

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

**ESTUDIO TÉCNICO Y REINGENIERÍA DE OPERACIONES DEL
SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LA FÁBRICA DE MUEBLES
MADERAS MELGAR MEDIANTE EL MODELO DE GESTIÓN LEAN
MANUFACTURING**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO**

JUAN FERNANDO MELGAR POLUCHE

melgarsins@gmail.com

DIRECTOR: ING. WILLAN LEOPOLDO MONAR MONAR MSc.

william.monar@epn.edu.ec

Quito, Mayo 2016

DECLARACIÓN

Yo Juan Fernando Melgar Poluche, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Juan Fernando Melgar Poluche

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Juan Fernando Melgar Poluche, bajo mi supervisión.

ING. WILLAN LEOPOLDO MONAR MONAR MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios sobre todas las cosas, siguiendo mi vocación he aprendido a llevar una vida en armonía con mis semejantes promulgando el bienestar personal al tener a Dios en mis actividades.

A mi Padre, que día a día me enseña el verdadero valor del esfuerzo físico y mental y que me ha demostrado como superar las metas que uno se propone, de lo cual aprendí que “El éxito no se lo espera, uno tiene que construirlo con esfuerzo y perseverancia”.

A mi madre, por sus innumerables sacrificios a lo largo de mi carrera estudiantil inculcando en mí el valor de la sencillez y la humildad, de lo cual aprendí que “El dinero crea personas ricas, pero la humildad forja personas grandes”.

A mis profesores, quienes se tomaron el arduo trabajo de transmitirme sus diversos conocimientos y experiencias; en especial al Ing. Willan Monar por su valiosa tutoría en todo el proceso de realización del presente proyecto.

A toda mi familia, por hacer de mí una persona con grandes valores, dispuesto a colaborar con todas las personas con las que interactuó día a día y así lograr un bien común.

A mis amigos, con los que he compartido experiencias académicas, viajes, la vida del fitness, intercambios culturales y sobre todo una gran cantidad de fiestas y rumba que tuve con ellos.

DEDICATORIA

A todas aquellas personas que nunca se imaginaron que Juanfer Melgar iba a conseguir tantos logros como los que he conseguido hasta el día de hoy y que seguirá dando de qué hablar por futuros logros.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN	I
CERTIFICACIÓN	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIII
RESUMEN	XIV
PRESENTACION.....	XV
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES DEL SECTOR MADERERO EN ECUADOR	1
1.1.1. AIMA	1
1.1.2. CAPEIPI – SECTOR MADERERO	2
1.1.3. CFP	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.3. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3.2. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	7
1.5.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	7
1.5.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	7
1.5.3. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	8
1.6. HIPÓTESIS DEL PROYECTO	8
CAPÍTULO 2.....	9
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. TPS - SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA.....	9
2.1.1. ELIMINACIÓN DE DESPERDICIOS.....	10
2.1.2. RESPETO POR LAS PERSONAS	14
2.1.3. KAIZEN - MEJORA CONTINUA	14
2.2. DISEÑOS ESBELTOS	15
2.2.1. TECNOLOGÍA DE GRUPOS.....	16
2.2.2. CALIDAD DESDE EL ORIGEN	17
2.3. PRODUCCIÓN ESBELTA.....	18
2.3.1. HEIJUNKA - CARGA UNIFORME EN LA PLANTA	18
2.3.2. CONTROL DE PRODUCCIÓN – KANBAN	20
2.3.3. TIEMPOS DE PREPARACIÓN.....	24
2.4. MEJORAMIENTO ESBELTO.....	25
2.4.1. LOTES REDUCIDOS	25
2.4.2. TRABAJAR CON PROVEEDORES.....	26
2.4.3. CONSTRUCCIÓN DE UNA ORGANIZACIÓN ESBELTA.....	27
2.5. JIT - PRODUCCIÓN JUSTO A TIEMPO	29
2.5.1. INSTALACIONES JIT	30
2.5.2. INVENTARIO JIT.....	31
2.5.3. PROGRAMACIÓN JIT	34
2.5.4. CALIDAD JIT	34

