se crea una cultura de respeto, uso adecuado y cuidado de todos los recursos de la organización.
- Se genera cambios en los hábitos de todo el personal en cuanto al seguimiento de estándares y normas.

- Al desarrollar políticas estandarizadas se aumenta la satisfacción de los clientes.
- Las áreas se convierten en lugares agradables para los empleados de la organización.

El objetivo principal de las 5`S es mejorar las condiciones del entorno laboral, ya que en los sitios desorganizados y sucios se pierde la eficiencia y la moral del trabajador se reduce. La implementación de las 5`S trae beneficios en diferentes áreas, porque permite eliminar despilfarros y permite mejorar las condiciones de seguridad industrial, además de aumentar la motivación del personal en general.

Otro beneficio que aporta a las compañía el uso de las 5`S es la mejora de la calidad, disminuyendo los tiempos de respuesta y aumentado la vida útil de los equipos porque se genera una cultura organizacional en la que todos los niveles de la compañía se deben comprometer en la mejora continua de los procesos.

1.6.3.2 Justo a tiempo

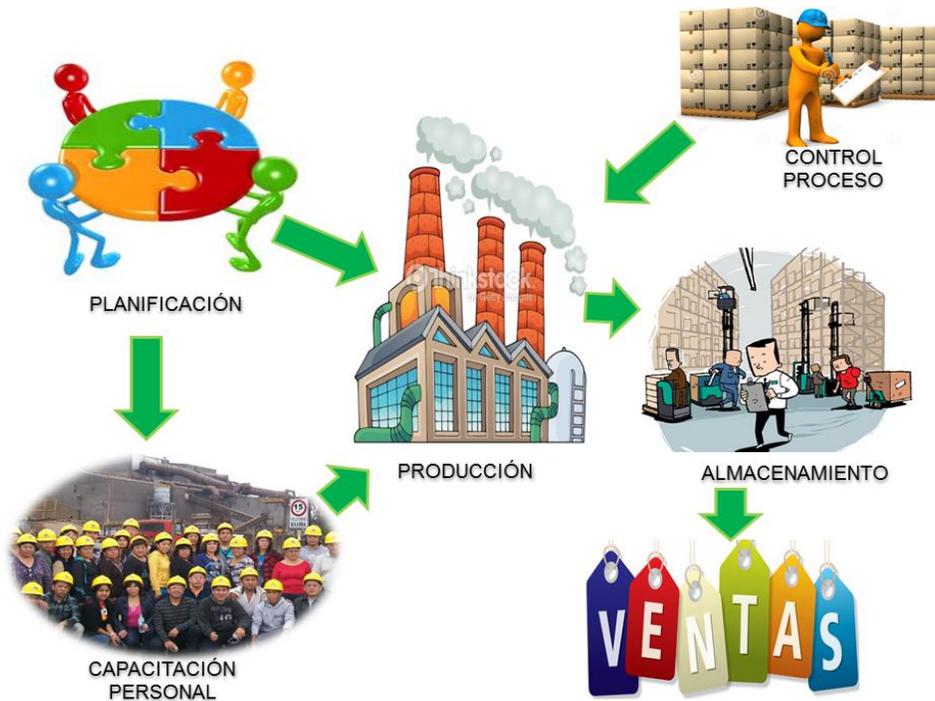
Es un conjunto de filosofías administrativas e industriales originarias de Japón, que se inició en el año 1976. La técnica de Justo a tiempo se enfatiza en el control del material para ubicar y eliminar el desperdicio²⁰. La idea básica del Justo a tiempo es producir los artículos en los momentos requeridos para que sean procesados y vendidos en los tiempos establecidos por la organización o por el cliente. Con el desarrollo de esta técnica se pueden obtener beneficios de:

- Disminución de los inventarios y por ende la inversión de dinero, espacio y capital humano por este mismo concepto.
- Reducir las pérdidas de material, ya que se genera menor cantidad de desperdicios²¹.
- Se mejora la productividad global de la organización como se puede observar en la *Gráfica 12*.

²⁰ VILLASEÑOR C., Alberto y GALINDO C., Edber. Manual de Lean Manufacturing. Guía básica. Monterrey: Editorial LimusaS.A, 2008. p. 73-74.

²¹ RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. España: Ediciones Díaz de Santos, 2010. 1-31 p.

Gráfica 12. Esquema del Sistema Justo a tiempo



Fuente. Autoras, elaborado el 28 de octubre de 2015.

- Disminuye los costos financieros, ya que además de optimizar recursos se genera una filosofía de cero defectos.
- Disminuye costos de calidad, cuellos de botella y problemas con proveedores no confiables.
- Se disminuyen los procesos desordenados y que no generan valor a la organización.
- Disminución de espacios destinados al almacenamiento de materias primas, productos en proceso y productos terminados.

El justo a tiempo tiene siete pilares, entre los cuales se encuentran²².

- Igualar la oferta y la demanda. Lo que importa es producir o tener lo que el cliente requiere de cada producto elaborado por la compañía.

²² VILLASEÑOR C., Alberto y GALINDO C., Edber. Manual de Lean Manufacturing. Guía básica. Monterrey: Editorial LimusaS.A, 2008. p. 73-74.

- El peor enemigo son los desperdicios. Eliminar los desperdicios son la causa de muchos males en la organización, pero se realizan de acuerdo con un análisis que se efectuó previamente en las células del trabajo.
- Los procesos deben ser continuos no por lotes. Se debe procurar la producción de unidades necesarias en las cantidades necesarias y en los tiempos establecidos.
- Mejora continua. Para tener una mejora continua debe ser constante y perseverante, pero recordando hacer el trabajo pasó a paso para lograr las metas propuestas.
- El ser humano es lo primero. Las personas son los recursos más importantes que puede tener la organización, porque de ellos depende la implementación y el correcto seguimiento de las metas trazadas.
- Sobre producir es igual a la ineficiencia. Tener que producir mayores cantidades de un producto, es consecuencia de la mala calidad que se tiene en los procesos o materias primas.
- No vivir el futuro. Se debe evaluar los sistemas de medición desempeño y cumplir las metas a corto plazo y siendo modificados de acuerdo con los inconvenientes que se presenten.

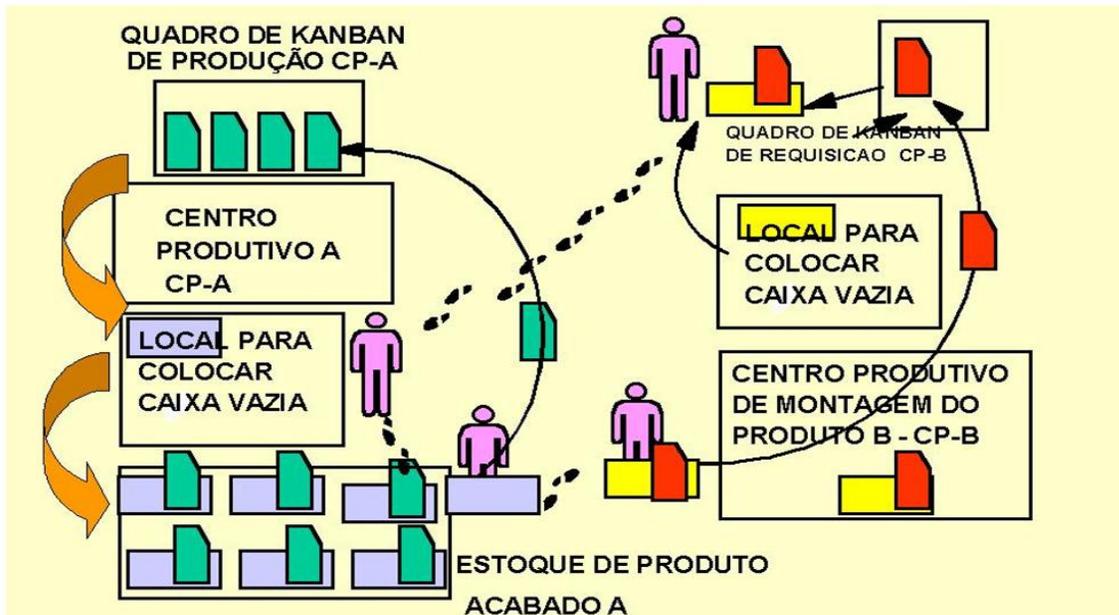
Con el desarrollo de la filosofía Justo a Tiempo, se desarrollarán varias ventajas, ya que se definen variables en las que se puede ser competitivo en el mercado vs los competidores y crear con los clientes una relación de fidelidad, para cumplir dicho propósito se debe numerar las ventajas como son menores costos, mejoras en la calidad y el servicio al cliente interno como externo, flexibilidad en los procesos de acuerdo con las variaciones de la demanda e innovación en productos, procesos y mercados, aunque cada empresa debe definir con que variable quiere competir en el mercado²³.

El sistema justo a tiempo se sustenta sobre cuatro pilares fundamentales, con lo que se busca identificar los problemas, enfrentarlos y resolverlos como se puede apreciar en la *Gráfica 13*.

²³ VILLASEÑOR C., Alberto y GALINDO C., Edber. Manual de Lean Manufacturing. Guía básica. Monterrey: Editorial LimusaS.A, 2008. p. 73-74.

es su principal función) como se observa en la *Gráfica 14*. En la gráfica se observa como el método Kanban que determina las unidades a producir de acuerdo con la demanda de los productos y la distribución de ubicaciones para desarrollar cada actividad del proceso.

Gráfica 14. Kanban



Fuente. <http://www.pbarreto.com/paginas/kanban.html>. Febrero de 2014.

También se denomina sistema de tarjetas pues para su implementación se utiliza tarjetas que contienen información del material y se despegan cuando se haya utilizado, dichas tarjetas actúan de testigo del proceso de producción²⁵. Explicado de una manera sencilla, el sistema Kanban consiste en etiquetar o marcar aquellos productos que salen de la línea de producción para luego ser llevadas al almacén, las etiquetas deben regresar a la línea de producción, por otra parte, el término es usado para designar los procesos de inventario y de mejora continua.

Tipos de Kanban. Este sistema tiene diversas aplicaciones en la industria, en la actualidad se puede hablar de los siguientes tipos de tableros²⁶.

²⁵RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José Luis. Lean manufacturing: La evidencia de una necesidad. 2 ed. España: Ediciones Díaz de Santos, 2010. p. 94-120.

²⁶Kanban, consultado el 12 de mayo de 2015 en [<http://leanroots.com/kanban.html>].

- De producción. Contiene las órdenes de producción de acuerdo con los procesos realizados por la empresa.
- De transporte. Es usado para el transporte de productos.
- Urgente. Es usado en casos de escasez de uno o más componentes del sistema productivo.
- De emergencia. Es usado cuando un componente defectuoso, daños de las máquinas o se debe realizar un trabajo especial o extraordinario que sea presentado en condiciones insólitas.
- De proveedor. Cuando la distancia entre el proveedor y la empresa es considerable.

Para implementar Kanban, es necesario cambiar a un modelo de reducción de tiempos de fabricación a través de lotes pequeños, pero también es necesario desarrollar un sistema de producción mezclado con etiquetas de colores y de pasos ordenados, establecidos por ruta de flujo de materiales. Además aquellos artículos de valor especial deben ser tratados de acuerdo con la comunicación entre los departamentos de ventas y de producción, es por este motivo que se debe actualizar constantemente este tipo de sistema²⁷.

El sistema Kanban tiene como funciones principales el control de la producción y la mejora de los procesos. La primera es la integración de los diferentes procesos y el desarrollo de la metodología de justo a tiempo, mientras que la segunda, facilita la mejora de las actividades de la organización, ya que se pretende eliminar desperdicios, organizar el área de trabajo y cambiar la mentalidad de las personas que intervienen en el proceso productivo.

Las ventajas al hacer uso del Sistema Kanban son²⁸:

- Aumento de la flexibilidad de los procesos de transporte y producción.
- Con el uso de herramientas informáticas permite conocer todos los aspectos de la organización en cada momento y dar las respectivas

²⁷ VILLASEÑOR C., Alberto y GALINDO C., Edber. Manual de Lean Manufacturing. Guía básica. Monterrey: Editorial LimusaS.A, 2008. p. 75-78.

²⁸ Método Kanban. Disminuir retrasos y crear un sistema de producción eficiente. <http://www.pdcahome.com/metodo-kanban/>. Consultado el 25 de mayo de 2015.

instrucciones basadas en la situación actual de cada área de la organización.

- Reducción de papeleo y trabajo innecesario.
- Mejorar el control de stock de material.
- Hay facilidad de control de material.

1.6.3.4 Sistema Jalar

Es un sistema de producción donde cada operación estira el material que necesita de la operación anterior. Consiste en que las organizaciones produzcan solo lo necesario para realizar las operaciones que vienen. Se pretende que la estación de trabajo cuente con las cantidades exactas de cada material, insumo o producto en proceso para ser procesadas o transportadas²⁹. Para que se pueda dar el sistema “Jalar” se debe comenzar desde el final de la cadena de ensamble e ir de atrás hacia el resto de los componentes de la cadena productiva, se deben incluir los proveedores y el personal de ventas como se puede apreciar en la *Gráfica 15*.

Gráfica 15. Estrategia del Sistema Jalar



Fuente. Autoras, elaborado el 28 de octubre de 2015.

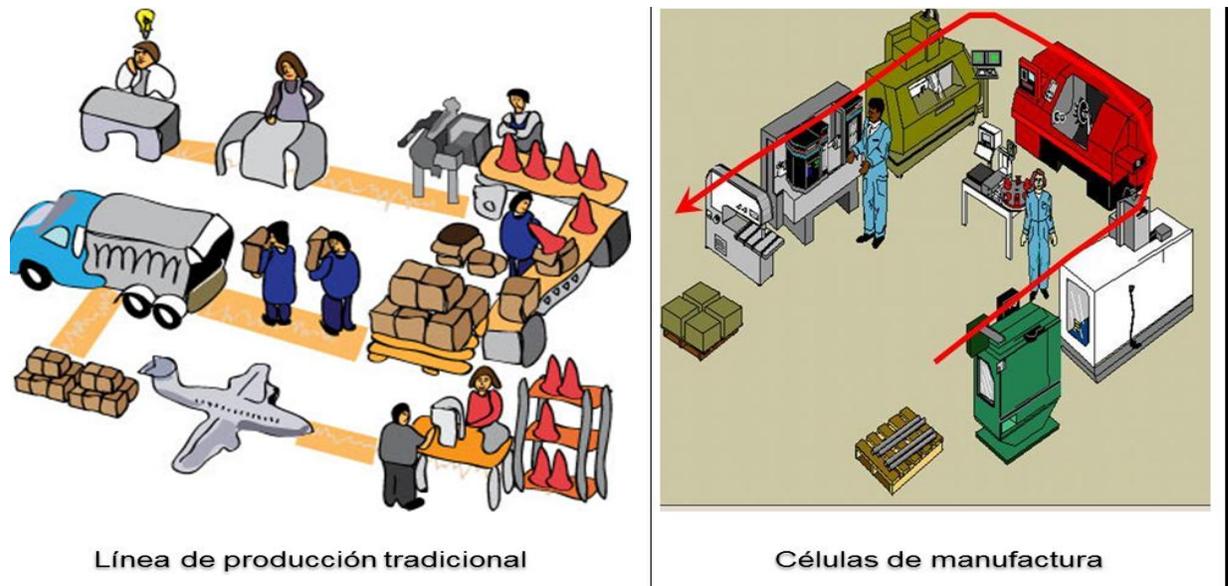
²⁹ VILLASEÑOR C., Alberto y GALINDO C., Edber. Manual de Lean Manufacturing. Guía básica. Monterrey: Editorial LimusaS.A, 2008. p. 100-101.

Es acompañado por un sistema simple de información llamado Kanban, con la implementación de estas herramientas se reducen los inventarios que se tengan en proceso y se ajusta a las etapas de fabricación³⁰.

1.6.3.5 Células de Manufactura

Es la agrupación de máquinas distintas con el objetivo de simular el flujo de producción. Para desarrollar una célula de manufactura se debe ordenar y limpiar el lugar de trabajo, seguido de acortar las bandas transportadoras (A través de puestos de trabajo a menores distancias), fijando rutas del producto y eliminar almacenes de inventario en proceso³¹. Es una herramienta que ha sido frecuentemente utilizada por aquellas compañías que están interesadas en la filosofía Lean, ya que permite tener una visión diferente de la que maneja la empresa como se puede apreciar en la *Gráfica16*. En la cual se aprecia la comparación de las líneas de ensamble tradicional a una por células de manufactura.

Gráfica 16. Cambios por el uso de Células de manufactura esbelta



Fuente. Autoras, elaborado el 28 de octubre de 2015.

³⁰ VILLASEÑOR, Alberto y GALINDO, Edber. Lean manufacturing: Guía básica en conceptos y reglas de Lean Manufacturing. México, Editorial Limusa S.A., 2007. Pág. 30 – 60.

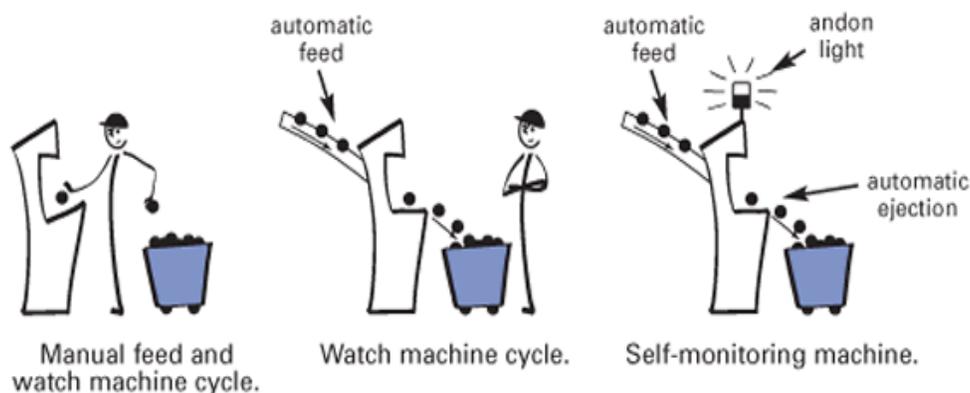
³¹ RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. España: Ediciones Díaz de Santos, 2010. 123-138 p.

Existen varios tipos de células de manufactura, entre los cuales se pueden nombrar los siguientes:

1.6.3.6 Jidoka

Es una palabra de origen japonés que no tiene traducción directa al español, aunque se puede decir que el término significa “autoformación”. La idea es que se pueda solucionar cualquier inconveniente en el mismo momento que se ha producido. Este término fue revolucionario porque chocaba con el esquema propuesto por Taylor (Solo el jefe de la planta tenía la suficiente experiencia, conocimientos y habilidades para detener la cadena de producción y los trabajadores solo realizaban el trabajo que se les imponía por escalera jerárquica de mando) como se puede observar en la *Gráfica 17*³². En la gráfica se observa diferentes maneras de corregir los errores cuando se producen en la línea de producción, y no como se realiza en la forma tradicional que se descarta las piezas al final del proceso. Esta herramienta se usa en la detección de anomalías por parte de los operarios que realizan los procesos manuales o industrializados o en el caso de las plantas sistematizadas, las máquinas cuentan con alarmas y separación de piezas defectuosas.

Gráfica 17. Uso de la herramienta Jidoka



Fuente.

<http://www.lean.org/Common/LexiconTerm.aspx?termid=268&height=550&width=700>.

Consultado junio de 2015.

³² Definiendo “Automatización con un toque humano”, consultado el 5 de mayo de 2015 en [<http://world-class-manufacturing.com/es/jidoka.html>].

Otro aspecto importante del Jidoka, es el relacionado con el control de calidad, ya que tradicionalmente estaba a cargo de un departamento o área específica que al final del proceso seleccionaban aquellos productos que no cumplían con las especificaciones requeridas, pero, esto era un proceso costoso, y que se vio reemplazado por la inspección de calidad en todos los puestos de trabajo y realizado por cada uno de los trabajadores de acuerdo con el proceso elaborado³³.

El principal objetivo del Jidoka es verificar la calidad del producto de acuerdo con el proceso de producción, asegurando el 100% de la calidad en cuanto a tiempo, prevención de averías y detección de problemas en los equipos y uso de la mano de obra de manera eficaz.

Los beneficios que puede traer el Jidoka son los siguientes:

- Se garantiza la calidad de los componentes y el producto terminado, ya que se realiza el 100% de la inspección en el proceso.
- Existe reducción de tiempos de fabricación debido a la integración de las inspecciones de las líneas de producción.
- Hay una reducción de inventarios de seguridad e inspectores de calidad, ya que todos los operarios hacen control en cada puesto de trabajo.
- Se aumenta la productividad.

1.6.3.7 Poka-Yoke

Es un término japonés que significa “Evitar equivocaciones” o en otras palabras a prevenir posibles errores. Lo que se busca es garantizar la seguridad de la maquinaria ante los usuarios, procesos o procedimientos. En la actualidad se considera que existen dos tipos de errores que se pueden evitar a través del sistema de detección (cuyo tipo dependerá de la característica a controlar y en función del cual se suelen clasificar) y el sistema de alarma (Visual o sonora, que avise al producirse un error para que sea arreglado). Los errores pueden ser por

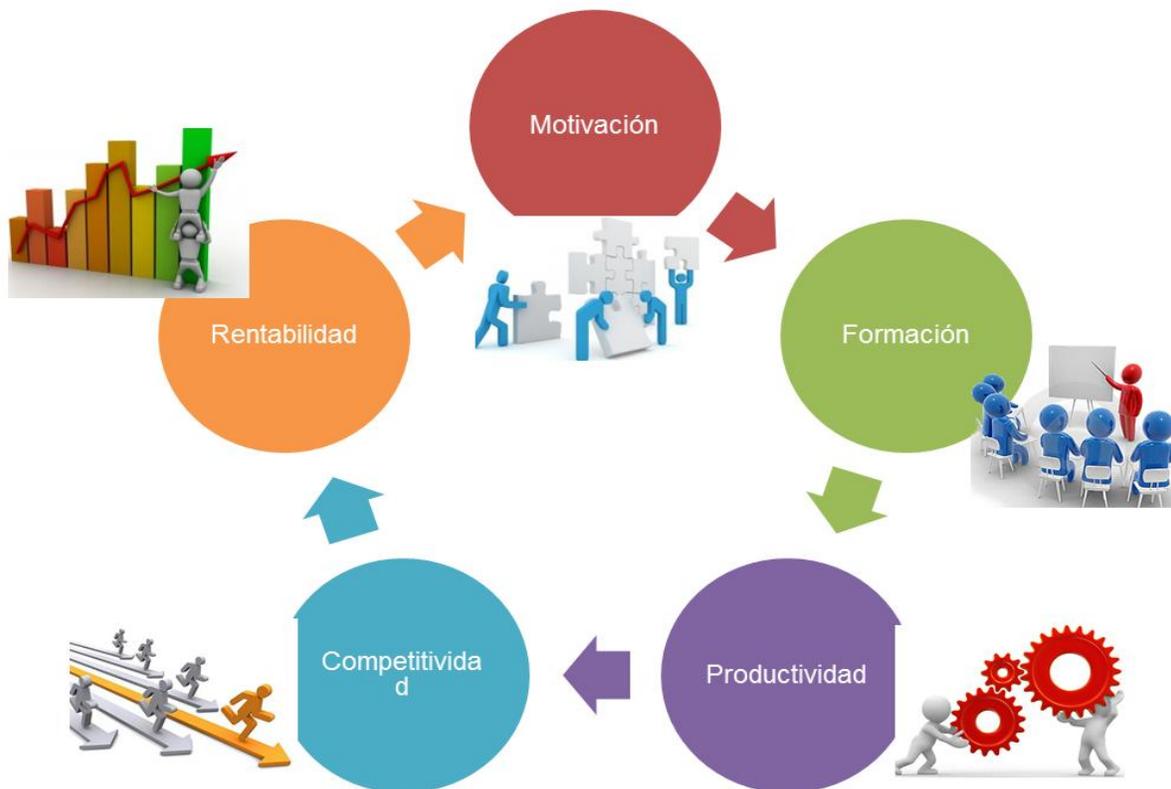
³³Jidoka es el origen de Lean Manufacturing, publicado por Wsterlin el 5 de Enero de 2011, consultado el 4 de junio de 2015 en [<http://qtclean.foroactivo.net/t34-jidoka-es-el-origen-de-lean-manufacturing>].

causa de los trabajadores y/o de los defectos en las piezas fabricadas que no eran corregidos³⁴.

1.6.3.8 Kaizen

De acuerdo con el término japonés se entiende Kaizen como “Cambio para mejorar”, esta ideología se basa en dos pilares fundamentales que son el equipo de trabajo y la mejora de los procesos productivos³⁵. Para el desarrollo de esta práctica es necesario contar con la integración de diversas áreas y los colaboradores de la organización en general como se observa en la *Gráfica 18*.

Gráfica 18. Herramienta Kaizen



Fuente: Autoras, elaborado el 29 de octubre de 2015.