2.6. VSM – MAPA DE FLUJO DE VALOR	35
CAPÍTULO 3	39
3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	39
3.1. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	39
3.1.1. ANTECEDENTES DE MADERAS MELGAR	39
3.1.2. VISIÓN DE LA EMPRESA.....	40
3.1.3. MISIÓN DE LA EMPRESA	40
3.1.4. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	40
3.1.5. PRODUCTOS Y SERVICIOS	41
3.1.6. MAQUINARIA Y EQUIPOS	41
3.1.7. DIAGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO	42
3.2. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA	43
3.2.1. MARGEN DE PRODUCCIÓN ANUAL	43
3.2.2. DISTRIBUCION DE PRODUCTOS: POR FAMILIA O CLASE	44
3.2.3. CRITERIO PARA LA SELECCIÓN DE PRODUCTO O FAMILIA.....	50
3.2.4. ESTUDIO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS.....	57
3.2.5. ESTACIONES DE TRABAJO DE LA FÁBRICA.....	58
3.2.6. ESTUDIO DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO PRODUCTIVO	58
3.2.7. ESTUDIO DE LOS INVENTARIOS LEAN	60
3.3. MAPA DE FLUJO DE VALOR ACTUAL	61
3.3.1. INFORMACION DEL SISTEMA PRODUCCION.....	64
3.3.2. MAPA DE FLUJO DE VALOR ACTUAL	68
CAPÍTULO 4	71
4. REINGENIERÍA OPERACIONES APLICANDO LEAN MANUFACTURING ..	71
4.1. PLAN DE IMPLEMENTACION DE LAS 5S	71
4.1.1. ETAPAS DE CONTROL DE LAS 5S	76
4.1.2. IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S.....	76

4.2.	DEFINICIÓN Y CÁLCULO DEL TIEMPO TAKT	81
4.2.1.	GRÁFICA DE CICLO TIEMPO TAKT	82
4.3.	AGRUPACIÓN POR TECNOLOGÍA DE GRUPOS	83
4.3.1.	GRUPOS DE TRABAJO.....	83
4.3.2.	GRÁFICA DE CICLO TIEMPO TAKT AGRUPADO	84
4.4.	DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA (HEIJUNKA).....	84
4.5.	SUPERMERCADOS DE APROVISIONAMIENTO MÍNIMO	86
4.6.	CONTROL DE LA PRODUCCIÓN (KANBAN)	87
4.6.1.	ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN KANBAN	87
4.6.2.	UBICACIÓN DE KANBAN EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN	88
4.6.3.	CREACIÓN KANBAN DE PRODUCCIÓN	90
4.6.4.	CREACIÓN KANBAN DE RETIRO.....	90
4.6.5.	DETERMINACION DEL NÚMERO DE KANBAN.....	91
4.7.	TIEMPOS DE PREPARACIÓN (SMED).....	93
4.8.	VSM FUTURO	95
CAPÍTULO 5		98
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
5.1.	CONCLUSIONES	98
5.2.	RECOMENDACIONES	99
BIBLIOGRAFÍA.....		101
REFERENCIAS DE INTERNET		102
ANEXOS.....		104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Sistema de Producción Toyota	9
Figura 2.2: Los Siete Desperdicios de Ohno	12
Figura 2.3: Implementación de las 5S	13
Figura 2.4: Kaizen – Mejora Continua	15
Figura 2.5: Tecnología de Grupos	16
Figura 2.6: Calidad desde el Origen	17
Figura 2.7: Producción Nivelada	19
Figura 2.8: Control de la Producción Kanban	21
Figura 2.9: Tarjetas Kanban	22
Figura 2.10: Tiempos de Preparación	24
Figura 2.11: Lotes Reducidos	25
Figura 2.12: Relación Cliente - Proveedor	26
Figura 2.13: Cadena de Valor Esbelta	28
Figura 2.14: Estrategias Justo a Tiempo	29
Figura 2.15: Reducción de la Variabilidad	32
Figura 2.16: Inventario Promedio	33
Figura 2.17: Símbolos del Mapa de Flujo de Valor	36
Figura 2.18: Mapa de Flujo de Valor	38
Figura 3.1: Ubicación Geográfica de la Empresa	40
Figura 3.2: Plano Esquemático del Velador Imperial	55
Figura 3.3: Plano Explosivo del Velador Imperial	56
Figura 3.4: Mapa de Flujo de Valor Actual	69
Figura 4.1: Inspección de Orden y Limpieza	74
Figura 4.2: Supermercado de Aprovisionamiento Mínimo	87
Figura 4.3: Caja Heijunka	88
Figura 4.4: Primer Depósito Kanban	88
Figura 4.5: Segundo Depósito Kanban	89
Figura 4.6: Tercer Depósito Kanban	89
Figura 4.7: Mapa de Flujo de Valor Futuro	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Maquinaria de la Empresa.....	41
Tabla 3.2: Equipos de la Empresa	42
Tabla 3.3: Lotes de Producción Anual.....	44
Tabla 3.4: Matriz de Distribución de Productos	45
Tabla 3.5: Familia de Productos 1	46
Tabla 3.6: Selección de Familia 1	47
Tabla 3.7: Familia de Productos 2.....	47
Tabla 3.8: Selección de Familia 2	48
Tabla 3.9: Familia de Productos 3	48
Tabla 3.10: Selección de Familia 3	49
Tabla 3.11: Familia de Productos 4.....	49
Tabla 3.12: Selección de Familia 4	50
Tabla 3.13: Volumen de Producción	51
Tabla 3.14: Volumen de Ventas	53
Tabla 3.15: Selección del Producto Modelo	55
Tabla 3.16: Flujo de Abastecimiento o Suministros	59
Tabla 3.17: Estudio de Inventarios Lean	60
Tabla 3.18: Tiempo Disponible para Trabajar	62
Tabla 3.19: Tiempo de Ocupación	62
Tabla 3.20: Características de Producción de Productos	63
Tabla 3.21: Demanda Diaria del Cliente.....	64
Tabla 4.1: Inspección de Orden y Limpieza	72
Tabla 4.2: Evaluación 5S de la Empresa.....	75
Tabla 4.3: Propuesta SEIRI.....	77
Tabla 4.4: Lista de Elementos SEIRI.....	77
Tabla 4.5: SEITON.....	78
Tabla 4.6: Propuesta SEISO	79
Tabla 4.7: Carga Uniforme en la Planta	85
Tabla 4.8: Distribución de la Carga	85
Tabla 4.9: Cuadro Heijunka de la Empresa	86

Tabla 4.10: Propuesta de Kanban de Producción	90
Tabla 4.11: Propuesta de Kanban de Retiro	91
Tabla 4.12: Deposito Kanban 1	92
Tabla 4.13: Deposito Kanban 2	92
Tabla 4.14: Deposito Kanban 3	92
Tabla 4.15: Tiempos de Preparación Actual	93
Tabla 4.16: Tiempos de Preparación Futuro	94

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1: Volumen de Producción de la Empresa	52
Gráfico 3.2: Volumen de Ventas de la Empresa.....	54
Gráfico 4.1: Gráfico de Redar 5S	75
Gráfico 4.2: Gráfico de Ciclo del Tiempo TAKT	822
Gráfico 4.3: Gráfico de Ciclo del Tiempo TAKT Agrupado	824
Gráfico 4.4: Gestión SMED	95

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Diagrama de Producción de la Empresa.....	104
Anexo B: Diagramas de Flujo de Procesos de la Empresa	105
Anexo C: Distribución de las Instalaciones.....	112
Anexo D: Distribución de las Instalaciones Propuesta.....	113

RESUMEN

El proyecto “Estudio Técnico y Reingeniería de Operaciones del Sistema de Producción de la Fábrica de Muebles MADERAS MELGAR Mediante el Modelo de Gestión LEAN MANUFACTURING” es un modelo de planificación y control adoptada, en un inicio, por empresas japonesas pero que actualmente la mayoría de grandes empresas a nivel mundial lo utilizan en sus procesos de fabricación.