El principal objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos mediante la reducción de tiempos, la definición de políticas de calidad y los

³⁴Poka-Yoke, consultado el 5 de junio de 2015, en [<http://leanroots.com/poka-yoke.html>].

³⁵ VILLASEÑOR C., Alberto y GALINDO C., Edber. Manual de Lean Manufacturing. Guía básica. Monterrey: Editorial LimusaS.A, 2008. p. 86-87.

métodos de operación³⁶. Kaizen tiene como beneficios, aunque tales beneficios pueden variar de una organización a otra debido a la naturaleza del negocio y las características propias de cada empresa.

- Aumentar la productividad de todas las áreas.
- Reducir y optimizar el espacio utilizado.
- Mejorar la calidad de los productos.
- Reducir tiempo, costos e inventarios de fabricación.
- Reducir el uso de montacargas.
- Aumentar la rentabilidad.
- Mejorar el servicio y la flexibilidad de la producción.

1.6.3.8 Andon (Indicador visual)

Es un término japonés que indica alarma o señal visual, hace uso de señales visuales y auditivas para mostrar el estado en que se encuentra la producción. El Andon es una ayuda visual que usa luces y un tablero que sirve para indicar las condiciones de trabajo en el piso de producción.

El Andon es usado en las líneas de producción automatizadas y se puede conectar a las máquinas como una forma de llamar la atención de las necesidades de materia prima que contribuye a la calidad del proceso, ya que si algún problema ocurre las luces del tablero Andon se iluminarán para señalar al supervisor y/u operario que hay un problema en la estación de trabajo. Los colores que más utilizan en el tablero son:

- Rojo. Máquina descompuesta
- Azul. Pieza defectuosa
- Blanco. Finalización del lote de producción
- Amarillo. Espera de cambio de modelo
- Verde. Falta de material
- Luz apagada. Operación normal del sistema

³⁶VILLASEÑOR C., Alberto y GALINDO C., Edber. Manual de Lean manufacturing guía básica. Monterrey: Editorial LimusaS.A, 2009. p. 11-14.

El sistema Andon tiene diversas ventajas, entre las que se encuentran:

- Permite tomar acciones correctivas de manera oportuna en cuanto ocurre por parte del personal:
- Ayuda a los supervisores en su labor de estar atentos a las diferentes situaciones que se presentan, lo que significa ahorro de tiempo y esfuerzo por parte de los supervisores y operarios.
- Elimina las correcciones tardías basadas en reportes, ya que los operarios pueden solucionar de manera inmediata las fallas de las máquinas o del proceso.

1.6.4 Simulación

La simulación se puede definir como el uso de un programa de computador para desarrollar experimentos sobre un modelo real³⁷. La simulación es muy utilizada en la actualidad debido que se pueden minimizar los costos³⁸.

Para realizar la simulación de cualquier línea de producción, servicio o proceso se debe definir los siguientes conceptos:

- Variables, son fenómenos a los que se les asigna valores, y que están relacionadas entre ellas para realizar el sistema.
- El modelo debe ser un sistema real más simple.
- Entidades, son la relación de atributos o características que están conectadas entre sí.

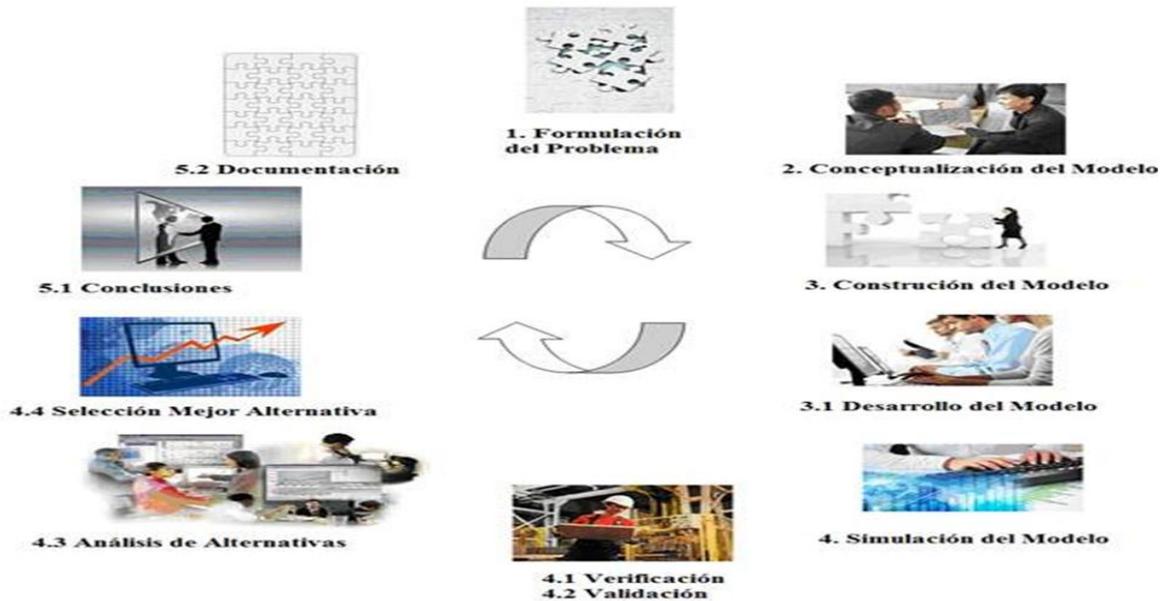
1.6.4.1 Etapas de la realización de simulaciones

De acuerdo con la mayoría de los autores es necesario tener los siguientes pasos para llevar a cabo una simulación adecuada de los procesos como se observa en la *Gráfica 19*.

³⁷ JACOBS, Chase Aquilano. Administración de producción y operaciones. Manufactura y servicios. México: Editorial Mcgraw Hill, 2003. 885 p. ISBN: 958-41-0071-8. 714p.

³⁸ CAO ABAD, Ricardo. Introducción a la simulación y la teoría de colas. Coruña (España): Editorial Netbiblo, S.L., A, 2002. 220 p. ISBN: 84-9745-017-5. 15 - 20 p.

Gráfica 19. Etapas del proceso de simulación



Fuente: <http://www.evvirtual.cl/es/?q=node/35>. Consultado: 10 de Mayo de 2015

1.6.4.2 Metodología de la simulación

Definición del problema: Para tener la definición del sistema es necesario conocer sí el sistema interactúa con otros tipos de sistemas, las restricciones, las variables y las interrelaciones del mismo, las medidas y los resultados esperados del estudio³⁹.

La definición del problema consiste en el estudio del contexto del problema, identificando los objetivos del proyecto, especificar los índices de medición de la efectividad del sistema.

Formulación del modelo: Una vez definidos los resultados esperados debe definir y construir el modelo con el cual se va a desarrollar la simulación, para llevar a cabo es proceso es necesario definir las variables, su relación lógica y los diagramas de flujo que describen el modelo.

Colección de datos: Se debe definir los datos de los modelos claros y sobre todo exactos. Dichos datos se pueden obtener de diversas fuentes de información como por ejemplo registros contables, órdenes de compra, opinión de expertos y

³⁹COSS BU, Raúl. Simulación, un enfoque práctico. México D.F.: Editorial Limusa S.A., 2003. 158 p. ISBN: 968-18-1506-8. 12 - 16 p.

por experimentación (Pero esta última no es la más recomendada ya que se pueden caer en diversos errores que a la larga afectaran los resultados del modelo).

Implementación del modelo por computadora: Ya definido el modelo se debe determinar el programa a usar de acuerdo al manejo que se tenga, para ello existen en el mercado diversos programas que se pueden usar entre los más usados están Basic, Algol, Promodel, Arena, Excel, etc.

Validación: En esta etapa del proceso se pretende definir la eficiencia del modelo y los datos que se usaron para este fin, entre las formas más comunes para validar un modelo de simulación son las siguientes:

- La veracidad de los resultados obtenidos de la simulación.
- Identificar los datos que hacen fallar al modelo.
-

Experimentación: Este paso se lleva a cabo después de la validación, y consiste en generar datos deseados y realizar su respectivo análisis de sensibilidad.

Interpretación: Con base en los resultados arrojados en la simulación se toman decisiones, entiendo que los resultados no dicen nada si no se puede definir la mejor manera de utilizarlos y proceder en la selección de la mejor decisión con base en la situación que se presenta aún no se puede delegar en una computadora.

Documentación: Para cualquier simulación es necesaria contar con dos tipos de documentos (El primero de orden técnico y el segundo es el manual del usuario).

En la actualidad la simulación es una herramienta que se emplea en diversos campos, entre ellos está la teoría de colas, sistemas de inventarios, proyectos de inversión, sistemas económicos, simulación de estados financieros, entre otros. Con el uso de simuladores se puede establecer condiciones que llevadas a la realidad pueden ser perjudiciales para la empresas tanto en costos como en tiempo.

Los programas de simulación como herramientas de análisis traen diversas características que se pueden ver como ventajas o desventajas dependiendo de la situación que se va generar en el sistema. Entre las ventajas que se pueden se encuentran⁴⁰:

- Se puede analizar los resultados de los cambios planeados sin tener que llevar a cabo ningún movimiento en la realidad.
- Se pueden evaluar un sin número de escenarios con base en el conocimiento del sistema y los cambios a efectuar.
- Algunos de los programas de simulación por su dinamismo permiten ver movimientos y su impacto en los procesos realizados en la planta y así mismo generar mejoras.
- Sirve como herramienta de capacitación, para demostrar a los empleados los nuevos procesos o rutas para llevar a cabo una actividad específica.
- Los programas de simulación cada vez son más sencillos y permiten que principiantes puedan realizar prácticas.
- Es más económico realizar una simulación que realizar los cambios en los procesos reales y en caso de tener que realizar cambios no se deben hacer inversiones adicionales.

Aunque algunos expertos consideran que los programas de simulación permiten estudiar las consecuencias de decisiones tomadas sin afectar a las compañías, también se tienen desventajas que se deben tener en cuenta para llevar a cabo un estudio:

- Los programas de simulación permiten estudiar las consecuencias de diversos escenarios pero no son herramientas de optimización.
- Cuando son problemas pequeños o de fácil solución y que no requieren un análisis profundo, aplicar programas de simulación puede resultar costoso.
- Dependiendo del tipo de estudio a analizar, se puede tomar meses para llevar a cabo el caso de simulación.

⁴⁰ GARCÍA DUNNA, Eduardo, GARCÍA REYES, Hedilberto y CÁRDENAS BARRÓN, Leopoldo E. Simulación y análisis de sistemas con Promodel. México: Pearson Educación, 2006. ISBN: 970-26-0773-6. Pág. 7 - 8.

- La persona que va a realizar el análisis de resultados debe tener conocimientos en estadística para interpretar los resultados.

Algunos programas de simulación utilizados en la práctica son los siguientes⁴¹:

- **Arena.** Es un simulador de procesos con el que se puede demostrar y predecir algunos casos empresariales y así poder plantear la estrategia adecuada para cumplir un objetivo específico de manera eficiente, eficaz y óptima. Este programa no tiene un único enfoque, sino que por lo contrario permite el análisis de toda clase de escenarios.
- **Flexsim:** Basado en la teoría de Taylor, posee las mismas características de Enterprise (Software de modelación, simulación, visualización y control de procesos de negocio que puede realizar el diseño de una simulación en realidad completa virtual), pero con amplias mejoras como son las librerías gráficas y crear modelos en C++ directamente.
- **Promodel.** Es un programa que utiliza la animación y permite simular cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística, manejo y distribución de materiales, entre otros. Una vez hecho un modelo se pueden encontrar los valores de acuerdo con los parámetros de cada situación⁴².
- **Simbox.** Herramienta de apoyo de simulación, usada especialmente para satisfacer las necesidades de los materiales en los procesos industriales, ya que permite evaluar y comparar rápidamente diversas alternativas. Permitiendo así identificar y eliminar los tiempos no productivos en máquina y cuellos de botella⁴³.
- **ShowFlow.** Presenta visualización en dos y tres dimensiones, además de herramientas estadísticas que permiten diseñar, modelar y analizar procesos logísticos, manufactura y ensamblaje de materiales⁴⁴.

⁴¹GARCÍA MÁRQUEZ, Fausto Pedro. Dirección y gestión. Una aproximación mediante la simulación. México: Editorial Alfaomega. ISBN: 978-607-707-615-5. Pág. 329.

⁴³GARCÍA MÁRQUEZ, Fausto Pedro. Dirección y gestión. Una aproximación mediante la simulación. México: Editorial Alfaomega. ISBN: 978-607-707-615-5. Pág. 329.

⁴⁴ GARCÍA MÁRQUEZ, Fausto Pedro. Dirección y gestión. Una aproximación mediante la simulación. México: Editorial Alfaomega. ISBN: 978-607-707-615-5. Pág. 329.

- **Witness.** Programa de simulación que permite el diseño y experimentación de flujos de materiales generando animaciones en tres dimensiones de acuerdo con el modelo planteado. En la actualidad su uso es extendido por compañías de diversos sectores.

1.6.5 Canal de distribución

De acuerdo con Ramírez Padilla⁴⁵ “Un canal de distribución es la ruta que toma un producto para pasar del productor al consumidor final, deteniéndose en varios puntos de esta trayectoria”. En cada intermediario o punto en el que se detenga esa trayectoria existe un pago a transacción, además de un intercambio de información. El productor siempre tratará de elegir el canal más ventajoso desde todos los puntos de vista. A continuación se relacionan los principales canales de distribución empleados:

Productores-consumidores: Este canal es la vía más corta, simple y rápida. Se utiliza cuando el consumidor acude directamente a la fábrica a comprar los productos; también incluye las ventas por correo. Aunque por esta vía el producto cuesta menos al consumidor, no todos los fabricantes practican esta modalidad ni todos los consumidores están dispuestos a ir directamente a hacer la compra.

Productores-minoristas-consumidores: Es un canal común y la fuerza se adquiere al entrar en contacto con más minoristas que exhiban y vendan los productos.

Productores-mayoristas-minoristas-consumidores: El mayorista entra como auxiliar a comercializar productos más especializados.

Productor-usuario industrial: Es usado cuando el fabricante considera que la venta requiere atención personal al consumidor.

⁴⁵RAMÍREZ PADILLA, David Noel. Contabilidad Administrativa. Editorial McGraw Hill. Séptima Edición. México. Año 2005. Pág. 591.

1.7 MARCO CONCEPTUAL

El marco conceptual hará referencia de los términos más importantes que tienen lugar para el desarrollo del proyecto de investigación, y que serán claves para comprender el tema y de acuerdo con la información suministrada por Martinplast S.A.S.

- **Avance:** En trabajos de taller se denomina así al desplazamiento de los cabezales de mecanizado de una máquina. En gestión de proyectos se denomina así al porcentaje de cumplimiento de las actividades programadas.
- **Calidad total.** Se define como un compromiso con la mejora de la empresa en términos de hacer las “cosas bien a la primera”, para alcanzar la plena satisfacción del cliente interno y externo. Se logra a través de mediciones constantes y esfuerzos continuos⁴⁶.
- **Capacidad eficiencia.** Es aquel volumen de producción por períodos que permite obtener los costes mínimos⁴⁷.
- **Célula de manufactura.** Agrupación por demanda de varios productos (Con tecnología de procesos similares), con el cual se obtiene un alto nivel de demanda agregada que justifique la inversión en equipos y permita reducir los costos⁴⁸.
- **Confiabilidad.** La probabilidad de que un producto o las partes de una máquina funcionen correctamente durante un tiempo específico y en las condiciones establecidas⁴⁹.

⁴⁶ ROMERO HERNÁNDEZ, Omar; MUÑO NEGRÓN, David y ROMERO HERNÁNDEZ, Sergio. Introducción a la ingeniería. Un enfoque industrial. México: Cengage Learning Editores, S.A. 2008. ISBN: 13-978-970-686-555-7. Pág. 74.

⁴⁷FERNÁNDEZ, Esteban; AVELLA, Lucía y FERNÁNDEZ, Marta. Estrategia de producción. España: Editorial McGraw-Hill, 2003. ISBN: 84-481-3974-7. Pág. 211.

⁴⁸ ROMERO HERNÁNDEZ, Omar; MUÑO NEGRÓN, David y ROMERO HERNÁNDEZ, Sergio. Introducción a la ingeniería. Un enfoque industrial. México: Cengage Learning Editores, S.A. 2008. ISBN: 13-978-970-686-555-7. Pág. 117.

⁴⁹ HEIZER, Jay y RENDER, Barry. Principios de la administración de operaciones. México: Pearson educación. 2004. ISBN: 970-26-0525-3. Pág. 622.

- **Control de proceso.** Es asegurar que se logre el objetivo trazado antes de empezar el proceso⁵⁰.
- **Despilfarro.** Todo aquello que no añade valor al producto o que no es absolutamente esencial para fabricarlo⁵¹.
- **Desperdicio.** Cualquier cosa que no sea necesaria para la manufactura del producto o que un exceso del mismo. También se debe entender como cualquier incremento del costo del producto y que disminuye su calidad⁵².
- **Entidad.** Representación de entradas al sistema y es el encargado de realizar cambios en el sistema a simular⁵³.
- **Estado del sistema.** Es una condición que guarda en un momento determinado, se compone de variables y operaciones puntuales.
- **Estandarización.** Realizar un proceso identificado como bien hecho de igual manera para obtener siempre los mismos resultados⁵⁴.
- **Familia de productos.** Son productos que comparten pasos similares de proceso en equipos comunes y tienen aproximadamente la misma carga de trabajo, no necesariamente son productos que se vendan a un cliente en específico.
- **Flujo.** Es uno de los conceptos principales de manufactura esbelta. La realización progresiva de las diferentes actividades que forman el flujo de valor, de tal manera que el producto progresa del diseño a su lanzamiento, de su orden de compra a su entrega y de materia prima a las manos del cliente sin tener paros, desperdicios o retrabajos.
- **Flujo continuo.** El Principio de Flujo es una de las ideas fundamentales que rige el Lean Manufacturing. En su forma ideal las unidades de material

⁵⁰ SOSA PULIDO, Demetrio. Conceptos y herramientas para la mejora continua. México: Limusa Noriega Editores, 1995. ISBN: 968-18-5529-9. Pág. 21.

⁵¹ RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. España: Ediciones Díaz de Santos, 2010. ISBN: 978-84-7978-967-1. Pág. 19.

⁵² EVANS, James R. y LINDSAY, William M. Administración y control de la calidad. México: Cengage Learning Editores, 2001. ISBN: 968-7529-67-9. Pág. 6.

⁵³ GARCÍA DUNNA, Eduardo, GARCÍA REYES, Hedilberto y CÁRDENAS BARRÓN, Leopoldo E. Simulación y análisis de sistemas con Promodel. México: Pearson Educación, 2006. ISBN: 970-26-0773-6. Pág. 3.

⁵⁴ SOSA PULIDO, Demetrio. Conceptos y herramientas para la mejora continua. México: Limusa Noriega Editores, 1995. ISBN: 968-18-5529-9. Pág. 37.

avanzan progresivamente de operación en operación, adquiriendo valor sin esperas ni defectos.

- **Fuerza de trabajo flexible.** Los empleados de la organización están capacitados para cumplir diversas funciones⁵⁵.
- **Generador de números aleatorios.** Es un componente o funcionalidad que crea números o símbolos para un programa software en una forma que carezca de un patrón evidente, y que así parezcan ser números aleatorios.
- **Heijunka.** Es una técnica que adapta la producción a la demanda fluctuante del cliente conectando toda la cadena de valor desde los proveedores hasta los clientes. La palabra japonesa heijunka significa literalmente “trabajo llano y nivelado”⁵⁶.
- **Hoshin.** Significa brújula y es el conjunto de actividades que tienen por objetivo la eliminación sistemática del despilfarro y todo aquello que resulte improductivo, inútil o que no aporte valor añadido⁵⁷.
- **Inventario JIT.** Es el inventario mínimo necesario para que el sistema funcione en condiciones adecuadas sin generar pérdidas de dinero y tiempo⁵⁸.
- **Locaciones:** Representación de los lugares físicos donde se trabajarán las piezas o se llevará a cabo un proceso de simulación en el programa Promodel⁵⁹.
- **Mantenimiento productivo total.** Combina la admiración de la calidad total con la perspectiva estratégica del mantenimiento desde el diseño de proceso y el equipo hasta el mantenimiento preventivo⁶⁰.

⁵⁵ ROMERO HERNÁNDEZ, Omar; MUÑO NEGRÓN, David y ROMERO HERNÁNDEZ, Sergio. Introducción a la ingeniería. Un enfoque industrial. México: Cengage Learning Editores, S.A. 2008. ISBN: 13-978-970-686-555-7. Pág. 153.

⁵⁶ RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. España: Ediciones Díaz de Santos, 2010. ISBN: 978-84-7978-967-1. Pág. 67.

⁵⁷ RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. España: Ediciones Díaz de Santos, 2010. ISBN: 978-84-7978-967-1. Pág. 20.

⁵⁸ HEIZER, Jay y RENDER, Barry. Principios de la administración de operaciones. México: Pearson educación. 2009. 752 p. ISBN: 978-607-442-099-9. Pág. 643.

⁵⁹ GARCÍA DUNNA, Eduardo, GARCÍA REYES, Hedilberto y CÁRDENAS BARRÓN, Leopoldo E. Simulación y análisis de sistemas con Promodel. México: Pearson Educación, 2006. ISBN: 970-26-0773-6. Pág. 134.

- **Método de jalón.** Este método es recomendable para procesos repetitivos y con tiempos cortos donde la producción inicia a partir de la demanda del comprador⁶¹.
- **Modelo.** Es una representación de un objeto, idea, o sistema en una forma diferente a la entidad misma, es decir, es un conjunto de relaciones matemáticas o lógicas derivadas de supuestos sobre el comportamiento del sistema.
- **Moldeo por inyección.** La materia prima (polipropileno y polietileno) se calienta hasta que estén completamente plásticos y posteriormente se hacen fluir por medio de presión hacia un molde donde se solidifican⁶².
- **Muda (Desperdicio).** Palabra japonesa que significa "Desperdicio". Una actividad que consume recursos pero no genera valor.
- **Multihabilidades.** Es el entrenamiento del personal para operar y mantener diferentes tipos de máquinas de producción. Esta actividad es esencial para poder implementar el concepto de celda.
- **Número aleatorio.** Es un resultado de una variable al azar especificada por una función de distribución. Cuando no se especifica ninguna distribución, se presupone que se utiliza la distribución uniforme continua en el intervalo (0,1). En los ordenadores personales es fácil simular la generación de números aleatorios, mediante mecanismos de generación de números pseudoaleatorios.
- **Plástico.** Es un término genérico que describe gran variedad de sustancias, las cuales se caracterizan por su estructura, propiedades y composición, que pueden sustituir o complementar los materiales como la madera y los metales. Son materiales sintéticos obtenidos derivados del petróleo y otras

⁶⁰ HEIZER, Jay y RENDER, Barry. Principios de la administración de operaciones. México: Pearson educación. 2004. ISBN: 970-26-0525-3. Pág. 630.

⁶¹ ROMERO HERNÁNDEZ, Omar; MUÑO NEGRÓN, David y ROMERO HERNÁNDEZ, Sergio. Introducción a la ingeniería. Un enfoque industrial. México: Cengage Learning Editores, S.A. 2008. ISBN: 13-978-970-686-555-7. Pág. 152.

⁶² ROMERO HERNÁNDEZ, Omar; MUÑO NEGRÓN, David y ROMERO HERNÁNDEZ, Sergio. Introducción a la ingeniería. Un enfoque industrial. México: Cengage Learning Editores, S.A. 2008. ISBN: 13-978-970-686-555-7. Pág. 195.

sustancias naturales que pueden deformarse hasta conseguir la forma deseada por medio de procesos de extrusión, moldeo o hilado⁶³.

- **Polietileno tereftalato (PET).** Proviene del etileno y es resistente a los aceites, bases, grasas y ácidos, suelen ser duros, rígidos y no deformarse ante el calor, la humedad y la electricidad. Tiene diversos usos en la actualidad.
- **Poliestireno (PS).** Es producido a partir de estileno y benceno, es de bajo costo, higiénico y muy fácil de manejar, cortar, manipular y agujerear.
- **Polietileno alta densidad (PEAD).** Obtenido por etileno utilizando temperaturas inferiores a los 70°C y bajas presiones, es rígido y más duro que el PET (Polietileno tereftalato). No es tóxico.
- **Polipropileno (PP).** Se obtiene del propileno, se caracteriza por ser flexible, resistente, no contaminante y estar en contacto con el agua potable. Es utilizado en la fabricación de cuerdas, envases y tuberías para flujo de líquidos calientes.
- **Proceso.** Todo lo que realice la organización será un proceso o parte del mismo ya que se refleja todas las actividades y acciones que realice la organización en los campos técnicos, administrativos y sociales⁶⁴.
- **Operación.** Conjunto de elementos de trabajo asignados a un puesto de trabajo o estación⁶⁵.
- **Renovación.** Es dar a los productos una calidad específica. Los estándares de calidad son menos rigurosos que los de los productos nuevos⁶⁶.

⁶³ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Guías ambientales para el sector plástico [en línea]. <http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/INDUSTRIAL%20Y%20MANUFACTURERO/Guias%20ambientales%20sector%20pl%C3%A1sticos.pdf> [citado en 13 de junio de 2015].

⁶⁴ SOSA PULIDO, Demetrio. Conceptos y herramientas para la mejora continua. México: Limusa Noriega Editores, 1995. ISBN: 968-18-5529-9. Pág. 15.

⁶⁵ VELASCO SÁNCHEZ, Juan. Organización de la producción. Distribución en planta y mejora de los métodos y los tiempos. Teoría y práctica. España: Ediciones pirámide. 2010. ISBN: 978-84-368-2361-5. Pág. 293.

⁶⁶ FERNÁNDEZ, Esteban; AVELLA, Lucía y FERNÁNDEZ, Marta. Estrategia de producción. España: Editorial McGraw-Hill, 2003. ISBN: 84-481-3974-7. Pág. 110.

- **Sistema.** Conjunto o colección de entes que interactúan para lograr algún objetivo⁶⁷.
- **Sistema de producción Toyota (SPT).** Desarrollada por Toyota Motor Company, precursora de los conceptos de producción esbelta, destaca el aprendizaje de los empleados y la delegación de autoridad en ellos.
- **Sistémica Dinámico.** Es un sistema complejo que presenta un cambio o evolución de su estado en un tiempo, el comportamiento en dicho estado se puede caracterizar determinando los límites del sistema, los elementos y sus relaciones; de esta forma se puede elaborar modelos que buscan representar la estructura del mismo sistema.
- **Sistema Empujar.** Sistema que empuja los materiales hacia las estaciones de trabajo que siguen sin importar sus fechas de entrega ni la disponibilidad de los recursos para desempeñar la tarea.
- **Sistema Jalar.** Se da como resultado de la producción de material sólo cuando se solicita y que se mueve al punto donde se necesita justo cuando se necesita⁶⁸.
- **Sociedad JIT.** Se dice que existe una sociedad JIT cuando el proveedor y el comprador trabajan de la mano para eliminar desperdicios y reducir costos a favor de ambas partes⁶⁹.
- **SMED (Single minute exchange of die).** Es un enfoque de mejora y como tal requiere método y constancia en el propósito, también se define como un cambio rápido de herramientas⁷⁰.

⁶⁷ ROMERO HERNÁNDEZ, Omar; MUÑO NEGRÓN, David y ROMERO HERNÁNDEZ, Sergio. Introducción a la ingeniería. Un enfoque industrial. México: Cengage Learning Editores, S.A. 2008. ISBN: 13-978-970-686-555-7. Pág. 276.

⁶⁸ RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. España: Ediciones Díaz de Santos, 2010. ISBN: 978-84-7978-967-1. Pág. 18.

⁶⁹ HEIZER, Jay y RENDER, Barry. Principios de la administración de operaciones. México: Pearson educación. 2009. 752 p. ISBN: 978-607-442-099-9. Pág. 645.

⁷⁰ RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. España: Ediciones Díaz de Santos, 2010. ISBN: 978-84-7978-967-1. Pág. 123.

- **Stat:Fit.** Herramienta estadística, que tiene como función hacer funciones de bondad y ajuste de datos de muestras, adicional es de gran ayuda en las estadísticas en el programa Promodel.
- **Takt time.** Es el tiempo en que una pieza debe ser producida para satisfacer las necesidades del cliente⁷¹.
- **Tareas esenciales.** Consiste en transformaciones que cambian las características físicas o químicas de los materiales⁷².
- **Valor.** Característica de un producto o servicio que es requerida por el cliente y está dispuesto a pagar por ésta.
- **Valor añadido.** Es una actividad que transforma la materia prima o información para satisfacer las necesidades del cliente⁷³.
- **Variabilidad.** Cualquier desviación del proceso óptimo que entrega un producto perfecto a tiempo, todas las veces necesarias, es proporcional a los desperdicios ya que entre menor sea la variabilidad menor será el desperdicio⁷⁴.

⁷¹ RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. España: Ediciones Díaz de Santos, 2010. ISBN: 978-84-7978-967-1. Pág. 78.

⁷² FERNÁNDEZ, Esteban; AVELLA, Lucía y FERNÁNDEZ, Marta. Estrategia de producción. España: Editorial McGraw-Hill, 2003. ISBN: 84-481-3974-7. Pág. 10.

⁷³ RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. España: Ediciones Díaz de Santos, 2010. ISBN: 978-84-7978-967-1. Pág. 3.

⁷⁴ HEIZER, Jay y RENDER, Barry. Principios de la administración de operaciones. México: Pearson educación. 2004. ISBN: 970-26-0525-3. Pág. 596.

2 DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 DIAGNÓSTICO

Este se realiza con el propósito de dar cumplimiento al primer objetivo específico, el cual es, establecer los tipos de desperdicios en busca del mejoramiento de la condición actual en los procesos misionales de Martinplast S.A.S. mediante un diagnóstico.

2.1.1 Introducción

Martinplast realiza su producción basada principalmente en cubrir las necesidades de los clientes aunque existe desorden en los procesos por pérdidas de tiempo en transporte y reproceso de piezas defectuosas que generan gastos.

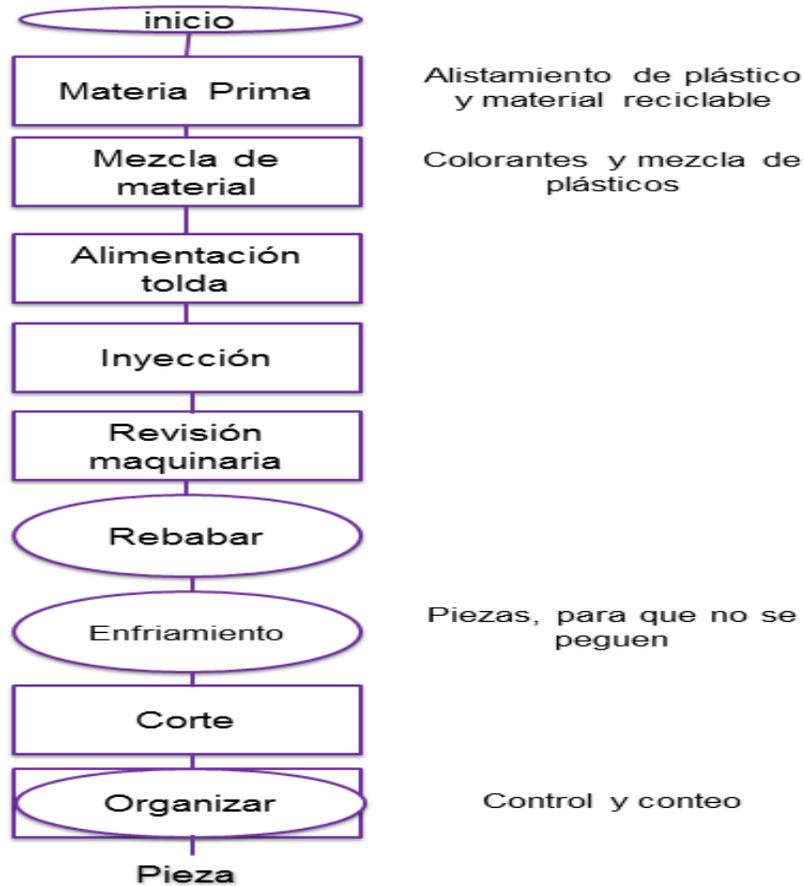
El lugar de trabajo es compartido con otras actividades que no agregan ningún tipo de valor al producto y en cambio generan desordenes y son poco apropiados para el bienestar en general⁷⁵. El jefe de producción ha realizado el diagrama de flujo de manera general sin distinguir los tiempos que varían de acuerdo con la pieza a realizar como se puede apreciar en la *Gráfica 20*.

El proceso productivo de las piezas plásticas se realizan montando los moldes en las máquinas de acuerdo con la cantidad de pedidos y las características que requieren, las inyectoras permiten hacer diferentes tipos de productos pero se debe tener en cuenta que el molde este bien sujeto y validando que en cuanto la máquina empiece a inyectar no se generen contratiempos⁷⁶.

⁷⁵Entrevista realizada al personal Martinplast S.A.S, 12 de septiembre de 2014.

⁷⁶ CRUELLES, José Agustín. Despilfarro cero: La mejora continua a partir de la medición y la reducción del despilfarro. México: Alfaomega Grupo Editor, 2013. ISBN: 978-607-707-613-1. Pág. 70.

Gráfica 20. Diagrama de flujo del proceso de piezas plásticas



Fuente: Jefe de producción de Martinplast S.A.S, 15 de noviembre 2014

Se realiza una prueba para validar los parámetros de inyección (Tiempo, ciclo, temperatura, presión, entre otros). Finalmente se alimenta la tolva con diferentes proporciones de material reciclable (Este es de las piezas defectuosas que se hayan generado y pasadas por la molienda para que sean más fáciles de mezclar) u original de acuerdo con las condiciones que se requiere para el producto que se va a producir, en caso de necesitar colorante se agrega al material.

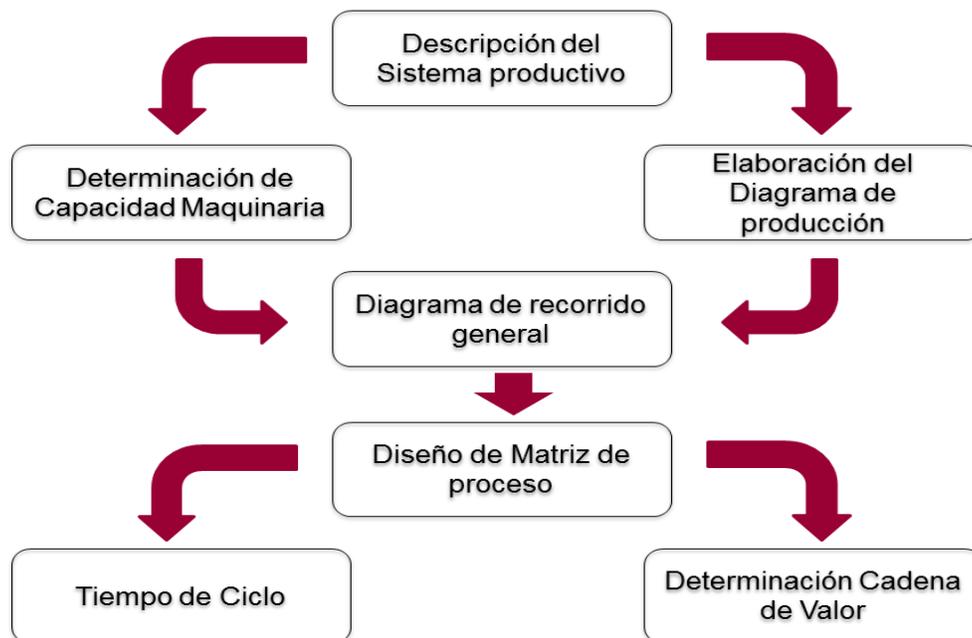
La alimentación de la tolva se realiza de manera manual por el operario en un cilindro dosificador, y que homogeniza la mezcla.

El plástico es fundido e inyectado en los moldes a través de pequeñas mangueras, al completarse el llenado del molde la máquina avisa y el operario retira las piezas, se quitan los excesos de material y dejando enfriar para luego organizar todas las

piezas para entregar al cliente en las mejores condiciones como se puede apreciar en el diagrama de flujo anterior⁷⁷ que se puede apreciar en la *Gráfica 20*.

Para llevar a cabo el diagnóstico de la empresa Martinplast S.A.S. es necesario tener en cuenta los siguientes pasos (Se detallan los pasos del diagnóstico y análisis de operaciones en la *Gráfica 21*).

Gráfica 21. Diagnóstico y análisis de procedimientos de Martinplast S.A.S



Fuente: Funcionarios de Martinplast S.A.S a través de Lluvia de ideas, noviembre 2014.

2.1.2 Distribución actual de planta

Para la realización del diagnóstico productivo que constituye el proceso misional de la empresa, en las *Gráficas 22 y 23*, se presenta un esquema del piso 1 y 2 de la fábrica respectivamente, donde se muestran los espacios físicos y las tareas realizadas en cada uno de estos espacios.

El primer piso es usado para la producción y almacenaje de piezas con base en diferentes tipos de plástico, está la entrada para empleados, los vestidores y las

⁷⁷ Entrevista al personal de Martinplast S.A.S, mayo 25 de 2015. Instalaciones de Martinplast (Funza, Cundinamarca).

máquinas inyectoras mezcladas con la materia prima y los productos pulverizados listos para volver a entrar en el proceso como se puede observar en la *Gráfica 22*.

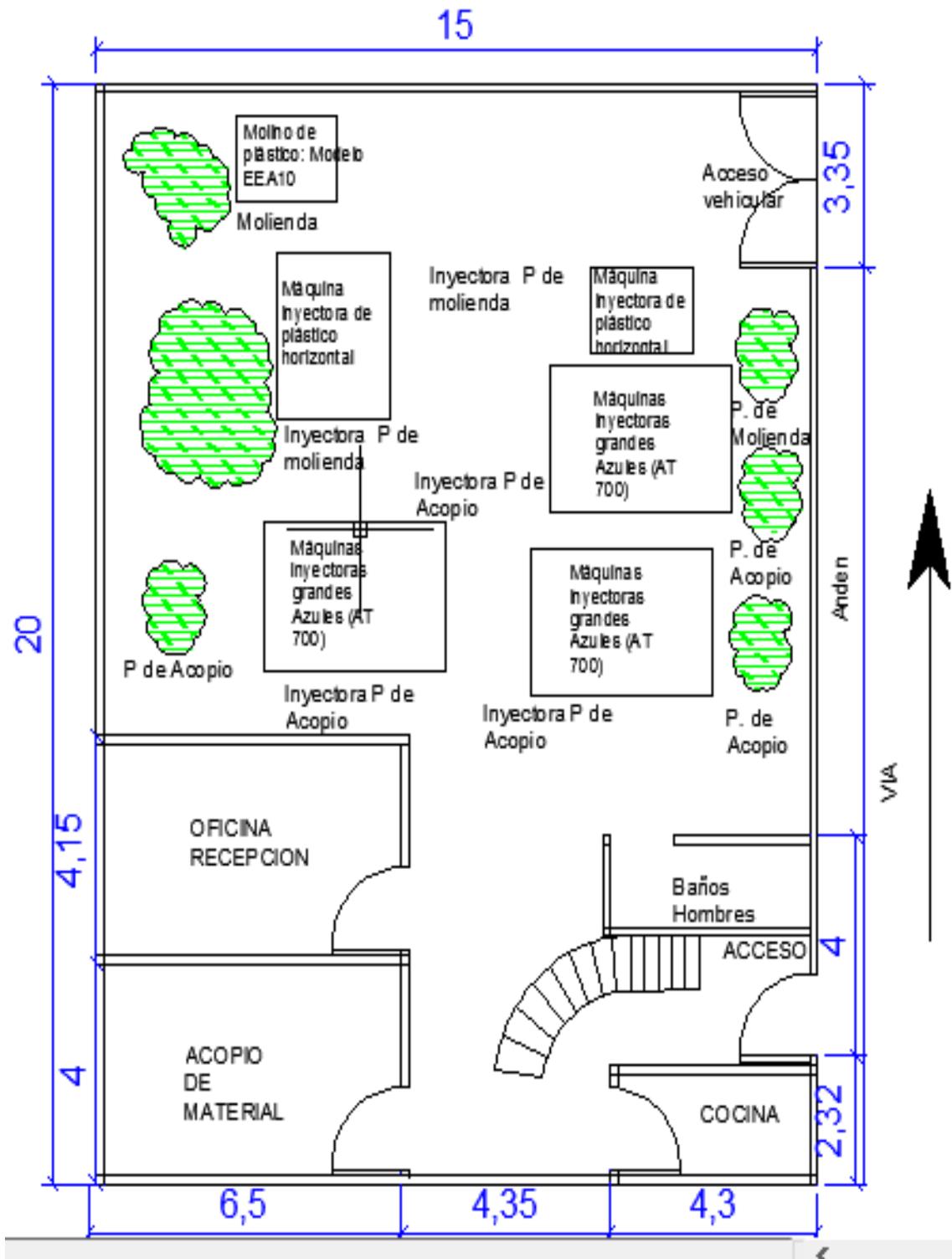
En la *Gráfica 23*, se observa la distribución del segundo piso, que corresponde a las oficinas administrativas y un mezzanine que a diferencia de las oficinas no se conecta al primero a través de escaleras sino de un ascensor de carga, este espacio es usado para almacenar el producto terminado y en proceso, generando que se puedan presentar accidentes de trabajo y más desorden del habitual.

Los esquemas sirven para diferenciar la localización específica de las pérdidas o deficiencias que se presentan para poder plantear estrategias directamente en los puestos de trabajo para mejorar los rendimientos y disminuir fugas en cada proceso. Igualmente es factible que se deba reorganizar la ubicación de algunos de estos puestos de trabajo o espacios físicos para mejorar la eficiencia de los movimientos requeridos, tanto de la parte administrativa, como de la parte operativa que comienza desde la recepción y acopio de la materia prima.

Otro aspecto importante es poder identificar los controles que se efectúan actualmente en cada uno de los puestos de trabajo para confrontarlos con los que se puedan requerir para lograr un proceso de manufactura esbelta.

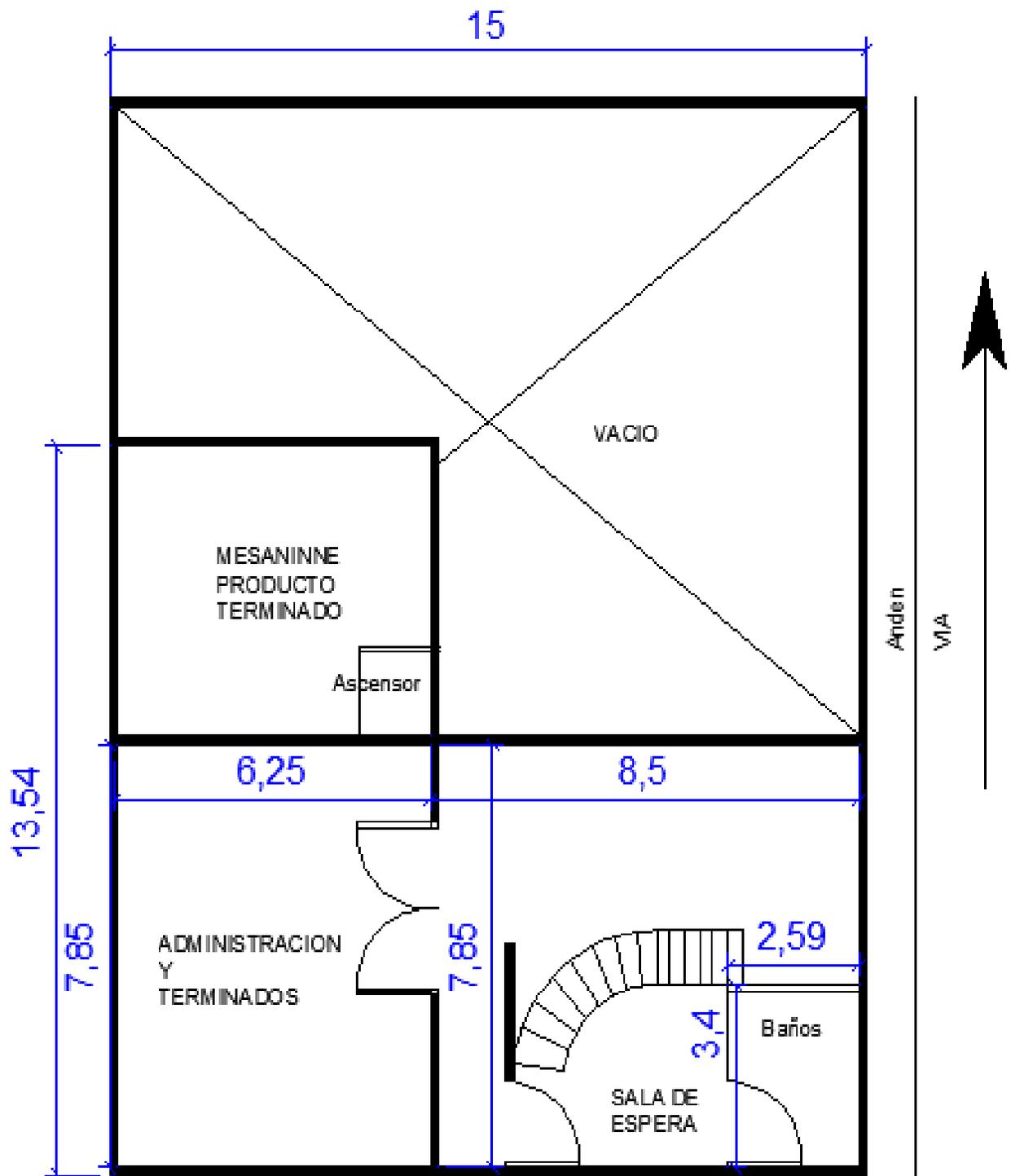
En los esquemas se observa que la ubicación de las máquinas inyectoras no es la mejor para disminuir desplazamientos y reducir tiempos de cada una de las actividades como se puede apreciar en las *Gráficas 22 y 23*, puesto que se presentan desordenes y mezcla de materia prima con productos defectuosos, así como dificultades de los operarios para moverse por la planta, ya que hay obstrucción en la ruta de producción y como el material es cargado al hombro por parte del operario se puede presentar accidentes de trabajo.

Gráfica 22. Esquema del piso 1 de la empresa en su estado actual
(Escala 1:100)



Fuente. Las autoras 2014

Gráfica 23. Esquema del piso 2 de la empresa en su estado actual (Escala 1:100)



Fuente. Las autoras 2014

Adicional la compañía trabaja sin un orden aparente, ya que se mezclan los espacios de materia prima y productos terminados que esperan para salir a las instalaciones de los clientes como se nota en la *Gráfica 24*.

Gráfica 24. Situación actual de la compañía Martinplast S.A.S



Fuente: Personal Martinplast S.A.S, 13 de febrero de 2015.

De acuerdo con proceso de observación llevado a cabo en las instalaciones de Martinplast S.A.S. se encontraron las siguientes dificultades:

- No se facilita el ingreso y descargue de la materia prima puesto que desde su descargue hasta el lugar de acopio hay movimientos que se pueden reducir.
- Este lugar de acopio tampoco facilita la distribución de la materia prima hacia las máquinas inyectoras que la utilizan en su proceso.
- El lugar donde se realiza la molienda obstruye el flujo de materia prima a las máquinas inyectoras.
- No hay un sitio específico donde los operarios pueden ir recogiendo la materia prima, ni tampoco donde se vaya almacenando el producto terminado.
- No hay una ruta establecida para la salida y entrega del producto terminado.

- No hay lugares específicos donde se lleven los registros de entradas y salidas de materiales.
- La línea de recorrido de la materia prima desde que entra hasta que sale como producto terminado no está establecida para ninguna de las máquinas.
- No hay un sitio donde se almacene y se controle mediante registros el producto terminado, de tal manera que se facilite su entrega y se observa que por el contrario el producto terminado se almacena en un mezzanine (Segundo nivel) de difícil evacuación.
- No se tiene establecido un recorrido para los operarios, de tal forma que se eviten pérdidas de tiempo desde el momento de su ingreso hasta llegar a su puesto de trabajo.
- No hay una recepción que permita el control que dirija y oriente al cliente en su llegada a la empresa.
- No hay un sitio donde la gerencia pueda observar el ciclo de cada producto en cada una de las máquinas.

Se evidencia que la organización maneja grandes cantidades de inventarios de productos terminados y materias primas, dado que las compras se hacen para cubrir la producción de pedidos que por lo general resultan mayores que la producción, lo que ocasiona un stock de producto terminado permanente.

2.1.3 Aspectos Generales Externos

Teniendo en cuenta que la empresa Martinplast S.A.S, está directamente relacionada con el sector de los plásticos, puesto que su orientación actual es la fabricación de elementos en polipropileno y polietileno, tanto nuevo como reciclado ayudando así a la conservación del medio ambiente, es preciso mencionar algunas características actuales de este sector de plásticos para el presente estudio.

Debido a la gran ductilidad, actualmente existe un aumento en las formas y diseños de artículos elaborados con estos materiales, esto ha provocado que a nivel mundial la demanda específica está determinada por la elaboración de miles

de utensilios en plástico de diferentes referencias que se requieren para múltiples usos, que van desde un tornillo a ductos para construcción. Adicional muchas empresas están empezando a utilizar las propiedades no biodegradables de los plásticos para crear diferentes tipos de materiales, reutilizando los materiales y generando un menor impacto en el medio ambiente⁷⁸.

Sin embargo esta posibilidad de negocio ha sido contemplada por muchas empresas que aprovechan la globalización del mercado mundial para invertir grandes capitales en la producción y tecnología, ocasionando que las pequeñas empresas locales tengan desventajas competitivas cada vez mayores, por esta razón las empresas que quieren mantenerse activamente dentro del mercado deben contemplar modelos de toma de decisiones que contribuyan hacia al mejoramiento de la competitividad en cuanto a precios, calidad y atención al cliente.

Un aspecto importante en este último punto de la atención al cliente lo constituye el canal de distribución que se requiere para prestar un excelente servicio al cliente.

Lo que se busca en la actualidad, para mejorar este canal es impactar, no pautar, salirse de lo normal, utilizando medios alternativos para estar más cerca al público consumidor. La publicidad tradicional, se ha ido dejando un poco, porque se ha vuelto costosa, sin embargo se han encontrado otras opciones. Hoy se buscan herramientas que colaboren para hacer un mercadeo más directo, utilizando herramientas como: Internet, ferias y otras, que permitan una experiencia directa con los consumidores, también vallas publicitarias (En lugares con un alto flujo de vehículos y de peatones) apuntando al mercado meta, del mismo modo programas de radio específicos en donde se sabe de antemano la audiencia a la que se quiere llegar.

Otro tipo de modalidad utilizada es volver llamativo el punto de venta, utilizando decoración y exhibición de productos, con el fin de llamar la atención del cliente

⁷⁸NOVOA ROJAS, Fabio. Las estrategias ambientales también deben ser rentables. En Periódico Portafolio, publicado el 25 de septiembre de 2014.

externo y de esta manera poder «atraparlo» y lograr concluir una venta a través de la capacitación del personal sobre manejo clientes y ventas exitosas.

En este aspecto se debe investigar a la competencia y su desenvolvimiento, los canales que utilizan y las diferentes maneras de promocionar sus productos y servicios. Puesto que factores como el contrabando, que es una dura competencia para los empresarios de este sector han ganado terreno debido a los bajos costos de venta que ofrecen al cliente final.

Esta situación afecta a los empresarios en cuanto a los márgenes que se tienen, y por lo que hoy en día se debe trabajar más duro para poder conseguir la retribución necesaria.

Como se ha mencionado anteriormente, uno de los puntos que más afectan el sector en general, son las importaciones que llegan de la China a unos precios que dejan por fuera los productos elaborados en nuestro país, debido a sus bajos costos de producción⁷⁹.

Por ello los empresarios colombianos deben bajar los precios y aumentar la calidad disminuyendo el margen de utilidad; sobre todo porque no se tienen estrategias de mercado para contrarrestar el impacto de grandes volúmenes de mercancías. Además, no se siente en el sector una protección real a la industria Nacional, que ayude a mitigar el impacto que pueda tener un tratado de libre comercio.

En la *tabla 3* se relaciona la información de la competencia interna o local⁸⁰.

⁷⁹JARA Byron, CHAVARRÍA Hugo. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas Comisión, Documento para la CEPAL una mirada hacia América Latina y el Caribe 2013.

⁸⁰ Páginas de las empresas competidoras. Consultado el 1 de noviembre de 2015.

Tabla 3. Productos y Precios de la Competencia

ARTICULO	PROMEDIO MERCADO	MARTIPLAST	RIMAX	VANYPLAS
Silla plastica plegable	\$ 10.967	\$ -	\$ 32.900	\$ -
Silla plastica de jardin sin antebrazos	\$ 15.433	\$ 15.300	\$ 10.500	\$ 20.500
Silla plastica de jardin con antebrazos	\$ 16.800	\$ 17.900	\$ 10.500	\$ 22.000
Silla plastica ejecutiva	\$ 16.167	\$ 48.500	\$ -	\$ -
Butaco	\$ 13.833	\$ 13.900	\$ 17.900	\$ 9.700
Mesa de jardin	\$ 36.586	\$ 22.300	\$ 41.900	\$ 45.558
Mesa auxiliar	\$ 18.143	\$ 20.900	\$ -	\$ 33.530
Caja de herramientas	\$ 12.661	\$ -	\$ 18.900	\$ 19.083
Rueda pequeña	\$ 657	\$ 1.970	\$ -	\$ -
Caja organizadora	\$ 21.769	\$ -	\$ 34.900	\$ 30.407

Fuente: Las autoras, noviembre 20 de 2014.

2.1.4 Aspectos generales internos

La empresa MARTINPLAST S.A.S ubicada en el municipio de Funza, departamento de Cundinamarca es una de las empresas de plásticos registradas en la capital de la república cuya oferta es competitiva o de mercado libre. Donde los productores se encuentran en circunstancias de libre competencia sobre todo debido a que existe tal cantidad de productos del mismo artículo que la participación en el mercado está determinada por la calidad, el precio y el servicio que ofrecen al consumidor.

Para este caso Martinplast S.A.S ha pretendido conquistar el mercado actual de diferentes ciudades del país; ha incursionado en los San Andresitos de Bogotá por medio de un punto de venta, donde se puedan exhibir los productos elaborados por la empresa que se pueden observar en las *Gráficas 25 y 26*, brindando una excelente atención al cliente y llamando la atención de otros consumidores potenciales.

Gráfica 25. Catálogo de productos de Martinplast S.A.S N°1



Fuente: Funcionarios Martinplast S.A.S, noviembre de 2014

La estrategia publicitaria que la empresa debe usar para obtener reconocimiento y posicionamiento en el mercado abarca aspectos como los que se describen a continuación:

- Diseño de tarjetas de presentación
- Elaboración de volantes que indiquen los nuevos servicios que presta la empresa, estos pueden ser distribuidos a los clientes actuales y al mercado objetivo.
- Diseño de obsequios para los clientes con el logotipo de la empresa (Llaveros, lapiceros, almanaques, botones, mugs).

De acuerdo con Cabrejos, últimamente en todos los campos manifiestan un cambio considerable con respecto a la variable precio y esta evolución, se presenta por diferentes factores, en su mayoría externos, que se han presentado en las últimas décadas. Uno de ellos es la gran competencia internacional que se vino con la apertura económica, que obliga a la industria nacional a ser mucho más ágil, ordenada y competitiva para poder sostener el negocio⁸¹.

⁸¹CABREJOS Belisario. Patrones de compra y uso de vestuario masculino y femenino en la ciudad de Medellín, Medellín: Antioquia, Colombia. Febrero de 2007. ISSN 1692-0694. Fuente [file:///C:/Users/Mi/Downloads/1295-4208-1-PB.pdf].

Actualmente hay que estudiar bien el producto y los consumidores para obtener buenos resultados. El precio debe estar acorde con el producto que se está ofreciendo y con la percepción que tenga el consumidor sobre el producto que se está ofreciendo con relación al precio que le están pidiendo por él.

2.1.4.1 Matriz DOFA

A continuación, se presenta en la *tabla 4*. Un análisis de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas a través de la matriz DOFA, efectuada por medio de fichas de observación que se diligenciaron durante las visitas de las autoras a la empresa. Y luego se establecen estrategias que se pueden seguir para lograr mitigar las debilidades y amenazas y al mismo tiempo aprovechar las oportunidades y fortalezas.

Tabla 4. Matriz DOFA de mercadeo

MATRIZ DOFA MERCADEO	
ANÁLISIS EXTERNO	ANÁLISIS INTERNO
OPORTUNIDADES	FORTALEZAS
<p>Ubicación estratégica. (Funza Se localiza cerca al terminal aéreo, lo que facilita los despachos a otras ciudades del país y del mundo)</p> <p>Oportunidad de mercado que se genera por la demanda del producto a nivel local, nacional e internacional.</p> <p>La apertura económica ha ocasionado incrementos en los requerimientos de este producto.</p> <p>Facilidad de acceso a la tecnología derivada de la diversidad de máquinas inyectoras modernas.</p> <p>Posibilidad de acceder a nuevos mercados</p>	<p>Experiencia en el ramo que garantiza un mercado al producto elaborado.</p> <p>La empresa está caracterizada por seriedad y cumplimiento que garantiza un mercado al producto que elaboran.</p> <p>Fácil comunicación y control gerencial que facilita gestión de acciones de mejora.</p> <p>Diversidad en el producto que aumenta la probabilidad de mercado.</p> <p>Infraestructura propia que garantiza la sostenibilidad del negocio a mediano plazo.</p> <p>Facilidad de transporte y distribución.</p> <p>Habilidad para atraer y retener gente</p>

mediante un sistema de calidad. Planes de manufactura que pueden optimizar la producción y distribución.	altamente creativa en la parte administrativa. Facilidad de comunicación y control gerencial.
AMENAZAS	DEBILIDADES
Incremento del índice de desempleo que se puede derivar en disminución de la demanda local por falta de poder adquisitivo del cliente. Competencia creciente que se puede derivar en disminución de la demanda o guerra de precios. Necesidad de mejorar la competitividad inyectando capital. Baja capacidad de producción en relación con otros competidores.	Carencia de un sistema de control de calidad. (Falta de planeación, seguimiento y evaluación a los procesos.) Falta de personal altamente calificado para el seguimiento de procesos nuevos. Falta de seguros que garanticen la estabilidad del patrimonio. Falta utilizar medios publicitarios efectivos para dar a conocer nuevos productos. Necesidad de tecnología de punta. Dependencia de algunos proveedores.

Fuente: Las autoras, 2014

2.1.4.1 Análisis de Matriz DOFA

Como conclusión del diagnóstico efectuado se puede ver que de acuerdo con lo planteado en la matriz DOFA se obtienen las bases para plantear estrategias que ayuden a mitigar las amenazas y a disminuir las debilidades beneficiándose de las fortalezas para aprovechar las oportunidades.

Algunas de estas estrategias son:

- Se debe aprovechar la experiencia que tiene la empresa para desarrollar planes de manufactura adecuados donde se reduzcan los diferentes tipos de pérdidas, para lograr una verdadera eficiencia y eficacia en la productividad de la empresa.

- Se pueden desarrollar planes de ventas dependiendo el tipo de producto y el tipo de cliente.
- Aprovechar que la empresa cuenta con instalaciones propias con capacidad de ampliación para la implementación de otros servicios que se requieren y así contrarrestar la fuerza de la competencia.
- Garantizar la prestación de los diferentes servicios con oportunidad y calidad como sello de reconocimiento de la empresa.
- Implementar el servicio de transporte de mercancías para los clientes, para potencializar la fortaleza que tiene la empresa en lo que compete a su seriedad y cumplimiento en la entrega de los trabajos.
- Diseñar medios publicitarios que promuevan los nuevos servicios que implemente la empresa para capturar nuevos clientes y ampliar el potencial del desarrollo del mercado.
- Utilizar la investigación de mercados convirtiéndola en una herramienta para determinar cuáles son los deseos y necesidades del mercado.
- Establecer un plan de mercadeo como guía para todas las actividades de mercadeo de la empresa, donde se establezcan los objetivos, se describan las estrategias y tácticas que se utilizaran como herramienta para medir el éxito.

Además de mejorar el aspecto de la divulgación de los compromisos y del manual de funciones estableciendo tiempo semanal de una hora para esta actividad. Elaborar registros que llenaran todos los miembros de la empresa para dejar evidencia tanto del aprendizaje como de la percepción que tiene el trabajador de la empresa.

2.2 IDENTIFICACIÓN Y DESARROLLO DE HERRAMIENTAS

Con respecto al cumplimiento del objetivo de identificar las herramientas de manufactura, dentro del marco teórico se hace una descripción de las herramientas que se desarrollarán en la fábrica. Se realizó una valoración de las pérdidas, por medio de la observación en sitio y la comunicación con los operarios.

Sin embargo el enfoque de la manufactura esbelta es más amplio en cuanto a los costos porque no solo se enfoca en los de producción sino que también abarca los de venta, administración y capital, se considera de vital importancia para la empresa la identificación de procesos que permitan hacer un seguimiento de calidad a cada uno de ellos. Por este motivo en esta sección del trabajo se establecen las estrategias de carácter administrativo que con llevan a seguir por un camino de mejoramiento continuo en todos los procesos dentro de la empresa.

Inicialmente se recomienda un manual que sirva como base para el mejoramiento continuo de la empresa. La utilización de este documento prestará un apoyo en la implementación real para dar tratamiento a los riesgos que se tienen dentro de la empresa. La forma correcta de hacerlo es hacer procesos controlados basados en una caracterización donde se incluyen aspectos como entradas, salidas, responsables, documentos y formatos que hacen parte del proceso e indicadores que califiquen cada proceso.

La propuesta de desarrollo y la caracterización de cada proceso implica un compromiso de la organización en la medida en que para su implementación quedan ligados a los indicadores, documentos y actividades allí descritas, significando llevar un sistema de calidad similar al propuesto por la norma ISO 9001, donde se describen los aspectos que se deben cumplir para lograr una certificación de sus procesos.

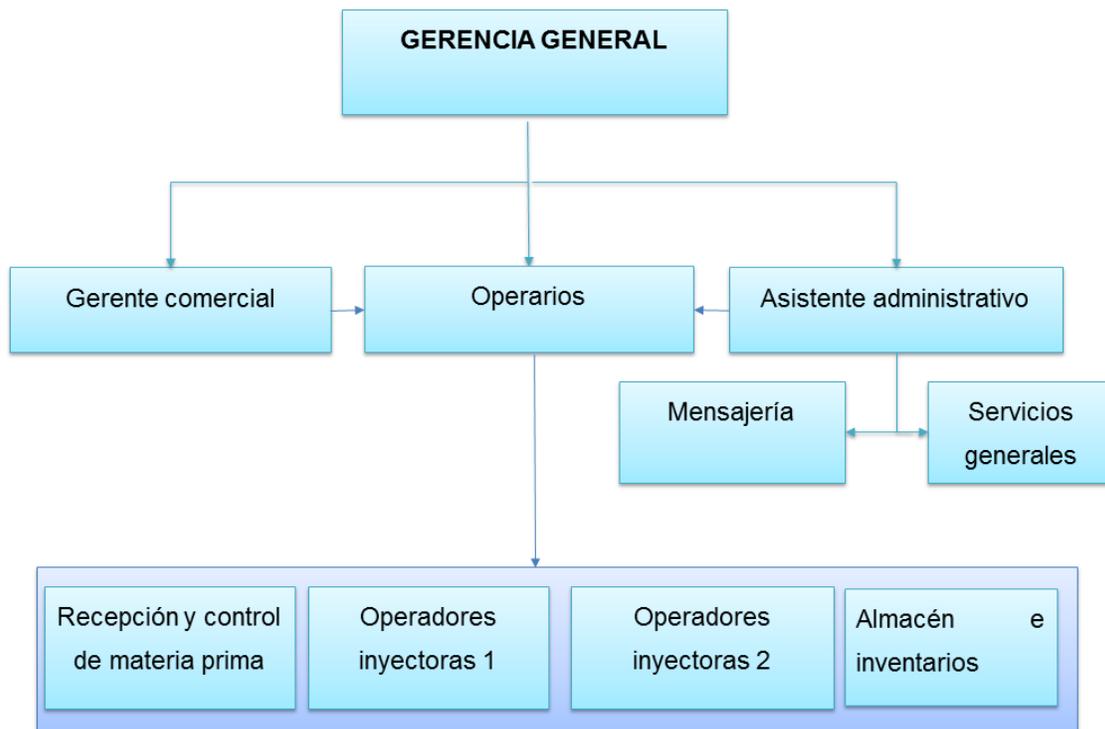
El objetivo del presente trabajo se basa en el desarrollo de mejoras del proceso productivo, en este documento se propone el mapa de procesos y se hace una descripción rápida de los procesos sugeridos pero no se profundiza en su caracterización.

De igual manera se recomienda tomar la iniciativa de trabajar con empeño en la concientización del personal y agilizar la redacción de procedimientos para su divulgación. Para esto se requiere contar con la asesoría un experto en calidad que enfatice en el funcionamiento y control de cada proceso programando visitas y auditorias donde se evidencie los riesgos existentes, los puntos a mejorar y el control de cada proceso.

2.2.1 Diseño Organizacional

Otro aspecto propuesto a las directivas consiste en estudiar y definir la forma como cada uno de los empleados ha tomado conciencia de su sitio dentro de la empresa y del compromiso que se tiene con la organización, para esto fue necesario establecer un organigrama de la empresa que se presenta en la *Gráfica 27*, que fue acogido por las directivas.

Gráfica 26. Diseño inicial del organigrama de la empresa



Fuente: Las autoras, 2014.

En la Gráfica anterior se pueden observar el lugar que cada una de las personas que conforman la empresa ocupa dentro de la misma.

Una forma de identificar el cumplimiento y aprendizaje del personal es establecer un procedimiento de actividades donde se incluye la obligación de capacitarse y cumplir con los requerimientos de calidad de la empresa. El cumplimiento de estas funciones se debe evaluar periódicamente.

Otra forma de evaluar este comportamiento, pero no de los trabajadores sino de las directivas, es evaluar el conocimiento de las normas vigentes y de obligatorio

cumplimiento en cuanto a seguridad industrial y salud ocupacional. En este sentido las directivas tienen como política no permitir el ingreso de ningún trabajador a la empresa si no está afiliados a los sistemas de salud riesgos y pensiones.

2.2.2 División de la empresa en procesos controlables

Para empezar con la documentación donde se evidencian las estrategias planteadas a la gerencia para controlar el funcionamiento de los distintos procesos a través de la observación continua de la empresa se diseña el mapa de procesos que se observa en la *Gráfica 28*. Más adelante se describe cada proceso misional, en donde se requiere de la adopción de actividades y movimientos, encaminados a lograr una de manufactura esbelta optimizando los procesos operativos e incrementando la productividad de la organización.

Se puede observar en la *Gráfica 28*, que tomando como base las necesidades del cliente y para llegar a la satisfacción del mismo se propone identificar dentro de la empresa 4 grupos principales de procesos como son los procesos estratégicos, los operativos, los de apoyo y los procesos de calidad. A continuación se hace una descripción de estos grupos de procesos.

2.2.2.1 Procesos estratégicos:

Para este caso se han establecido dos actividades claves en primer lugar se debe realizar una planeación estratégica de las actividades que representen inversión o que sean representativas dentro de la empresa y en segundo lugar se realiza una revisión estratégica por parte de la gerencia donde se revisa el comportamiento de todos los procesos, tomando las acciones correctivas y preventivas que en este caso son el producto de la identificación y evaluación de los riesgos de la empresa.

Gráfica 27. Mapa de procesos



Fuente: Las autoras, 2014

2.2.2.2 Procesos operativos

2.2.2.2.1 Subproceso de Gestión compras

La calidad de los materiales a utilizar son una base para la eficiencia en la terminación del producto, por esta razón se debe empezar por hacer una selección de proveedores calificando su atención, cumplimiento y calidad que deben ser las mejores para ingresar a la base de datos de proveedores.

Cuando se tienen seleccionados los proveedores es necesario contar con un procedimiento para controlar la realización de los contratos de abastecimiento. Los artículos que se han pedido también contarán con procedimientos para su revisión antes de la recepción final y almacenamiento a través del control de la ejecución de estos contratos. Después de que un insumo ha superado los requisitos y se ha incluido en los registros de entradas a la empresa, es necesario determinar un procedimiento para efectuar los pagos, para mantener no solo una imagen de buenos surtidores sino también de buenos clientes para los proveedores.

Con base en la trayectoria de compras de la empresa descrita por la dirección a las autoras se puede decir que hasta el momento se tienen buenos proveedores, puesto que muestran interés por cumplir con los compromisos de entrega y sostienen buenos precios; sin embargo al solicitar registros se observa que no se ha implementado un sistema de calificación y recalificación a cada uno de ellos. Esta calificación que se debe hacer tanto a los proveedores como a los insumos serviría como indicador real de su eficiencia y permitiría compararlos en busca siempre de la mejor opción de compra.

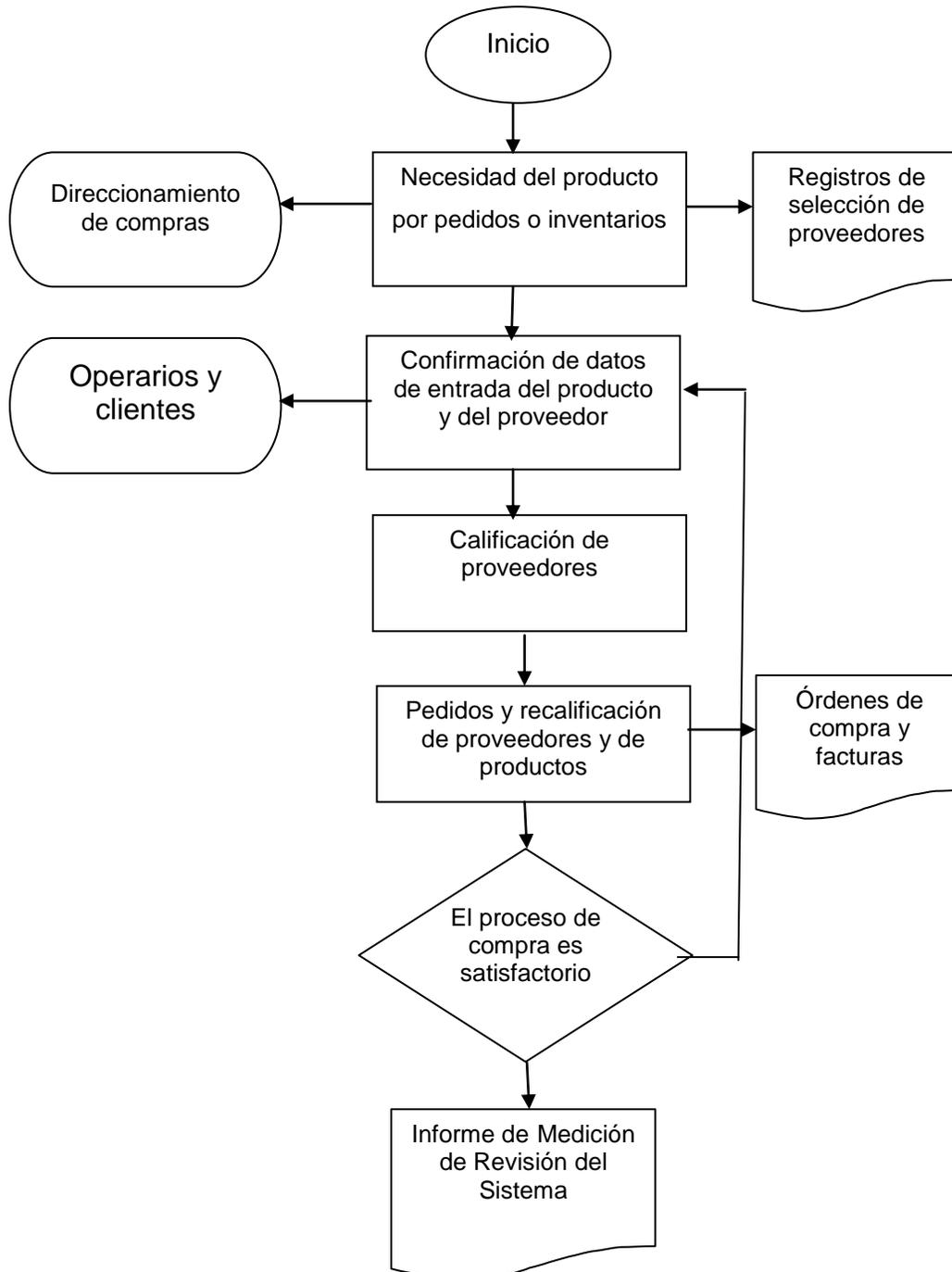
Es así como se han presentado problemas por recibir sin revisar y en ocasiones por no incluir algún artículo en los registros de entradas.

En cuanto a los pagos se realizan de forma oportuna pero no se llevan registros efectivos que puedan comprobar la efectividad de la gestión realizada en este aspecto.

Tanto en este proceso como en todos los procesos operativos se espera mejorar con la implementación de un sistema de calidad que en este caso se basa en la identificación y tratamiento de riesgos y que será objeto final del presente trabajo.

En la *Gráfica 29* se presenta el diagrama de flujo propuesto por las autoras para este proceso.

Gráfica 28. Diagrama de flujo del proceso de compras



Fuente; Las autoras, Noviembre de 2014.

2.2.2.2.2 Subproceso de Producción y logística

Se encuentran aquí los procesos en que se debe hacer un mayor control puesto que constituyen el objeto en sí de la empresa. Es decir son los procesos que generan ganancias a la empresa; por tanto se creó para funcionar bien principalmente en estos procesos.

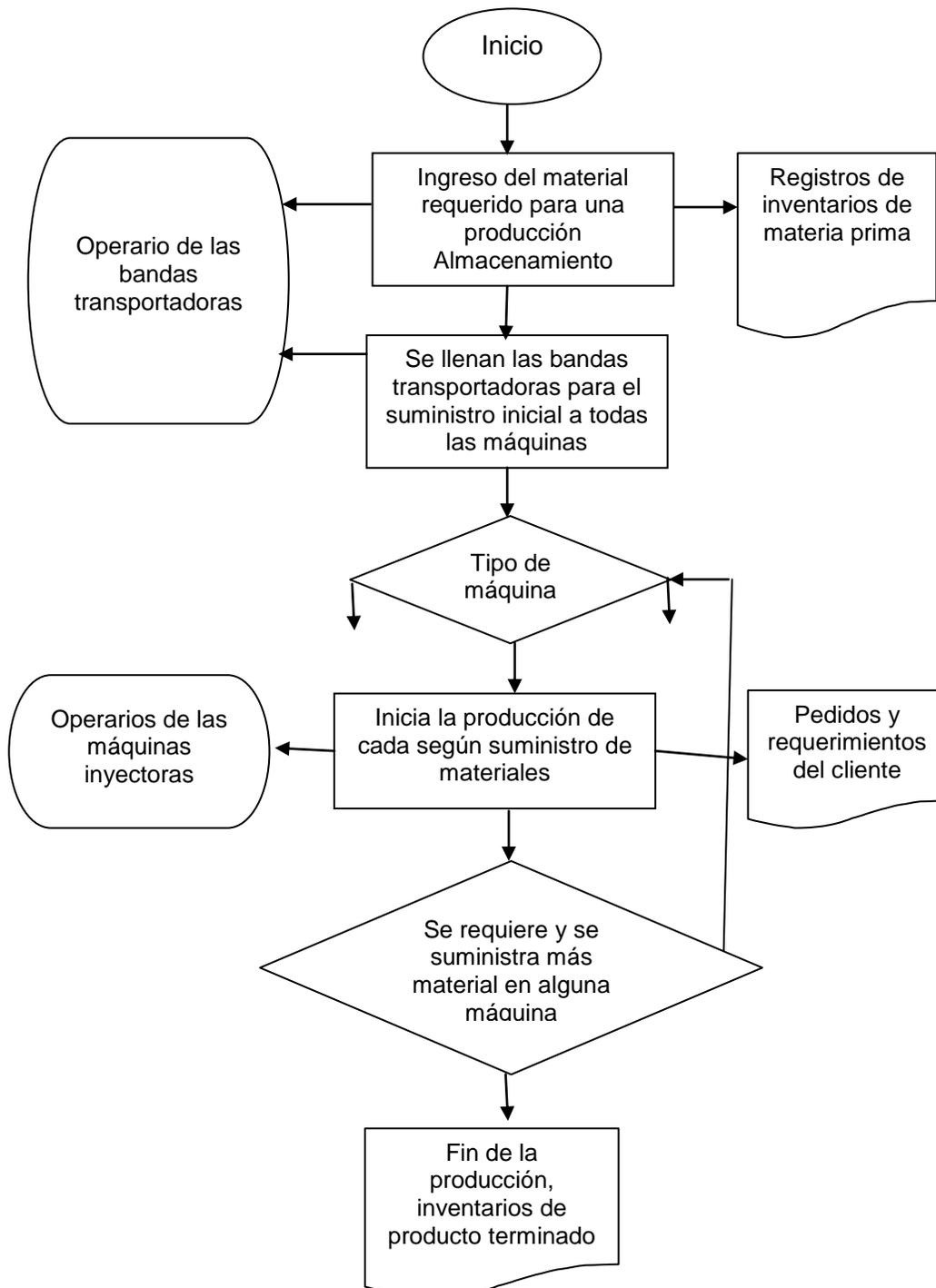
Se empieza por la entrada de materiales que también hace parte final del proceso de compras, adicionalmente se debe disponer de los espacios físicos para su disposición sin que exista peligro de deterioro o pérdida, dejándolos siempre disponibles para cuando se requieran en la fabricación o empaque de un producto.

Tanto los insumos como los productos terminados debe ser contabilizados a través de inventarios que se realizarán según un procedimiento estableciendo, los registros necesarios para que en cualquier momento que se requiera se tenga la información sobre las necesidades de pedidos y la disposición de stocks tanto de producto terminado como insumos.

El principal aporte del trabajo se refiere a la disposición de máquinas y operarios para que se reduzcan las pérdidas en todo sentido. Inicialmente se dispone de dos sitios para almacenamiento de materia prima, uno para material nuevo y otro dispuesto en la máquina de molienda. Esta materia prima se maneja solamente por un operario que es requerido cuando una de las máquinas inyectoras necesita materia prima.

En ese momento acciona una de las bandas transportadoras que lleva el material hasta la máquina que lo requiere, repitiendo el proceso tanto para máquinas inyectoras que funcionan con material nuevo como para máquinas inyectoras que reciben material de molienda. Los materiales terminados son recogidos por un solo operario quien debe llevar los inventarios y registros de stocks, que son a su vez información de entrada para programar la siguiente producción. En la *Gráfica 30* se presenta el diagrama de flujo de este proceso.

Gráfica 29. Diagrama de flujo del proceso de producción

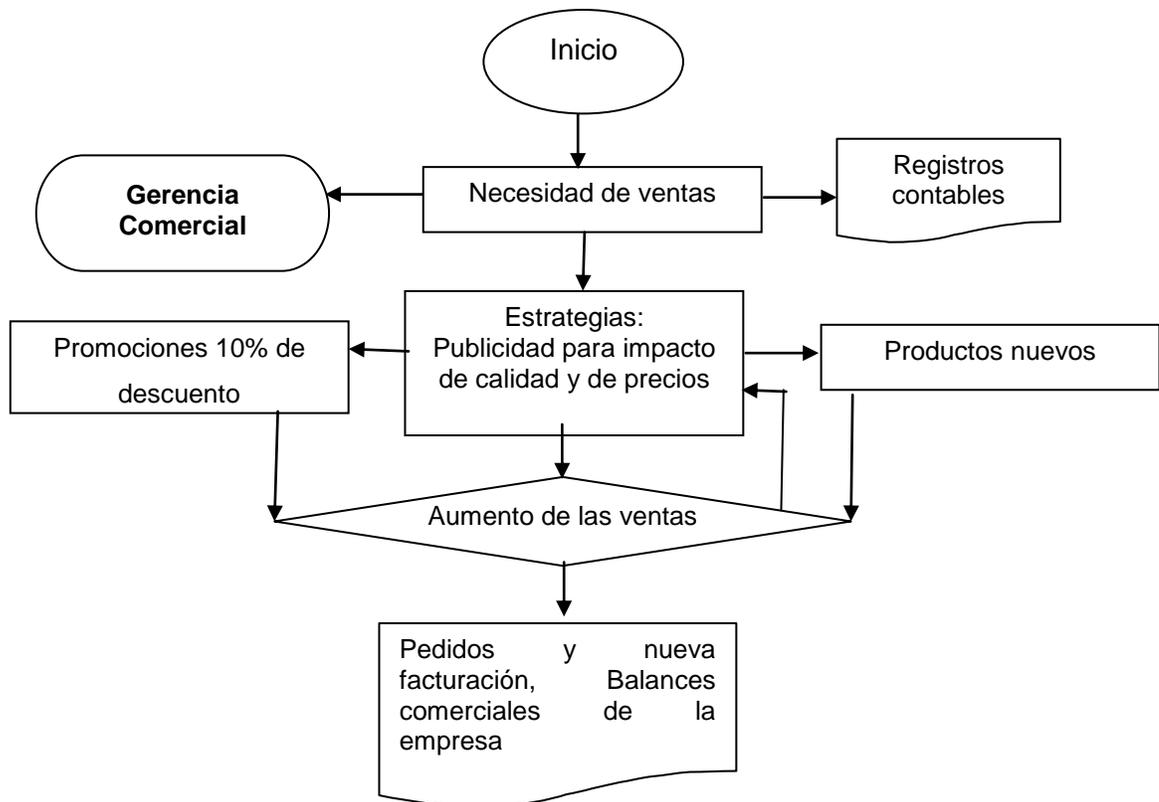


Fuente: Las autoras, 2014

2.2.2.2.3 Subproceso de Gestión comercial

Toda la producción que se logre y sus características de belleza y calidad deben contar con el respaldo de una gestión comercial. Aunque la gestión ha sido eficiente, se espera la aplicación de las pautas que se consignarán durante la realización de este estudio y la buena disponibilidad y entrega de los integrantes, la empresa crecer tanto en producción como en imagen y en ventas. En la *Gráfica 31* se presenta el diagrama de flujo correspondiente.

Gráfica 30. Diagrama de flujo del proceso de gestión comercial

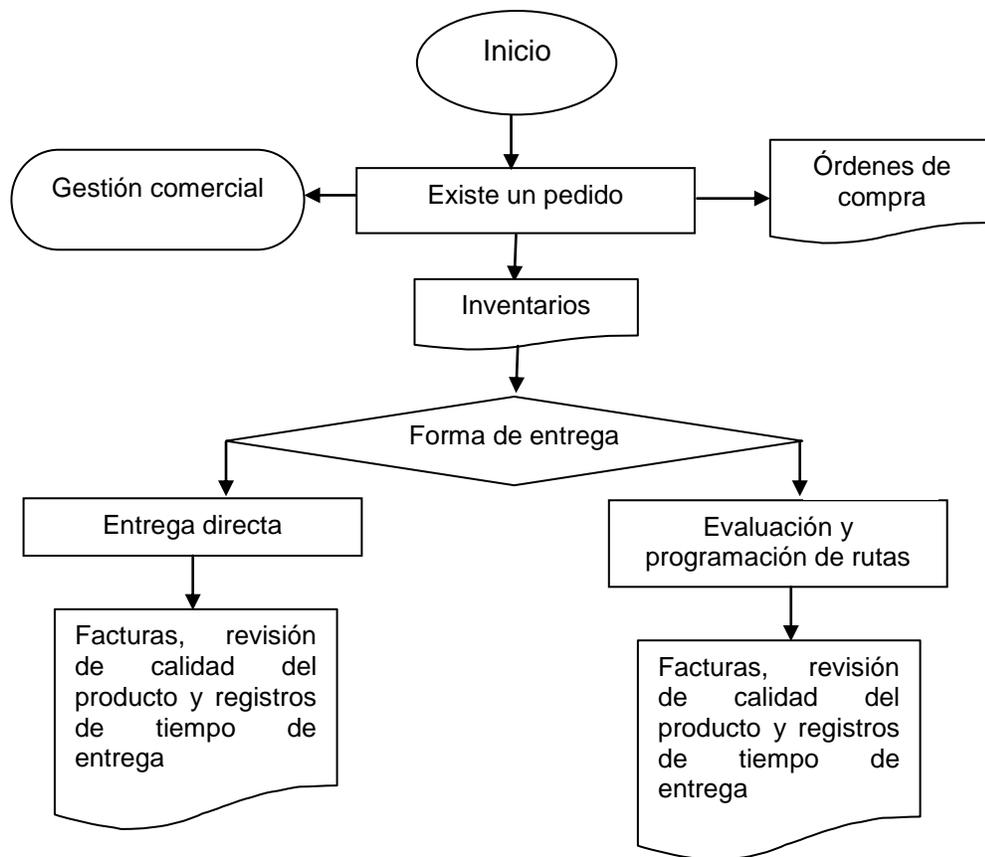


Fuente: Las autoras, 2014

2.2.2.2.4 Subproceso de Distribución

Después de lograda una eficiente gestión comercial es preciso culminar el negocio y dejar las puertas abiertas para nuevas oportunidades a través de una distribución eficiente y oportuna. Esto solo se logrará si se cumple con las entregas en el lugar y a la hora requeridos por el cliente. Para tener un apoyo que permita lo anterior es necesario planear y conocer rutas de distribución y al mismo tiempo conocer y tomar las medidas preventivas que eviten una situación de accidente; también se debe capacitar a través de las ARP o mediante personal idóneo sobre las medidas de riesgos laborales que se deben seguir en caso de accidente. En la *gráfica 32* se presenta el diagrama de flujo de este proceso.

Gráfica 31. Diagrama de flujo del proceso de distribución



Fuente: Las autoras, 2014

2.2.2.2.5 Procesos de apoyo

A pesar de que los procesos operativos son el objeto de la empresa, estos no se podrían efectuar eficientemente sin el apoyo de otros procesos que deben funcionar para ayudar a que las personas que componen la empresa logren eficiencia en sus respectivos procesos.

Desde el proceso de gestión Administrativa y financiera se dará apoyo por parte de la gerencia a todos los procesos de contabilidad y finanzas necesarios para que otros procesos como por ejemplo compras funcionen eficientemente. El proceso de mercado funciona como apoyo para lograr la eficiencia en el proceso de gestión comercial y el soporte técnico apoya a los procesos de producción donde se utiliza maquinaria o se requieren conocimientos técnicos de alguna índole.

2.2.2.2.6 Procesos de calidad

Subproceso de Gestión de documentos y archivos

Mediante los delineamientos de este proceso se deben determinar los documentos que sirven como base para el correcto funcionamiento de la empresa; también se debe determinar la forma como se elaboran y se archivan los registros que dejan evidencia de las principales actividades.

Ya teniendo identificado de forma global el funcionamiento de la empresa se procederá a la caracterización actual de los procesos misionales, para proponer actividades encaminadas al mejoramiento continuo de la forma de producción y reducción de pérdidas.

2.3 HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA

Como se ha dicho en el marco teórico, para aplicar manufactura esbelta dentro de una organización se requiere el desarrollo de una o varias herramientas que permiten eliminar todas las operaciones que no agregan valor al producto, servicio y/o proceso que son considerados dentro de este tipo de producción como desperdicios⁸².

La comprensión de la aplicación de estas herramientas que se presenta a continuación será más fácil consultando alternamente las Gráficas de la 15 a la 18, donde se presenta adecuación del espacio físico y la reducción de movimientos, tanto de personas como de materia prima dando así cumplimiento al objetivo de adecuar las herramientas de manufactura esbelta de acuerdo con las características de Martinplast S.A.S. determinando y desarrollando las herramientas más adecuadas para este fin.

2.3.1 5`S

Martinplast S.A.S, cuenta con una buena infraestructura, un equipo de trabajo que se ha relacionado como una familia y producción constante, sin embargo las condiciones del espacio y la distribución del mismo debido en gran medida a la acumulación de materia prima, materia en proceso y las piezas terminadas no son las más adecuadas, creando así desperdicios de tiempo de búsqueda, transporte y cargue de las máquinas, adicional en la actualidad no existe la documentación y registros apropiados de los procesos de la empresa⁸³.

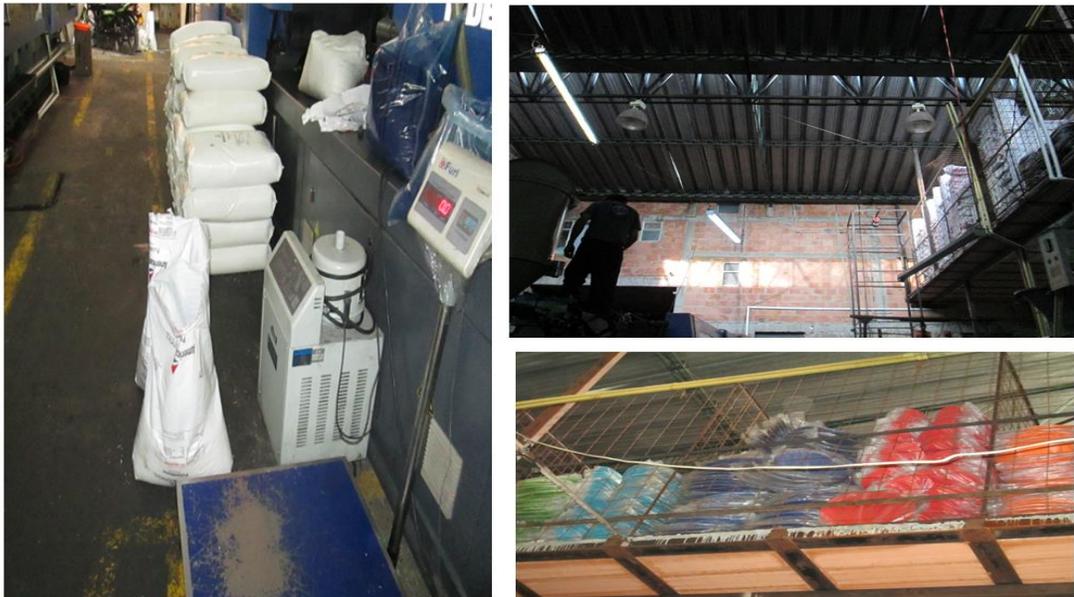
Con la implementación de la metodología 5S se busca mejorar el área de producción, ya que es en esta donde se encuentran las más grandes falencias de la compañía. Al implementar esta metodología se espera obtener una mejor

⁸² LIKER K., Jeffrey. Las claves del éxito de Toyota. 14 Principios de gestión del fabricante más grande del mundo. España: McGraw-Hill, 2004. ISBN: 978-84-96612-34-1. Pág. 117.

⁸³ LIKER K., Jeffrey. Las claves del éxito de Toyota. 14 Principios de gestión del fabricante más grande del mundo. España: McGraw-Hill, 2004. ISBN: 978-84-96612-34-1. Pág. 220 - 222.

distribución, que permita organizar mejor las máquinas y los trabajadores, y diseñar informes de producción que permita llevar registros adecuados de los procesos. La empresa tiene procesos de calidad, pero no cumple con las condiciones de seguridad, orden y limpieza como se puede apreciar en las Gráficas 33 y 34.

Gráfica 32. Situación actual de Martinplast S.A.S



Fuente: Instalaciones de Martinplast S.A.S. noviembre 20 de 2014

Gráfica 33. Condiciones de trabajo de Martinplast S.A.S



Fuente: Instalaciones de Martinplast SAS, noviembre 20 de 2014

En las Gráficas se observan las condiciones de trabajo poco adecuadas, ya que la iluminación es escasa especialmente en los turnos de la noche, las máquinas comparten espacio con la materia prima, producto terminado en tránsito y piezas que esperan pasar por la molienda. La distribución de las máquinas limita el paso de los insumos y operarios generando así inventarios en proceso y pérdidas de tiempo.

Para implementar la metodología 5S se realizó una observación detallada de las diferentes áreas de la empresa para analizar cuales presentan mayores falencias e investigar las causas de problemas de productividad⁸⁴. Además se realizaron entrevistas con el personal, validación de datos y el análisis respectivo del proceso como se observa en *tabla 5*. Se le pidió a los operarios marcar de 1 a 5 cada respuesta de acuerdo con sus observaciones, donde 1 es malo y 5 es excelente.

⁸⁴VARGAS RODRIGUEZ, Héctor. Manual de implementación programa 5S. {En línea}. [10 octubre de 2014] disponible en (<http://www.eumed.net/cursecon/libreria/2004/5s/3.pdf>).

Tabla 5. Cuestionario diagnostico 5S

N°	SELECCIÓN	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES
1	¿Considera que en su puesto de trabajo hay elementos innecesarios?						
2	¿Las herramientas están en condiciones seguras?						
3	¿Las áreas de trabajo y corredores son amplios para permitir el movimiento?						
N°	ORDEN	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES
1	¿Las herramientas están ordenadas y poseen un lugar para ellas?						
2	¿Hay un lugar específico para almacenar las piezas defectuosas?						
3	¿Existe un lugar para cada cosa?						
4	¿Medidas de limpieza y horarios para llevar a cabo esta son fácilmente reconocibles?						
N°	LIMPIEZA	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES
1	¿Las áreas de trabajo se encuentran limpias?						
2	¿Se usan elementos adecuados para la limpieza de las máquinas?						
3	¿Los equipos se encuentran en buenas condiciones y limpios?						
4	¿Los materiales de limpieza se encuentran fácilmente?						
N°	DISCIPLINA	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES
1	¿Conocen las políticas y procedimientos de seguridad?						
2	¿Se respetan las áreas de trabajo, esparcimiento y almacenaje?						
3	¿Se cuenta con la señalización indicada de prohibido fumar y/o comer?						
4	¿Las áreas de basura y desperdicio están bien ubicadas?						
N°	ESTANDARIZACION	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES
1	¿Se dispone de las normas y procedimientos para la elaboración de los productos?						
2	¿Se respetan las normas de trabajo y las áreas de trabajo?						
3	¿Están asignadas las normas y procedimientos de limpieza y aseo?						

Fuente: Autoras, 2014

Con la encuesta realizada se tomó la media de las respuestas, se implementaron las condiciones generales de la planta, como tener políticas claras de limpieza, aseo y orden de procesos, adicional se realizó la capacitación de mejoras en el puesto de trabajo y de la importancia del orden y la limpieza en todos los ámbitos de la vida en especial en las puestos de trabajo, en la *tabla 6* se muestra el avance que se percibe entre los colaboradores, administrativos y el dueño de la planta en cuanto al desarrollo de la filosofía 5S.

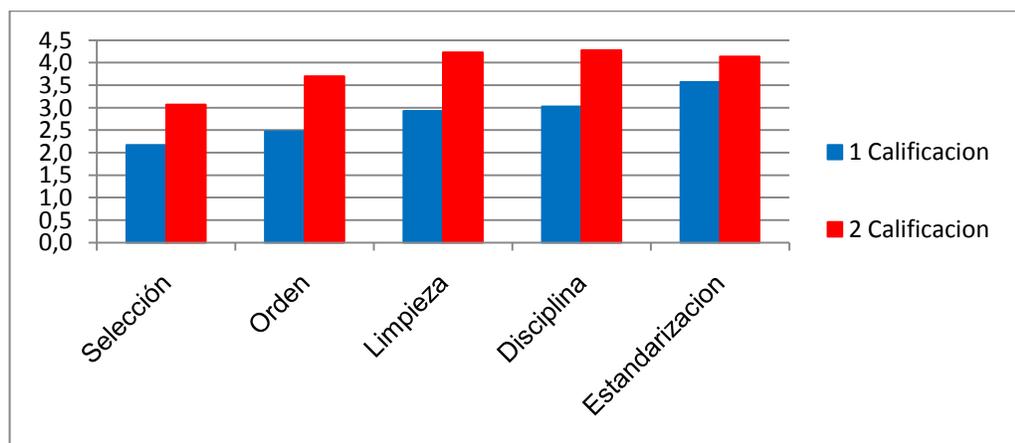
Tabla 6. Evolución de la situación de Martinplast

Estrategia	1 Calificación	2 Calificación	Dif	% Dif
Selección	2,2	3,1	0,9	41,50%
Orden	2,5	3,7	1,2	49,50%
Limpieza	2,9	4,2	1,3	44,40%
Disciplina	3	4,3	1,3	41,30%
Estandarización	3,6	4,1	0,6	15,90%

Fuente: Operarios de Martinplast S.A.S, 2014.

Con la información obtenida de las entrevistas y la observación en conjunto se establecieron las siguientes sugerencias teniendo en cuenta las observaciones realizadas por los operarios de Martinplast como se puede observar en la *Gráfica 35*.

Gráfica 34. Evolución de situación de Martinplast S.A.S



Fuente: Operarios de Martinplast S.A.S, 2014.

Clasificar u organizar (Seiri), Retirando del área de las máquinas de inyección toda la materia prima que no se requiere en el sitio. Para esto se dispone de 2 canales por donde circula el material, diferenciando entre el material primario y el material de segunda que debe ser picado⁸⁵.

De esta forma también se visualiza el concepto de **ordenar (Seiton)**, puesto que las máquinas como la materia prima requerida tienen lugares únicos y fáciles de localizar en todo momento.

Igualmente se visualiza el concepto de **limpiar (Seiso)**, porque de esta forma resulta fácil la limpieza del lugar donde se ubican las máquinas. Con el nuevo sistema se exige a todos los operadores dejar limpio su área de trabajo en cada cambio de turno.

Los anteriores conceptos permiten **estandarizar (Seiketsu)** la forma de producción dentro de Martinplast S.A.S puesto que se elimina el desorden que se tenía por la falta de un sitio de acopio de materia prima para cada máquina, reduciendo así tiempos que se gastaban en la recolección y limpieza de la materia prima que ingresa a cada máquina inyectora.

Con esta forma estandarizada para la circulación de materia prima se puede disciplinar más fácilmente a cada uno de los operarios puesto que las funciones y movimientos de cada máquina son iguales, cumpliendo con la aplicación del concepto de la última S (**Shitsuke**) y mejorando las condiciones del entorno laboral y por ende las condiciones de seguridad industrial y salud ocupacional de los operarios de Martinplast S.A.S.

Por otro lado, debemos hacer que todos los actores implicados se sientan comprometidos con la buena marcha de los procesos como para que apliquen los

⁸⁵VILLASEÑOR C., Alberto y GALINDO C., Edber. Conceptos y reglas de Lean manufacturing. Monterrey: Editorial Limusa S.A, 2008. ISBN-13:978-607-5-00005-3. Pág. 18 - 19.

principios conceptualizados por la aplicación de las 5 S en su día a día. Esto se consigue mediante la correcta aplicación de técnicas de motivación, entre las que serán especialmente importantes aquellas relacionadas con la formación y la gestión de horarios, como horarios flexibles o el teletrabajo.

Adicional y de acuerdo con las observaciones del personal y de las autoras no se cuenta con un histórico de producción por turno, por esta razón se hace necesario tener un control de las piezas producidas, las entregas a clientes y las piezas devueltas y causa de esta devoluciones, para ello se desarrolló la tabla 7.

Donde se puede encontrar la información necesaria de los puestos de trabajo y realizar los controles necesarios con el fin de generar menos devoluciones por parte de los clientes.

2.3.2 Justo a tiempo

El JIT, es una disciplina que integra el trabajo en equipo y el sistema de control Halar, buscando la mejora de la calidad mediante la solución de problemas y eliminando desperdicios, cuellos de botella, disminución de inventarios y los tiempos de ciclo de producción.

Se aprecia con el desarrollo de un sistema estandarizado como el que se señaló anteriormente, puesto que la demanda de artículos siempre ha estado desligado del rendimiento real de producción de las máquinas, ya que el desorden en el que funcionaban no se podían medir tiempos efectivos⁸⁶.

Ahora resulta fácil tomar tiempos de producción de cada una de las máquinas, para de esta forma comprometerse con pedidos más exactos, disminuyendo los inventarios de piezas que se tenían que almacenar en el segundo nivel, ya que se produce sobre pedido más una pequeña cantidad para suplir cualquier imprevisto que se presente por problemas de producción, ya que el proceso de inyección genera al menos una pieza quemada o con burbujas lo que genera un reproceso.

Este almacén y el ascensor de acceso al segundo nivel se elimina y solamente se deja adecuado un cuarto de terminados ubicado estratégicamente para retirar de la empresa rápidamente los pedidos de cada orden de compra.

Pasos del desarrollo del JIT.

Educación y comprensión. Es necesario que toda la organización conozca, comprenda y aplique los beneficios que esta metodología tiene a todos los niveles, la principal área en la que se debe desarrollar las buenas prácticas de producción es la parte operativa. En esta área se desarrolló un piloto el cual consiste en entregar a los operarios lotes de producción completos es decir entregando los insumos adecuados a la producción, observando las fechas de entrega y recibo

⁸⁶LIKER K., Jeffrey. Las claves del éxito de Toyota. 14 Principios de gestión del fabricante más grande del mundo. España: McGraw-Hill, 2004. ISBN: 978-84-96612-34-1. Pág. 58 - 61.

pactadas, observando siempre la calidad de las piezas producidas por lote, operario y máquina.

Diseñar el flujo de proceso. Se tiene como base del diagrama de flujo realizado por el jefe de producción como se pudo apreciar en la *Gráfica 20*. Martinplast ya contaba con un diagrama de flujo detallando el proceso de inyección de piezas plásticas con un promedio de los tiempos por actividad, pero hace falta complementarlo con el diagrama del proceso de producción completo desde que se inicia la programación de piezas de acuerdo con los pedidos de los clientes.

Lo primero que se va a tener en cuenta es la cantidad de piezas y las características que deben tener para así planear la producción, las horas que se va a gastar en cuanto a tiempo de maquinaria y operarios, con base en esta observación se generó un nuevo diagrama de flujo como se aprecia en la *Gráfica 36*. Se debe alistar las materias primas a utilizar (Poliestileno, polietileno, piezas picadas por la molienda y colorantes).

Esta materia prima se puede pedir al proveedor y se cuando llegue se de verificar la calidad y la cantidad de la misma, en cuento a las piezas que se reprocesan se debe validar con la molienda el tamaño de la piezas que se van a reprocesar.

Se asignan las máquinas de acuerdo con las características de las piezas a producir, ya que no todas las inyectoras que posee Martinplast sirven con los mismos moldes y por ende no pueden producir las mismas piezas, apenas se tenga todo listo se inicia el proceso de inyección, cuando se tengan las piezas en su totalidad terminadas se valida la cantidad y la calidad del pedido a despachar al cliente, dejándolo listo para su posterior despacho y transporte hasta las diferentes instalaciones de los clientes.

Gráfica 35. Diagrama de proceso de producción



Fuente: Lluvia de ideas de los empleados de Martinplast S.A.S, 2014.

Como proceso final se elaboran los documentos de entrega en este caso la factura con la orden de compra de los clientes sí se necesita contar con ella.

Control de calidad. La calidad debe ser controlada en todos los ámbitos de la producción de las piezas de plásticos, ya que si no se controlan los tiempos y la presión de la máquina inyectora se presentarán piezas quemadas, incompletas y/o con burbujas en algunas partes, reduciendo así el margen de error.

Cada operario independientemente del turno o de las condiciones de trabajo deben responsables de la calidad de las piezas, entregando así un producto terminado en óptimas condiciones.

Programación. Se debe contar con estándares y tiempos de producción, teniendo en cuenta la capacidad de producción de las máquinas y de la planta en sí, adicional se debe capacitar al personal para que puedan solucionar cualquier tipo de emergencia con la maquinaria e insumos.

Reducción de inventarios. Para reducir los inventarios es necesario contar con la planeación de los insumos que se requieren para cada una de las piezas a producir, así se evita desperdicios, reprocesos, compras de innecesarias de materia prima o la falta del mismo, pero teniendo un margen mínimo para cubrir posibles eventualidades, esto con el fin de obtener un mejor costo de producción por pieza plástica generada.

Trabajar con proveedores. Los proveedores deben ser tomados como parte estratégica de la producción, conociendo su velocidad de reacción, entrega y capacidad de despacho, ya que conociendo esta información se pueden tomar mejores decisiones ante cualquier eventualidad.

Mejora de los productos. Con la adquisición de nuevas máquinas se puede diversificar el catálogo de productos que actualmente se maneja, ingresar a nuevos mercados como la producción de piezas para el hogar, adicional se debe mantener la calidad de los productos y aprovechar la apertura de mercados por la cual Colombia está atravesando.

2.3.3 Herramienta Jalar

Se puede observar en que el sistema de producción, pasa a ser un sistema determinado por los pedidos efectuados y en que la materia prima es transportada por bandas dentro de los canales que abastecen a cada máquina. De esta forma, cada operador puede accionar la banda transportadora cuando requiera materia prima. Para que las bandas siempre cuenten con materia prima se requiere de un operario que las esté cargando continuamente desde el sitio de acopio. Es decir que como lo dice la teoría de la herramienta jalar los operarios de las inyectoras siempre estiran la actividad del operario que carga la banda transportadora con la materia prima.

En cuanto a la herramienta Kanban, esta no requiere grandes cambios, puesto que el proceso es muy sencillo y solamente se requiere el abastecimiento de materia prima a las máquinas inyectoras y a la molienda. Una etiqueta es colocada a cada pieza terminada por el operario de cada máquina con el día, hora y número de inyectora, para poder identificar una trazabilidad del producto.

2.3.4 Células de manufactura

Se observa en agrupación de las máquinas que funcionan con materia prima de empaque y las que funcionan con material picado o de molienda. La agrupación de estas máquinas para que funciones con dos bandas transportadoras reduce los movimientos de materia prima y los movimientos de los operarios que como se ha dicho son desperdicios de tiempo y energía.

2.3.5 Jidoka

Se ha establecido que cada operario es responsable por las piezas defectuosas de su propia máquina inyectora, que como se ha dicho cuentan con su propia trazabilidad. En el momento que sale una pieza defectuosa el operario debe devolver el proceso apartando la pieza y colocándola junto con el material para molienda⁸⁷.

2.3.6 Poka-Yoke

Se experimenta en la detección de errores de producción descritos anteriormente por cada operario, mediante la observación de las autoras en la fábrica. Además se implementa un programa de mantenimiento de maquinaria en el que se programan los tiempos requeridos para cada máquina de tal forma que coinciden con el tiempo de descanso de los operarios, basados en los pedidos que igualmente se aceptan de manera programada para evitar inventarios excesivos.

La implementación exitosa de las herramientas antes misionadas y su continua evaluación para determinar la eficiencia de estos cambios que se traduce en la

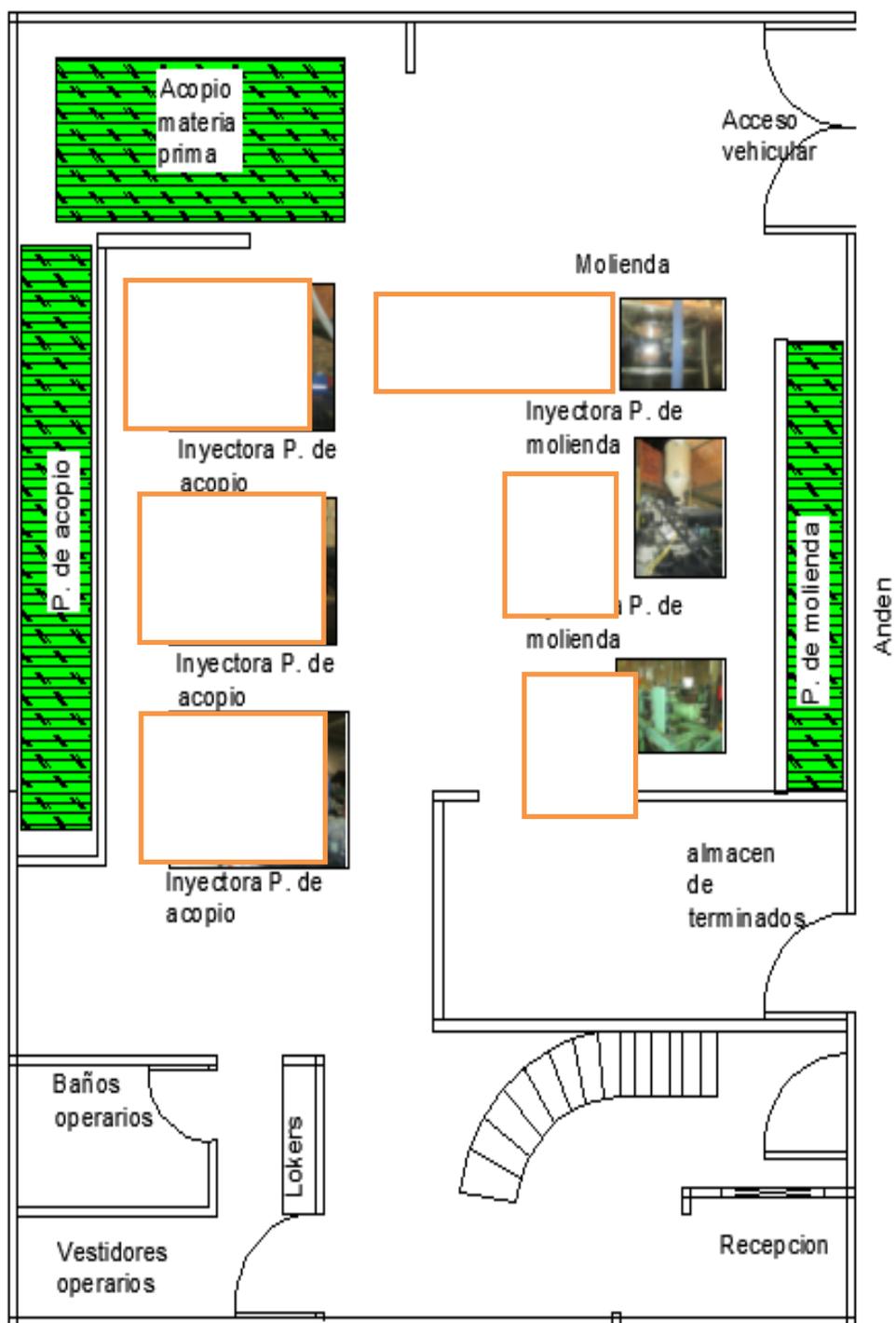
⁸⁷ LIKER K., Jeffrey. Las claves del éxito de Toyota. 14 Principios de gestión del fabricante más grande del mundo. España: McGraw-Hill, 2004. ISBN: 978-84-96612-34-1. Pág. 193 - 206.

reducción de tiempos y de otras pérdidas, buscando siempre la mejora continua del proceso productivo se traduce en la práctica de la herramienta Kaizen.

De esta forma se tiene un sistema productivo organizado, controlable y medible.

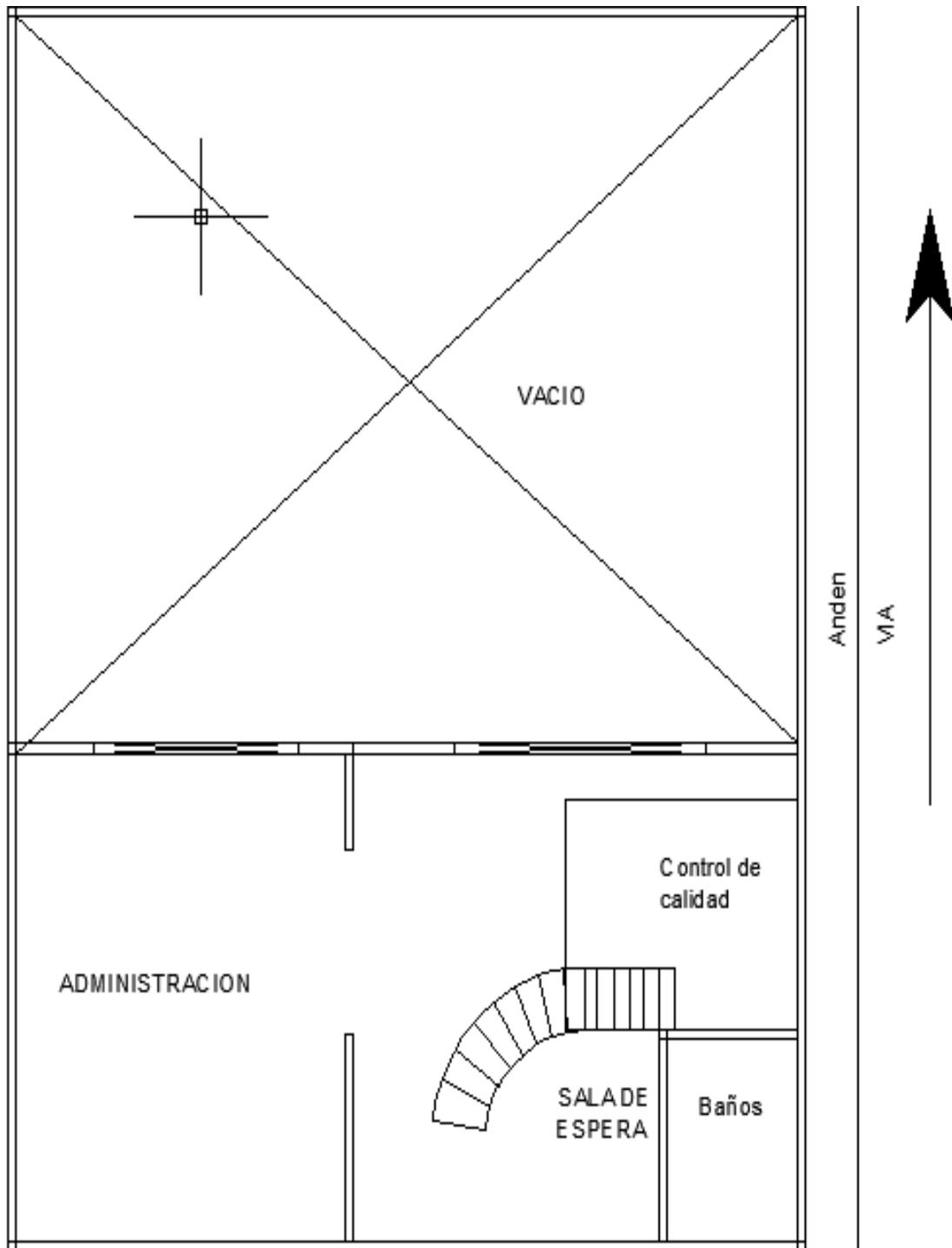
En las *Gráficas 37 y 38*, se observa el esquema propuestos de distribución de la fábrica para reducir pérdidas en la empresa. En las *Gráficas 39 y 40* se aprecian los movimientos que se producirían con la implementación de dicha distribución.

Gráfica 36. Esquema propuesto para la planta física piso 1
(Escala 1:100)



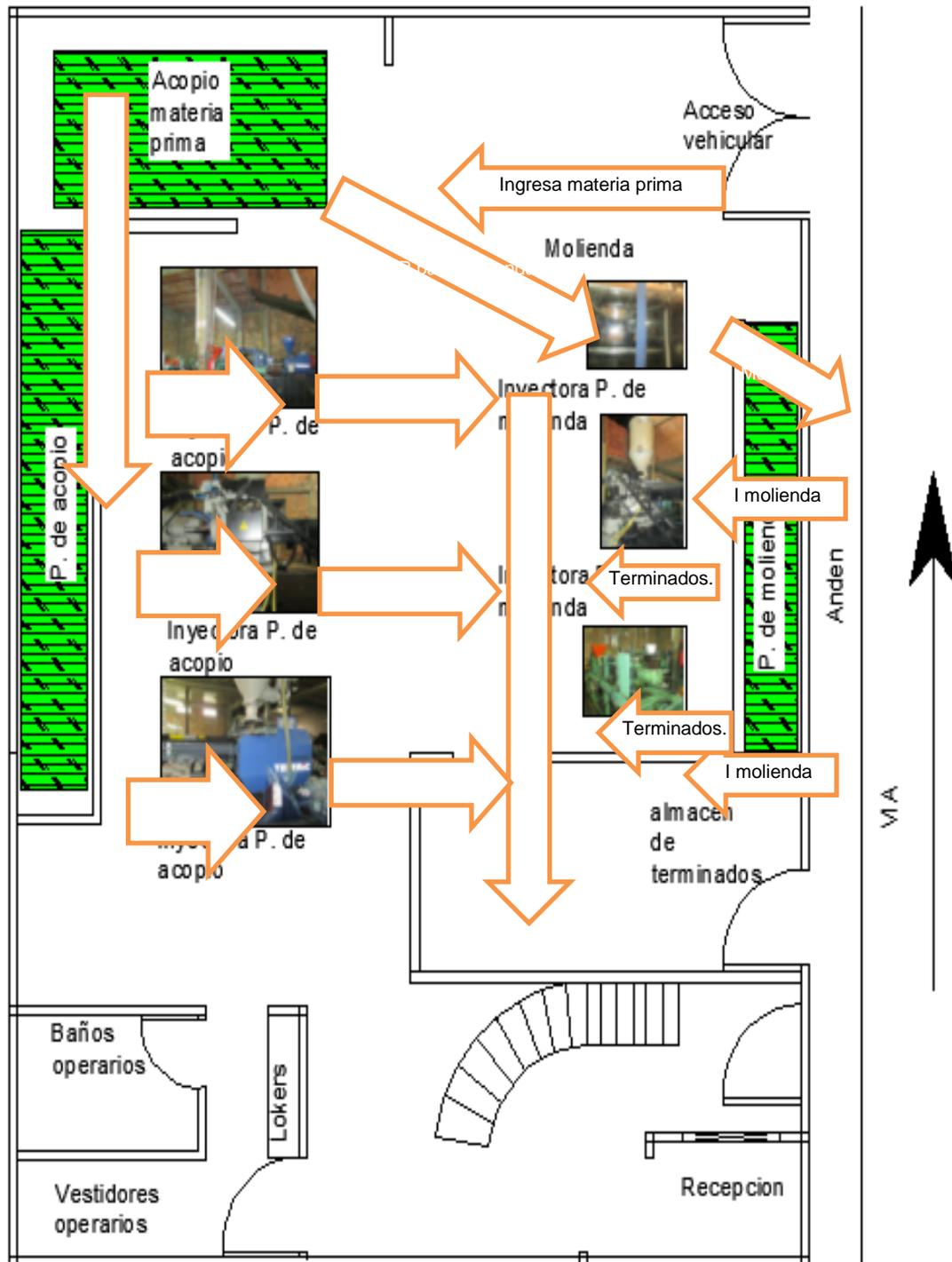
Fuente: Autoras, 2014

Gráfica 37. Esquema propuesto para la planta física piso 2
(Escala 1:100)



Fuente: Autoras, 2014

Gráfica 38. Esquema de movimientos optimizados de materia prima
(Escala 1:100)



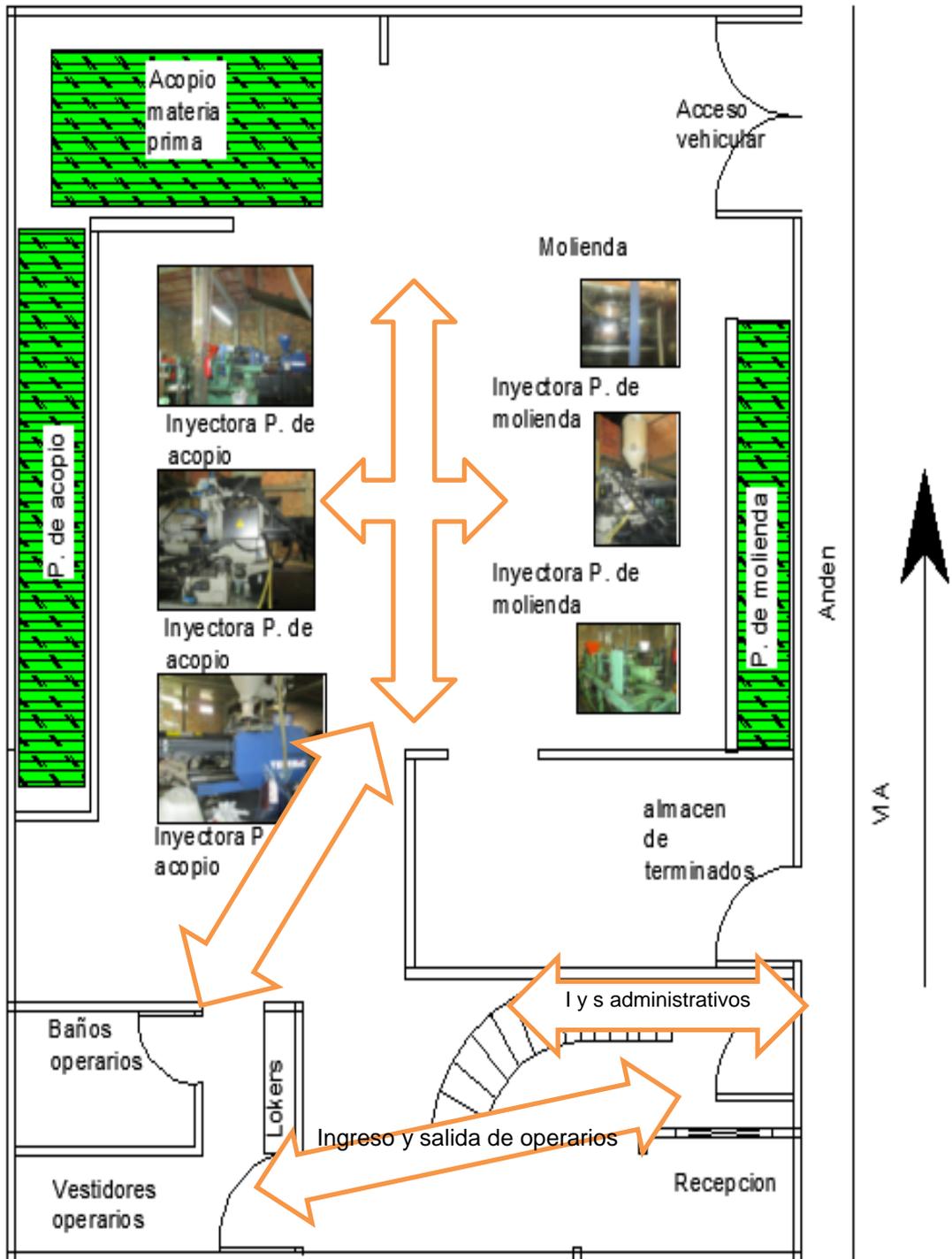
Fuente: Autoras, 2014

Observando la teoría sobre manufactura esbelta, resulta muy satisfactorio para las autoras del presente proyecto presentar la propuesta que se esquematiza en las gráficas anteriores, puesto que en ella se observa un movimiento de materiales, empezando por el ingreso de la materia prima a un sitio de acopio, continuando por el transporte de esta materia prima hacia las máquinas por medio de bandas transportadoras que circulan a lo largo de canales dispuestos estratégicamente para que los operarios de las máquinas puedan disponer del material. El material debe ser manipulado y cargado por un solo trabajador que a la vez llena los registros correspondientes a inventarios de materia prima nueva y material de molienda. Los operarios de las máquinas inyectoras solamente tienen que esperar el material llevado por la banda transportadora a su máquina, y depositar el producto terminado en carretillas que conducen este material al almacén de terminados donde se revisa el inventario y se dispone para su cargue, ya sea directamente al cliente o para cumplir pedidos a domicilio.

En las *Gráficas 40* se observa la reducción de movimientos del personal, esta reducción se traduce en ahorro de tiempo y prevención de desorden o indisciplina por parte de los empleados. Como se observa los empleados administrativos ingresan directamente a las oficinas ubicadas en el segundo piso, mientras que los operarios entran a los lockers, donde se cambian y siguen a sus respectivos puestos de trabajo.

La propuesta aquí descrita es el resultado de horas de observación y planeación de movimientos realizados en el sitio por parte de las autoras del proyecto, que a la vez fue consultado y retroalimentado por los operarios y por la parte administrativa de la empresa, quienes mostraron su total acuerdo con los planteamientos aquí expuestos, y su voluntad para adoptar el modelo cuando se tengan los recursos necesarios. De esta forma se aprecia la utilización de las herramientas de manufactura esbelta en un mejoramiento del sistema productivo que se manifiesta en la eliminación de las pérdidas como se describe a lo largo del capítulo.

Gráfica 39. Esquema propuesto de movimientos optimizados de personal (Escala 1:100)



Fuente: Autoras, 2014

2.4 SIMULACIÓN

Se realiza para validar el funcionamiento del sistema desarrollado en Martinplast S.A.S a través del uso de un programa de computador que permita validar la efectividad de las herramientas de Manufactura Esbelta los procesos.

2.4.1 Definición del problema

Como se ha descrito la compañía Martinplast, se desarrolló de manera acelerada y desde la experiencia se ha llevado a cabo todos los procesos de la compañía, generando así condiciones inadecuadas para producir, ya que no se han determinado espacios específicos para productos terminados, materias primas y productos en proceso, sino que se mezclan generando que las condiciones de trabajo no sean las mejores.

Se desea mejora las condiciones actuales, y generar especialización de las funciones de los operarios, ya que en este momento cada operario que trabaja en los tres turnos maneja todas las máquinas y conocen de manera básica todos los procesos.

Con el desarrollo de las herramientas de Manufactura Esbelta se busca demostrar a los operarios, personal administrativo y gerencia que mejorar las actuales condiciones de desplazamiento y almacenamiento de los diferentes productos es la mejor manera de optimizar el sistema productivo y reducir los costos de operario hombre-máquina. Para ello se ha generado una nueva distribución de las máquinas inyectoras y se propone especializar la mano de obra actual.

2.4.2 Datos

Como producto base de la investigación se eligió los tapones para sillas, que es el producto de mayor rotación de ventas y por ende de producción para demostrar que los cambios que se realicen van a traer beneficios para la empresa. Por esta razón se hizo necesario conocer el diagrama de proceso de las piezas mencionadas como se puede apreciar en la *tabla 8*.

Los tiempos de la *tabla 8* hacen referencia a la ubicación de las máquinas en la actualidad, con desordenes y mezclas de materias primas, producto en proceso y terminado en el mismo espacio, adicional con condiciones poco higiénicas para los operarios ya que mueven las materias primas y en proceso al hombre, generando pérdida de tiempo en desplazamiento y causando dolores crónicos que pueden desatar futuras lesiones e incapacidades.

Tabla 8. Diagrama inicial de proceso de tapones de plástico para sillas

DIAGRAMA DE PROCESO				
	PROCESO	TIPO	DESCRIPCION	TIEMPO (s)
1	ALISTAMIENTO MATERIAS PRIMAS		Selección y carga de material necesario para alimentación de la máquina inyectora	90
2	LLEVAR MATERIAS PRIMAS A INYECTORA		Desplazamiento de materias primas a la máquina	120
3	ALIMENTACION Y MEZCLA DE MATERIAS PRIMAS		Carga de materias primas a la Tolda de inyectora	90
4	FABRICACION DE PIEZA POR INYECCION		Ciclo de operación de máquina inyectora del proceso de formado	180
5	EXTRACCION DE PIEZA EN BRUTO Y LIMPIEZA DE MOLDE		Extraer material termoformado del molde y limpiar excesos de material de las cámaras de inyección	60
6	ELIMINACION EXCESOS PIEZA EN BRUTO Y CORTE		Eliminar rebabas de pieza en bruto, seleccionar producto defectuoso y corte de producto en bruto a unidad terminada	60
7	ENFRIAMIENTO DE PRODUCTO		Enfriamiento de piezas terminadas antes de transporte final	30
8	DESECHO DE DEFECTOSOS		Almacenamiento de piezas y material sobrante a acopio de desechos reutilizables	60
9	TRANSPORTE PRODUCTO TERMINADO		Transporte piezas terminadas a almacén	120
10	TRANSPORTE DESPERDICIOS		Transporte material de desecho a molienda para reutilización	120
TOTAL TIEMPO PROCESO				930

Fuente: Personal de Martinplast S.A.S

Con la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta se pretende organizar y mejorar las condiciones actuales de la empresa en temas de producción, generando un mejor ambiente de trabajo, minimizando posibles fuentes de accidente y creando una cultura de especialización en las labores y limpieza en términos generales.

Por esta razón se tomó una máquina con los tres turnos para hacer exclusivamente los tapones de las sillas, esta decisión permite que los tres operarios que interactúan con la máquina conozcan las condiciones adecuadas de trabajo e identifiquen las características de un producto de excelente calidad, además de desarrollar en los operarios una conciencia de mejorar las condiciones de su puesto de trabajo. Con la nueva distribución de planta y la adquisición de una caretila se disminuyen tiempos de desplazamiento como se puede apreciar en la *tabla 9*.

En ambos casos los tiempos se obtienen a través de la toma de tiempos, y promediando los datos.

Tabla 9. Diagrama de proceso ajustado a las herramientas de manufactura esbelta

DIAGRAMA DE PROCESO				
	PROCESO	TIPO	DESCRIPCION	TIEMPO (s)
1	ALISTAMIENTO MATERIAS PRIMAS		Selección y carga de material necesario para alimentación de la máquina inyectora	60
2	LLEVAR MATERIAS PRIMAS A INYECTORA		Desplazamiento de materias primas a la máquina	60
3	ALIMENTACION Y MEZCLA DE MATERIAS PRIMAS		Carga de materias primas a la Tolda de inyectora	90
4	FABRICACION DE PIEZA POR INYECCION		Ciclo de operación de máquina inyectora del proceso de formado	180
5	EXTRACCION DE PIEZA EN BRUTO Y LIMPIEZA DE MOLDE		Extraer material termoformado del molde y limpiar excesos de material de las cámaras de inyección	60
6	ELIMINACION EXCESOS PIEZA EN BRUTO Y CORTE		Eliminar rebabas de pieza en bruto, seleccionar producto defectuoso y corte de producto en bruto a unidad terminada	60

7	ENFRIAMIENTO DE PRODUCTO		Enfriamiento de piezas terminadas antes de transporte final	30
8	DESECHO DE DEFECTOSOS		Almacenamiento de piezas y material sobrante a acopio de desechos reutilizables	30
9	TRANSPORTE PRODUCTO TERMINADO		Transporte piezas terminadas a almacén	60
10	TRANSPORTE DESPERDICIOS		Transporte material de desecho a molienda para reutilización	60
TOTAL TIEMPO PROCESO				690

Fuente: Autoras a través de la toma de tiempos

La nueva distribución de maquinaria y tareas, permitiría a la compañía ahorrarse la mitad de las horas trabajadas hombre-máquina que se gasta en la actualidad y así mismo el costo de producción, ya que se pasa de manejar dos máquinas para la misma pieza, con 6 horarios trabajando por semana a tener una máquina específica y 3 operarios que adelanten la producción de tapones de plástico, como se puede apreciar en la *tabla 10*, que representa el ahorro horas hombre y el impacto en los costos.

Tabla 10. Resultados de la aplicación de Lean Manufacturing en la producción de tapones de plástico.

DATOS HORA - HOMBRE	ACTUAL	MANUFACTURA ESBELTA	VARIACION
NUMERO DE OPERARIOS	6	3	100%
TOTAL HORAS – HOMBRE	1248	624	100%
COSTO TOTAL	\$ 3.380.000	\$ 1.690.000	100%

Fuente: Comparativo realizado por las autoras de la situaciones presentadas, 2015.

Reducir el trabajo de dos máquinas a una, permite ahorrar en el número de operarios que se encargan de las piezas en los tres turnos de ocho horas cada uno por 26 días trabajados (Teniendo en cuenta que los operarios de Martinplast no trabajan los domingos).

Tabla 11. Comparación de ahorros por los cambios realizados.

HORA HOMBRE	PROCESO ACTUAL	MANUFACTURA ESBELTA
NUMERO DE OPERARIOS	6	3
HORAS POR OPERARIO	8	8
TOTAL DIAS LABORADOS	26	26
TOTAL HORAS – HOMBRE	1.248	624

Fuente: Autoras, octubre de 2015.

2.4.3 Desarrollo del modelo

Al desarrollar el modelo de simulación es necesario definir las variables y la probabilidad a usar. Dado que el proceso de producción analizado corresponde a la fabricación de un único producto, la cantidad de unidades de producción será mayor o menor de acuerdo a las siguientes tres variables:

- Variable 1. Número de operarios
- Variable 2. Número de horas de operario
- Variable 3. Número de días laborales

Dichas variables se muestran en la *tabla 12*:

Tabla 12. Variables del modelo de simulación como se trabaja actualmente.

	variable 1	variable 2	variable 3
	No. Operarios máquina 1	No. Horas	No. Días
Turno A	2	8	26
Turno B	2	8	26
Turno C	2	8	26
Totales	6	24	78

Fuentes: Autoras, febrero de 2016

Tomando como base los valores para cada una de las variables, se procede a calcular los valores de la media aritmética, mediana y moda de cada una de las variables obteniendo los resultados de la *tabla 13*.

Tabla 13. Cálculos estadísticos.

	MEDIA	MEDIANA	MODA
No. Operarios	1	1	1
No. Horas	8	8	26
No. Días	26	26	26

Fuentes: Autoras, febrero de 2016

Teniendo en cuenta estos resultados se evidencia que el valor de la media, mediana y moda para cada una de las variables es igual, por lo que se determina que la distribución de probabilidades para cada una de las variables corresponde a una distribución normal.

Para tener una mejor visión de los cambios efectuados en la planta de Martinplast S.A.S a través del desarrollo de las herramientas de Manufactura Esbelta, se decidió manejar la simulación de las situaciones presentadas a través de Promodel⁸⁸, un programa que permite ver los cambios de forma dinámica, sin tener que hacer cambios la distribución actual.

Para poder realizar la simulación se debe tener en cuenta que las condiciones del modelo a desarrollar, que es la elaboración de tapones de plástico se harán a través de una fila de espera que supone que lo que primero entra es lo que se va atender de primeras. Adicional luego de abandonar la máquina inyectora se termina el proceso de simulación y se hace de cuenta que las piezas van a hacer almacenadas en otro lugar.

Los elementos que se van a tener en cuenta en la simulación son los siguientes, como se puede ver en la *gráfica 41*:

⁸⁸ GARCÍA DUNNA, Eduardo, GARCÍA REYES, Hedilberto y CÁRDENAS BARRÓN, Leopoldo E. Simulación y análisis de sistemas con Promodel. México: Pearson Educación, 2006. ISBN: 970-26-0773-6. Pág. 138 - 170.

Locaciones⁸⁹:

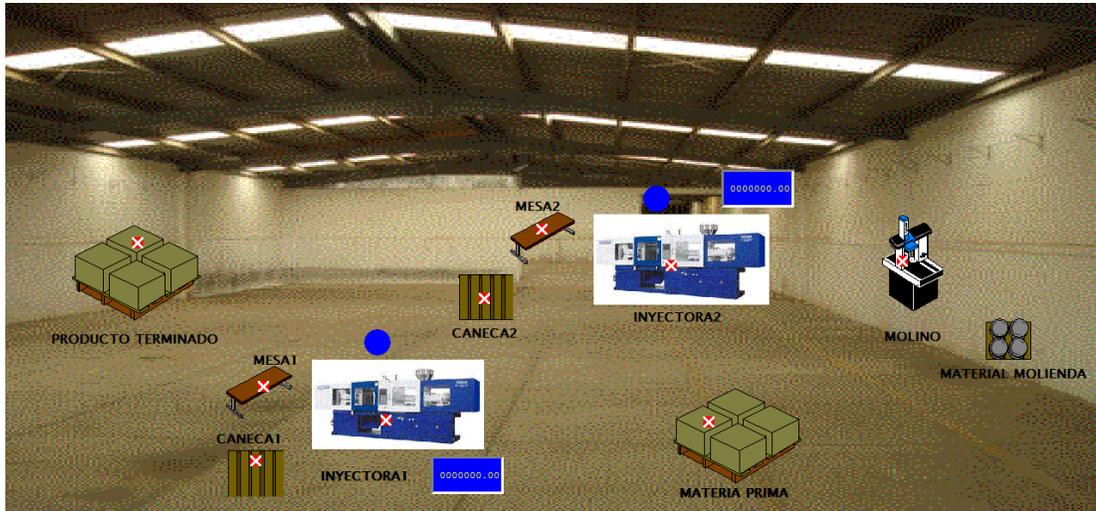
- Material Molienda: Las piezas plásticas que resultan defectuosas durante el proceso son llevadas a una parte de la bodega de Martinplast, para esperar a un operario que debe moler todo el material para que se vuelva a usar en el proceso.
- Materia Prima: Es el material que le da origen a todo el proceso de inyección, se acumula en bultos, aunque a veces el material se lleva en grandes cantidades cerca de la máquina.
- Molino: Es la máquina que se encarga de convertir piezas defectuosas en materia prima para ser usada en la elaboración de nuevas piezas.
- Inyectora: El proceso de elaboración de tapones como se ha descrito anteriormente se realiza empleando dos máquinas, razón por la cual en la demostración del proceso actual se van a tener en cuenta.
- Mesa: Después de que el operario saca las piezas de la máquina, deja seleccionar las piezas y coloca las que cumplen con condiciones de calidad en la mesa para que se enfríen. Cada máquina inyectora cuenta con su propia mesa para que los operarios no tengan que desplazarse y pierdan tiempo que puede afectar las piezas que siguen.
- Caneca: Las piezas que salen defectuosas que salen del proceso, se acumulan para luego llevarlas a la zona de molienda para recuperar el material.
- Producto terminado: Son las piezas que cumplen con los estándares de calidad y que deben ser acumuladas para su posterior despacho a clientes.

⁸⁹GARCÍA DUNNA, Eduardo, GARCÍA REYES, Hedilberto y CÁRDENAS BARRÓN, Leopoldo E. Simulación y análisis de sistemas con Promodel. México: Pearson Educación, 2006. ISBN: 970-26-0773-6. Pág. 131 - 138.

Entidades:

- Polipropileno: Es el insumo que sufrirá la transformación física en las máquinas inyectoras y con la que se realizara el proceso de creación de piezas de plástico.

Gráfica 40. Generación de locaciones de simulación



Fuente: Definición de locaciones en Promodel, 2015.

2.4.4 Generación del modelo

Teniendo la información con la que se va a generar el modelo, es necesario empezar a generar las locaciones que van a interactuar.

Antes de empezar a ejecutar la simulación es necesario definir el proceso y la distribución, de acuerdo con las observaciones iniciales en la planta de Martinplast (Véase gráfica 22 plano del primer piso de la situación actual de Martinplast S.A.S). Con base en la gráfica se hace el montaje de la planta teniendo en cuenta que las máquinas son usadas para la producción de diversos productos sin que haya especialización en el proceso.

La pieza que servirá de estudio es el tapón para sillas, se están usando dos máquinas para la fabricación del pedido, junto a cada máquina hay una mesa y caneca, la primera sirve para dejar enfriar los tapones que salen en buenas

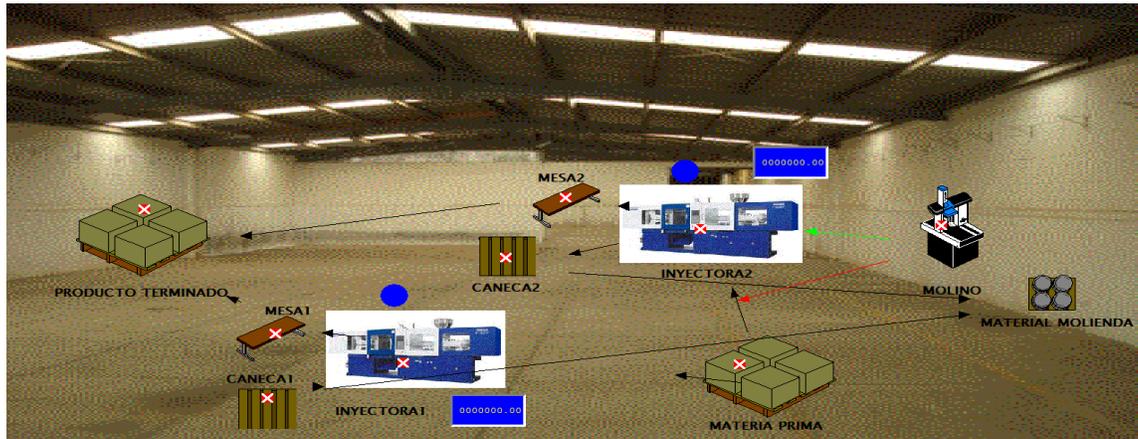
condiciones de la inyectora mientras que la otra se almacena los tapones que salen con defectos y que deberán pasar por la molienda para volver al proceso productivo, y la segunda sirve para acumular el material que al final del turno ira al espacio para esperar pasar por la molienda. Martinplast tiene una sola molienda para procesar las piezas defectuosas, ya que, la mayoría de productos inyectados son actos para la entrega a cliente. Adicional se tiene los bultos de polietileno y polietileno acumulados cerca a las máquinas para ser llevadas por los operarios a hombro. Se lleva a la bodega de producto terminado como se aprecia en la *gráfica 41*⁹⁰.

Luego de definir las locaciones y la entidad que se va a manejar, es necesario generar el proceso de producción como se puede ver en la *gráfica 42*. En el caso de los tapones el material entidad (Polietileno) sale de molino y de bodega de materia prima a las inyectoras (Para el caso de los tapones y como se ha definido se tiene dos máquinas inyectoras).

En las máquinas inyectoras se realiza el proceso, mientras la máquina hace todo el trabajo, el operario puede alimentar la máquina con materia prima, revisar las piezas y verificar que haya hecho bien la separación. Apenas salgan las piezas éstas son clasificadas, si deben ser enfriadas y luego separadas por el operario van a la mesa de lo contrario van a la caneca.

⁹⁰ GARCÍA DUNNA, Eduardo, GARCÍA REYES, Hedilberto y CÁRDENAS BARRÓN, Leopoldo E. Simulación y análisis de sistemas con Promodel. México: Pearson Educación, 2006. ISBN: 970-26-0773-6. Pág. 131 - 144.

Grafica 41. Definición del proceso productivo de tapones



Fuente: Autoras, 2015

En la mañana apenas se inicia proceso el operario deja la mesa limpia y en condiciones para dejar las piezas terminadas y de igual manera la caneca. Después de definir el proceso es necesario correr el sistema para ver en marcha la simulación, y así obtener los resultados que se muestran a través de tablas, la primera que se aprecia es la **Ficha General** (Indica el archivo que se usó para obtener los datos)⁹¹. Luego sigue la ficha **Locations**, esta informa sobre cada locación usada en el sistema, la capacidad de cada una, el tiempo en que interactuó con la entidad, el número promedio de piezas como se puede apreciar en la *gráfica 43*.

⁹¹GARCÍA DUNNA, Eduardo, GARCÍA REYES, Hedilberto y CÁRDENAS BARRÓN, Leopoldo E. Simulación y análisis de sistemas con Promodel. México: Pearson Educación, 2006. ISBN: 970-26-0773-6. Pág. 142 - 146.

Grafica 42. Tabla de Location de Promodel

Mplast_SA.MOD (Normal Run - Avg. Repts)									
Name	Scheduled Time (DAY)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (HR)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
MATERIAL MOLIENDA	0,33	15,00	9,10	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
MOLINO	0,33	1,00	13,63	0,56	0,94	1,00	0,96	94,08	
INYECTORA1	0,33	1,00	76,93	0,10	0,95	1,00	0,93	95,44	
INYECTORA2	0,33	1,00	76,17	0,10	0,96	1,00	0,97	95,55	
MESA2	0,33	1,00	70,41	0,03	0,30	1,00	0,23	29,65	
MESA1	0,33	1,00	71,68	0,03	0,30	1,00	0,31	30,17	
PRODUCTO TERMINADO	0,33	1,00	141,55	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	
CANECA2	0,33	1,00	4,79	0,04	0,02	1,00	0,01	2,06	
CANECA1	0,33	1,00	4,32	0,04	0,02	1,00	0,00	1,97	
MATERIA PRIMA	0,33	15,00	153,92	0,67	12,77	15,00	13,69	95,12	

Fuente: Uso del programa Promodel, Autoras, 2015.

2.4.5 Desarrollo Lean Manufacturing

Con el desarrollo de la filosofía Lean Manufacturing se pretende especializar a los operarios de Martinplast S.A.S, es por esta razón que con el uso de herramientas como lo es Promodel se busca demostrar lo conveniente de una nueva metodología de trabajo, por eso se generó la simulación de los cambios generados, por eso lo primero que se debe definir son las locaciones, que como primera diferencia será que solo se va usar una máquina. Las siguientes son las locaciones que se definieron para Martinplast S.A.S:

Locaciones:

- Molino: Es la máquina que se encarga de convertir piezas defectuosas en materia prima para ser usada en la elaboración de nuevas piezas.
- Inyectora: Es la máquina que se encarga de realizar el proceso de elaboración de tapones, pasa a ser una máquina ya que se especializa a cada operario con las labores a realizar.
- Acopio terminados: Son las piezas que cumplen con los estándares de calidad y que deben ser acumuladas para su posterior despacho a clientes y tienen asignado un lugar en la planta para que el operario lleve las piezas mientras se hace su respectiva distribución.

- Acopio Producto Proceso: Son rampas que permiten enfriar todas las piezas que resultan del proceso, se tiene en un solo lugar y así se puede identificar mejor que cumplan con la calidad requerida.
- Acopio Molienda: Las piezas plásticas que resultan defectuosas durante el proceso cuentan con su propio lugar de almacenamiento y están junto al molino en una rampa.
- Acopio Materia Prima: Con la nueva organización de la planta de Martinplast S.A.S, se acumula la materia prima en rampas que permiten mejor acceso de todas las máquinas.

De igual manera se debe definir las variables a usar en la simulación, con las recomendaciones de Lean Manufacturing. Las variables que se definieron para el proceso actual no han cambiado (Número de operarios, número de horas operario y número de días laborales), como se puede apreciar en la *tabla*

Tabla 14. Variables del modelo de simulación con Lean.

	variable 1	variable 2	variable 3
	No. Operarios	No. Horas	No. Días
Turno A	1	8	26
Turno B	1	8	26
Turno C	1	8	26
Totales	3	24	78

Fuente: Autoras, febrero de 2016.

De igual manera la distribución es normal, ya que al calcular la media, la mediana y la moda el resultado es el 1, como se puede apreciar en la tabla 15.

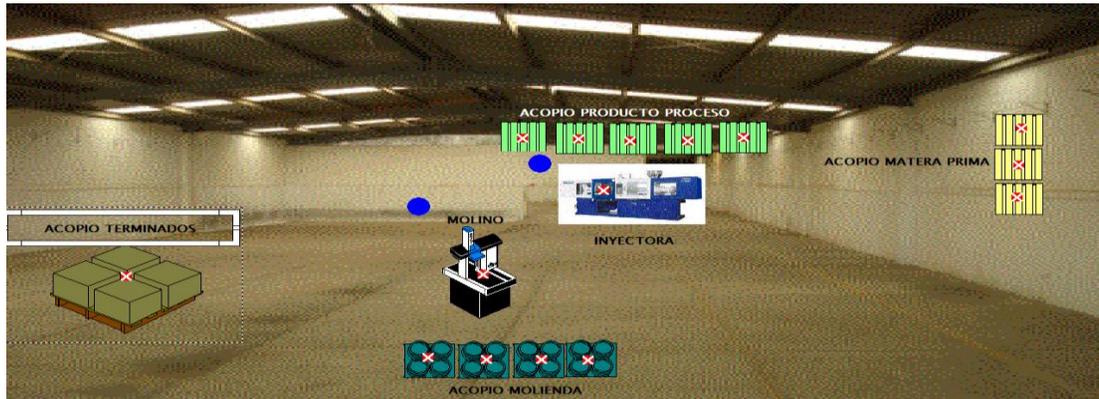
Tabla 15. Cálculos estadísticos con Lean.

	MEDIA	MEDIANA	MODA
No. Operarios	1	1	1
No. Horas	8	8	26
No. Días	26	26	26

Fuente: Autoras, febrero de 2016.

Estas locaciones cuentan con una distribución diferente en la planta como se puede apreciar en la *gráfica 44* y que se toma como base los diseños de planta presentado en la *gráfica 37*. Esquema de propuesto para la planta física piso 1.

Gráfica 43. Locations de Manufactura Esbelta



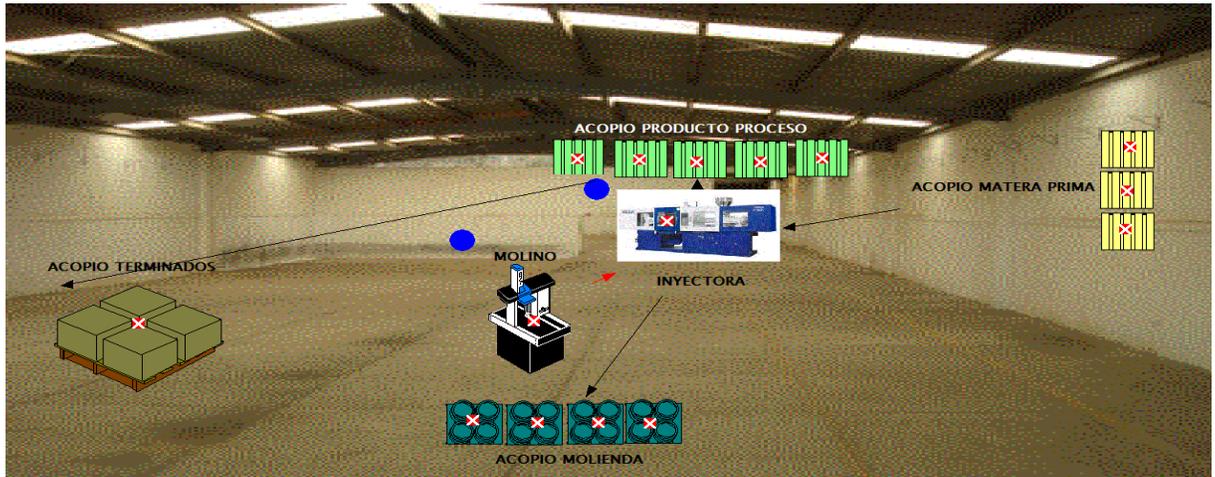
Fuente: Diseño Promodel, Autoras, 2015.

Entidades:

Polipropileno: Se sigue manejando el mismo insumo que sufrirá la transformación física en la máquina inyectora y con la que se realizara el proceso de creación de piezas de plástico.

Luego de definir la base de la simulación se debe definir el proceso productivo, a la inyectora deben llegar el material del molino y el acopio de materia prima, luego de realizar el proceso teniendo en cuenta que el desplazamiento es menor porque no se va a realizar a hombro del operario sino se va a tener una carretilla, se lleva el material del acopio de producto en proceso al acopio de producto terminado o al acopio de molienda como se puede apreciar en la *gráfica 45*.

Grafica 44. Simulación locations Promodel Lean Manufacturing



Fuente: Simulación Promodel, Autoras, 2015.

Luego de correr el sistema se obtiene los resultados que se muestran a través de tablas, en la ficha **Locations**, como se mencionó antes se informa sobre cada locación usada en el sistema, la capacidad de cada una, el tiempo en que interactuó con la entidad, el número promedio de piezas como se puede apreciar en la *gráfica 46*.

Grafica 45. Tabla de Simulación Promodel

Mplast_ME.MDD (Normal Run - Avg. Reps)								
Name	Scheduled Time (DAY)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (HR)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
MOLINO	0,13	15,00	15,23	1,42	7,13	15,00	0,00	47,55
ACOPIO TERMINADOS	0,13	1,00	28,73	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
ACOPIO PRODUCTO PROCESO	0,13	1,00	28,73	0,03	0,32	1,00	0,00	31,54
ACOPIO MATERIA PRIMA	0,13	15,00	15,32	1,48	7,48	15,00	0,00	49,84
INYECTORA	0,13	1,00	30,55	0,10	0,99	1,00	0,00	98,84
ACOPIO MOLIENDA	0,13	1,00	1,82	0,00	0,00	0,83	0,00	0,00

Fuente: Promodel. Autoras, 2015.

2.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

Dado que el análisis económico de la propuesta depende del rendimiento que se logre en las máquinas inyectoras y de las pérdidas que se logren reducir bajo el nuevo esquema de manufactura esbelta, en este capítulo se combina el análisis económico con la simulación de las cantidades o productividad que se logre bajo el nuevo esquema.

Como se ha dicho últimamente en este campo de la industria se ha manifestado un cambio considerable con respecto a la variable precio y esta evolución, se presenta por los diferentes factores, en su mayoría externos, que se han presentado en las últimas décadas. Uno de ellos es la gran competencia internacional que se vino con la apertura económica, que obliga a la industria nacional a ser mucho más ágil, ordenada y competitiva para poder sostener el negocio. Otro factor es el contrabando, que es una dura competencia para los empresarios colombianos; esta situación se ve afectada en los márgenes que hoy tienen los empresarios que han sido bajos en los últimos tiempos, por lo que hoy en día se debe trabajar más duro o producir más y mejor para poder conseguir la misma ganancia.

Pero para determinar si realmente se puede mantener un precio competitivo en el mercado es necesario hacer un análisis de los costos reales en que incurre la compañía para finalmente poder comercializar su producto. Este análisis se presentará en seguida.

2. 5.1 Gastos actuales

La inversión inicial está representada por aquellos activos fijos necesarios para el funcionamiento de la microempresa Martinplast. Esta inversión se ha efectuado desde el momento de la creación de la empresa y está representada en la construcción, la infraestructura, los materiales y equipos con que cuenta.

Construcción

La construcción contempla una edificación de dos pisos donde funciona la microempresa que hace parte de la vivienda propiedad de la familia cuyos miembros conforman la parte administrativa. En los esquemas presentados se muestra la distribución anterior y posterior a la aplicación del proyecto, incluyendo la distribución de las máquinas inyectoras en los espacios dentro de la microempresa. El valor estimado de esta construcción es de 150'000.000 de pesos y se espera un incremento del 5% anual de este predio.

Adecuación de la Infraestructura

Es la adecuación necesaria para la implementación del proyecto como se observa en los esquemas, teniendo en cuenta los espacios físicos para la maquinaria. El valor de esta adecuación a la infraestructura se puede evaluar según la *tabla 16*.

Tabla 16. Valor de adecuación de infraestructura

Descripción	Cantidad	Valor (\$)
Adecuación de taller	1	\$ 12.000.000
Adecuación de las zonas de bodega	1	\$ 5.000.000
Adecuación de zonas de oficina	1	\$ 3.000.000
Adecuación de la banda transportadora	1	\$ 4.000.000
TOTAL		\$ 24.000.000

Fuente: Personal administrativo de Martinplast, noviembre 12 de 2014.

Gastos preoperativos:

Los gastos pre operativos son los gastos necesarios para empezar una actividad económica. Para este caso en el que la empresa está experimentando un cambio sustancial estos gastos se pueden asociar con los necesarios para poder efectuar dicho cambio.

En el caso de la microempresa Martinplast S.A.S., se pueden apreciar los que se describen en la *tabla 17*.

Tabla 17. Gastos pre operativos

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	VALOR
ESTUDIO DE MERCADO	Necesario para verificar la factibilidad del proyecto este incluye: visitas a establecimientos, encuestas entre otros.	\$1.500.000
ESTUDIO TECNOLÓGICO	Necesario para el montaje y puesta en marcha de la empresa.	\$1.350.000
CÁMARA DE COMERCIO	Incluye matricula registro público mercantil (362.000). Derechos por registro de matrícula, (68.000). Derechos de inscripción de libros y documentos (21.000). Formularios de registro mercantil, matrículas y renovaciones (5000.). Depósitos de estados financieros (30000). Expedición de copias simples de registro aproximadamente (10.000). CERTIFICACIONES. Matrícula mercantil: (20000). Existencia y representación (2.900)- Certificados especiales (6000).	\$522.000
LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN	Incluye los costos fijos y variables que se deben cancelar en la curaduría para la aprobación de la licencia, así como los estudios memorias y diseños que se deben cancelar a profesional en ingeniería y arquitectura para la radicación de documentos.	\$2.500.000
TOTAL		\$5.872.000
TOTAL DE LA INVERSIÓN INICIAL		\$29.872.000

Fuente: Personal administrativo de Martinplast, noviembre 12 de 2014.

Equipo

La descripción de los equipos se realiza a continuación teniendo en cuenta su valor unitario y valor total como se observa en la *tabla 18*.

Tabla 18. Equipos

Equipo	Cant	Vr unitario promedio	Valor total
Máquinas Inyectoras Materia limpia	3	\$ 200.000.000	\$ 600.000.000
Máquinas Inyectoras Materia de molienda	2	\$ 150.000.000	\$ 300.000.000
Molino	1	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000
Equipos telefónicos	1	\$ 140.000	\$ 140.000
Equipos de oficina	1	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000
TOTAL			\$ 926.140.000

Fuente: Personal administrativo de Martinplast, noviembre 12 de 2014

Gastos de administración y mano de obra

A continuación se relacionan los gastos administrativos y operativos necesarios para que la planta funcione. Que corresponde a lo señalado en el organigrama donde se observa el lugar que cada uno de estos trabajadores ocupa dentro de la empresa.

Es necesario tener en cuenta que además de esta nómina, el gerente general, el gerente comercial y el asistente administrativo tienen contrato de prestación de servicios o salario integral:

Gerente general con honorarios promedios de \$3.000.000

Gerente comercial con honorarios promedios de \$2.000.000.

Asistente administrativo con honorarios promedios \$1.500.000.

Además es necesario tener en cuenta que los costos del personal de producción y de administración son fijos puesto que no dependen del número de artículos o piezas que se fabriquen como se aprecia a continuación.

- Papelería.

Se estima mensualmente en \$100.000.00

- Servicios públicos

Según el sector y los costos promediados de los últimos recibos se calculan en \$1'000.000 mensuales representados en Energía eléctrica (\$200.000), Acueducto alcantarillado y aseo (\$250.000), Servicio telefónico fijo incluye internet y celulares(\$550.000)

Depreciación

La depreciación se calcula como el 5% sobre el valor total de los equipos en su valor presente Esta depreciación a partir de la fecha y para los 5 años siguientes se relaciona en la siguiente *tabla 19*.

Tabla 19. Depreciación de equipo.

PERIODO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
% DE DEPRECIACIÓN	5%	5%	5%	5%	5%
VALOR ACTIVO	\$ 926.140.000	\$ 879.833.000	\$ 835.841.350	\$ 794.049.283	\$ 754.346.818
VALOR DEPRECIACIÓN	\$ 46.307.000	\$ 43.991.650	\$ 41.792.068	\$ 39.702.464	\$ 37.717.341

Fuente: Personal administrativo de Martinplast, noviembre 12 de 2014.

Gastos administrativos totales

En estos gastos se tienen en cuenta principalmente la nómina de personal que no trabaja en el área de producción directamente y la depreciación de la maquinaria como se aprecia en la *tabla 20*.

Tabla 20. Gastos administrativos

DESCRIPCIÓN	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
NOMINA ADMINISTRATIVA	\$ 6.500.000	\$ 78.000.000
SERVICIOS PÚBLICOS	\$ 1.000.000	\$ 12.000.000
PAPELERÍA	\$ 100.000	\$ 1.200.000
DEPRECIACIÓN MUEBLES Y ENSERES	\$ 3.858.917	\$ 46.307.000
TOTAL	\$ 11.458.917	\$ 137.507.000

Fuente: Personal administrativo de Martinplast, noviembre 12 de 2014.

Costos Fijos

Estos son los gastos que no dependen de la cantidad de piezas producidas puesto que su costo es constante. Lo que quiere decir que si la producción es baja estos costos son más representativos que se muestran en la *tabla 21*.

Tabla 21. Costos fijos

DESCRIPCIÓN	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
NOMINA	\$ 57.815.637	\$ 693.787.644
DEPRECIACIÓN	\$ 3.858.917	\$ 46.307.000
SEGUROS	\$ 200.000	\$ 2.400.000
PAPELERÍA	\$ 100.000	\$ 1.200.000
MANTENIMIENTO	\$ 200.000	\$ 2.400.000
SERVICIOS	\$ 1.000.000	\$ 12.000.000
TOTAL	\$ 63.174.554	\$ 758.094.644

Fuente: Personal administrativo de Martinplast, noviembre 12 de 2014.

2.5.2 Gastos a incurrir para realizar los cambios

Hasta aquí todos los datos introducidos en las tablas son inmodificables puesto que corresponden a gastos que no varían anualmente, Pero en adelante los

cálculos corresponden datos de entrada en un archivo formulado en Excel que al variar dan la cifra correspondiente a estos datos de entrada. Por lo tanto en adelante los valores consignados en este documento corresponden a ejemplos que se pueden cambiar variando los datos de entrada en dicho archivo.

El primer dato de entrada, aunque no es variable, por cuanto depende del rendimiento promedio de diseño de las máquinas de la empresa, es la producción horaria promedio de una máquina. Por la observación efectuada en la empresa esta producción hora corresponde a 200 piezas cada hora de complejidad y tamaño promedio.

De la misma forma se tiene el valor de venta de la pieza promedio que equivales a \$ 500.

2.5.3 Punto equilibrio

En la práctica el punto de equilibrio representa el número de elementos que se deben producir y comercializar a un precio de venta para igualar los costos fijos más los costos variables. Es decir los artículos que se deben vender para no perder.

Dado que en las tablas anteriores se han discriminado, tanto los costos fijos como los costos variables, resulta sencillo mediante la hoja de cálculo realizar la suma de estos costos.

Igualmente el dinero que ingresa en el negocio está dado por el número de artículos vendidos multiplicado por su precio de venta. Entonces igualando estos dos conceptos se tiene:

$$N^{\circ} \text{ de artículos vendidos} * \text{Precio de venta Unitario} = \text{Costos fijos} + \text{costos variables.}$$

Despejando se tiene:

$$N^{\circ} \text{ de artículos vendidos} = \frac{\text{Costos fijos} + \text{costos variables}}{\text{Precio de venta Unitario.}}$$

En la tabla 22, se observan los resultados obtenidos para el presente proyecto.

Tabla 22. Calculo del punto de equilibrio

Costos Fijos mensuales	\$ 63.174.554
Costos variables mensuales sin pérdidas	\$ 47.466.667
Costos variables mensuales con pérdidas	\$ 48.386.111
Costos Fijos mensuales+ Costos variables mensuales sin pérdidas	\$ 110.641.220
Costos Fijos mensuales+ Costos variables mensuales con pérdidas	\$ 111.560.665
Punto de equilibrio sin pérdidas. (Número de piezas que se deben producir en un mes al precio de venta para cubrir los costos fijos y los costos variables)	221.282
Punto de equilibrio con pérdidas. (Número de piezas que se deben producir en un mes al precio de venta para cubrir los costos fijos y los costos variables)	223.121
Producción mensual en piezas	237.333
Ganancia mensual en piezas sin pérdidas (producción mensual-Punto de equilibrio)	16.051
Ganancia mensual sin pérdidas	\$ 8.025.446
Ganancia mensual en piezas con pérdidas (producción mensual-Punto de equilibrio)	14.212
Ganancia mensual sin pérdidas	\$ 7.106.002
Diferencia entre ganancia con pérdidas y sin pérdidas	\$ 919.444

Fuente: Personal administrativo de Martinplast, noviembre 12 de 2014.

3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 CONCLUSIONES

La utilización de los conceptos de manufactura esbelta efectivamente se convierten en herramientas muy eficaces para facilitar la identificación, el análisis, la evaluación y el tratamiento las pérdidas que se pueden presentar dentro de una empresa y en este caso específico, ha sido muy útil para el mejoramiento del proceso productivo en la microempresa Martinplast S.A.S.

Gracias al diagnóstico inicial de la microempresa Martinplast S.A.S, se pudieron identificar algunas falencias en los procesos que se llevan a cabo dentro de la misma sirviendo como punto de partida para analizar las pérdidas y proponer tratamientos que los sitúen en su nivel residual más bajo posible.

La identificación de pérdidas es el punto de partida en un sistema productivo eficiente y por este motivo se debe evaluar concienzudamente cada proceso identificando su verdadera condición.

La disminución de pérdidas debe ser un compromiso de todas las partes de la empresa pero principalmente de la gerencia para establecer una política en la que todos son ganadores al disminuir continuamente los riesgos de desperdicios presentes en cualquier organización aumentando la productividad de la misma.

En una buena utilización de las herramientas de manufactura esbelta se deben determinar acciones, responsables y tiempos de ejecución para controlar efectivamente la gestión de cada una de los implicados en la mejora de la empresa.

Gracias a la ejecución del presente trabajo se han podido establecer los cambios en el espacio físico y en la organización de las máquinas que permiten la mejora continua de la empresa en búsqueda de la satisfacción del cliente. Estos mecanismos se han presentado como acciones tendientes a disminuir las pérdidas plenamente identificadas mediante el diagnóstico del proceso productivo.

3.2 RECOMENDACIONES

El establecimiento de una política gerencial que destine recursos para la disminución efectiva de las pérdidas de una empresa, es el punto de partida para que todo el personal se comprometa en el mejoramiento continuo y en la sistematización necesaria de las acciones a emprender.

Se recomienda a los dirigentes para que se informen y capaciten sobre los sistemas de calidad que permiten el mejoramiento continuo de los procesos empresariales.

Las consecuencias del mal tratamiento del proceso productivo en una empresa, casi en su generalidad afectan a todas las personas vinculadas y por tanto debe ser compromiso de todo buen empleador colaborar con la identificación de pérdidas y con la identificación de alternativas para su tratamiento.

No solo para las empresas del sector, sino para cualquier empresa interesada en mejorar continuamente la efectividad en su producción, disminuyendo los riesgos de pérdidas, es de vital importancia empezar con la identificación de los procesos que permitan su eliminación.

La visión de la empresa de forma articulada permite identificar como se puede afectar un proceso con medidas que se tomen dentro de acciones para mejorar la eficiencia de otro proceso.

Es necesario vigilar constantemente las entradas y salidas de cada proceso y establecer indicadores que den una idea clara de su comportamiento.

Se recomienda concretamente a la parte administrativa de la empresa Martinplast S.A.S. seguir con la evaluación continua de las medidas tomadas como aportes de este trabajo, con la evaluación de eficiencia de formatos con la identificación de pérdidas en todos los procesos y con la re calificación de los controles establecidos.

BIBLIOGRAFÍA

CHASE, Richard B, JACOBS F, Robert y AQUILANO Nicolás J. Administración de operaciones, producción y cadena de suministros. México: Editorial Mc Graw Hill, 2009. 776 p. ISBN: 978-70-10-7027-7.

COSS BU, Raúl. Simulación, un enfoque práctico. México D.F.: Editorial Limusa S.A., 2003. 158 p. ISBN: 968-18-1506-8.

CRUELLES, José Agustín. Despilfarro cero: La mejora continua a partir de la medición y la reducción del desperdicio. México: Alfaomega Grupo Editor, 2013. 202 p. ISBN: 978-607-707-613-1.

GARCÍA DUNNA, Eduardo, GARCÍA REYES, Hedilberto y CÁRDENAS BARRÓN, Leopoldo E. Simulación y análisis de sistemas con Promodel. México: Pearson Educación, 2006. 280 p. ISBN: 970-26-0773-6.

EVANS, James R. y LINDSAY, William M. Administración y control de la calidad. México: CengageLearning Editores, 2001. 785p. ISBN: 968-7529-67-9.

FERNÁNDEZ, Esteban; AVELLA, Lucía y FERNÁNDEZ, Marta. Estrategia de producción. España: Editorial McGraw-Hill, 2003. 629 p. ISBN: 84-481-3974-7.

GALGANO, Alberto. Las tres revoluciones. Caza del desperdicio: Doblar la productividad en la "Lean Production". España: Editorial Díaz de Santos, 2004. 398 p. ISBN: 84-7978-604-3.

GARCÍA MÁRQUEZ, Fausto Pedro. Dirección y gestión de la producción. Una aproximación mediante la simulación. México: Editorial Alfaomega. 364 p. ISBN: 978-607-707-615-5.

GONZÁLEZ RIESCO, Montserrat. Gestión de la producción. ¿Cómo planificar y controlar la producción industrial? España: Ideas propias Editorial, 2006. 160 p. ISBN: 978-84-9839-014-8.

GROOVER, Mikell P. Fundamentos de manufactura moderna. Materiales, procesos y sistemas. México: Prentice-Hall Hispanoamerica S.A., 1997.1000 p. ISBN: 0-13-312182-8.

HEIZER, Jay y RENDER, Barry. Principios de la administración de operaciones. México: Pearson educación. 2009. 752 p. ISBN: 978-607-442-099-9.

JACOBS, Chase Aquilano. Administración de producción y operaciones, manufactura y servicios. México: Editorial Mcgra Hill, 2003. 885 p. ISBN: 958-41-0071-8.

LERMA, Héctor Daniel. Metodología de la investigación. Propuesta, anteproyecto y proyecto. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2004. 166 p. ISBN: 958-648-372-X.

LIKER K., Jeffrey. Las claves del éxito de Toyota. 14 Principios de gestión del fabricante más grande del mundo. España: McGraw-Hill, 2004. 430 p. ISBN: 978-84-96612-34-1.

MUÑOZ NEGRÓN, David F. Administración de operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocios. México: CengageLearning, 2009. 530 p. ISBN-13: 978-830-0742.

RAJADELL, Manuel y SÁNCHEZ, José Luis. Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. España: Ediciones Díaz de Santos, 2010. 260p. ISBN: 978-84-7978-967-1.

REY SACRISTÁN, Francisco. Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo. Madrid (España): Fundación Confemetal Editores. 2005. 170 pág. ISBN: 84-96169-54-5.

ROMERO HERNÁNDEZ, Omar; MUÑO NEGRÓN, David y ROMERO HERNÁNDEZ, Sergio. Introducción a la ingeniería. Un enfoque industrial. México: CengangeLearning Editores, S.A. 2008. 394 pág. ISBN: 13-978-970-686-555-7.

SOSA PULIDO, Demetrio. Conceptos y herramientas para la mejora continúa. México: Limusa Noriega Editores, 1995. 143 p. ISBN: 968-18-5529-9.

TRISCHLER, William E. Mejora del valor añadido en los procesos. Ahorrando tiempo y dinero eliminando despilfarro. Barcelona: Ediciones Gestión 2000, SA. 2003. 153 p. ISBN: 84-8088-941-1.

VELÁZQUEZ MASTRETTA. Gustavo. Administración de los sistemas de producción. Monterrey: Editorial Limosa S.A, 2004. 292 p. ISBN 968164913.

VELASCO SÁNCHEZ, Juan. Organización de la producción. Distribución en planta y mejora de los métodos y los tiempos. Teoría y práctica. España: Ediciones pirámide. 2010. 460 p. ISBN: 978-84-368-2361-5.

VILLASEÑOR C., Alberto y GALINDO C., Edber. Conceptos y reglas de Lean manufacturing. Monterrey: Editorial Limusa S.A, 2008. 303 p. ISBN-13:978-607-5-00005-3.

VILLASEÑOR C., Alberto y GALINDO C., Edber. Manual de Lean manufacturing guía básica. Monterrey: Editorial Limusa S.A, 2009. 112 p. ISBN-13: 978-607-5-00042-8.

CIRBEGRAFÍA

CONOZCA 3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN. Descriptiva, exploratoria y explicativa, publicado por Manuel Grossel el 16 de Septiembre de 2010, consultado el 15 de junio de 2014, en [<http://manuelgross.bligoo.com/conozca-3-tipos-de-investigacion-descriptiva-exploratoria-y-explicativa>].

ICONTEC. “Norma Técnica Colombiana 1486, Documentación, presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de Investigación”, consultado el 28 de Mayo de 2014, en [<http://www.uceva.edu.co/ingenieria/images/norma/ntc1486.pdf>].

LEAN EN LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN, consultado el 31 de mayo de 2014, en [<http://www.planeaciondelaProducción.com/6/post/2012/04/aplicar-lean-en-la-planeacin-de-la-Producción.html>].

LOS 7 DESPERDICIOS DE LA MANUFACTURA ESBELTA, publicado por José M. Magalhaes, publicado el 10 de Noviembre de 2010, consultado el 20 de mayo de 2014, en [<http://manufacturaesbelta.blog.com/2010/11/15/los-7-desperdicios-en-la-manufactura-esbelta-2/>].

MANUFACTURA ESBELTA, publicado por el Colegio nacional de Ingenieros Industriales, consultado el 12 de junio de 2014, en [<http://es.scribd.com/doc/93191730/Manufactura-Esbelta>].

PRODUCCIÓN ESBELTA, publicada por Harold Andrés SatizábalMinota, Director de Mantenimiento de Equipos, consultado el 15 de mayo de 2014, en [http://www.tecbuenaventura.com/index.php?option=com_content&view=article&id=21%3AProducción-esbelta&catid=5%3Anoticias&Itemid=26&lang=es].

PROMODEL, consultado el 2 de Junio, en [<http://www.promodel.com.mx/promodel.php>].

SISTEMA DE PRODUCCIÓN. Pilares de una edificación muy sólida, consultado el 4 de junio de 2014, en [<http://www.toyota.com.mx/toyota/secci%C3%B3n-banners/sistema-de-producci%C3%B3n.aspx>].

SISTEMA DE PRODUCCIÓN PARA MATERIA PRIMA, consultado el 3de junio de 2014, en [<http://www.máquinariapro.com/sistemas/sistema-de-Producción.html>].

TALLER DE INVESTIGACIÓN. “Ejemplos para la presentación de antecedentes en un proyecto de investigación”, publicado por Profesor Gustavo Constantino, el 9 de Abril de 2012, consultado el 10 junio de 2014, en [<http://tallerdeinvestigacon.blogspot.com/2010/04/ejemplos-para-la-presentacion-de.html>].