La fábrica de muebles Maderas Melgar cuenta con un sistema de producción artesanal, que presenta varias restricciones, inventarios acumulados y carece de control del flujo de producción. Pero luego de realizar un estudio técnico de la situación actual de la empresa y obtener datos reales del flujo de valor actual, encontramos las soluciones técnico-prácticas para realizar una reingeniería de operaciones; obteniendo así un flujo de valor mejorado mediante una gestión Lean.

A continuación se describe cada uno de los capítulos del proyecto:

En el capítulo 1, Introducción, se detalla las actividades que realizan algunas entidades madereras del Ecuador y también se describen las actividades de la empresa que generan problemas en el sistema de producción; justificando la realización del presente proyecto así como los objetivos por alcanzar.

En el capítulo 2, Marco Teórico, se describe la metodología con la cual se va a implementar la reingeniería de operaciones del sistema de producción, basándonos en la gestión Lean Manufacturing aplicada en Toyota (TPS).

En el capítulo 3, Análisis de la Situación Actual, se presenta los antecedentes y estructura de la empresa, se realiza una gestión por procesos y se genera el Mapa de Flujo de Valor con los datos obtenidos de la línea de producción actual.

En el capítulo 4, Reingeniería de Operaciones aplicando Lean Manufacturing, se propone un plan de reingeniería de operaciones para el sistema de producción de la empresa, siguiendo un orden cronológico y utilizando como guía la metodología detallada en el Cap. 2.

Finalmente, el capítulo 5, Conclusiones y Recomendaciones, es un diagnóstico presentado por el autor sobre el mejoramiento de las operaciones de la empresa.

PRESENTACION

El presente proyecto surge de la necesidad de transformación o reingeniería de operaciones, que la empresa Maderas Melgar requiere en el sistema de producción actual debido a la gran cantidad de restricciones e inventarios acumulados registrados en los procesos productivos.

Las restricciones e inventarios han sido determinados y analizados en el transcurso de la elaboración del presente proyecto, en el cual se proyecta un plan de mejoramiento e implementación de soluciones adecuadas y que la empresa podrá utilizarlo como guía para un mejor control del flujo de producción, así como para optimizar los recursos con los que cuenta la empresa.

El mejoramiento del sistema productivo de la empresa es administrado y gestionado por medio de la implementación de una reingeniería de operaciones basada en el sistema de producción de Toyota, el cual opera mediante una cultura de producción esbelta. La Producción Esbelta tiene como meta principal crear sistemas de operaciones que maximizan el valor agregado de cada una de las actividades de la empresa, mediante la reducción de los recursos innecesarios y la eliminación de los retrasos en las operaciones.

Este proyecto también presenta una guía práctica para cualquier tipo de empresa que se dedica a la manufactura de bienes o productos, ya que podrán verse familiarizadas con las operaciones que se realizan en la fábrica de muebles Maderas Melgar y que a su vez podrán adoptar el sistema de mejoramiento planificado para la empresa, así como algunos formatos y registros creados específicamente para dicha gestión.

Hacer que una empresa o negocio mejore la rentabilidad y confianza en los procesos está al alcance de nuestras manos, pequeños cambios o ajustes pueden hacer variar el rumbo de la empresa o reforzar su crecimiento en el mercado.

¿Por qué no intentarlo?

CAPÍTULO 1.

1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se detallan las actividades que realizan algunas entidades madereras del Ecuador, se describe a su vez los principales problemas por los que atraviesa la empresa junto con las actividades que generan dichos problemas; por tal motivo se presenta la justificación y los objetivos por los que se realiza el presente proyecto.

1.1. ANTECEDENTES DEL SECTOR MADERERO EN ECUADOR

En el Ecuador existen varias entidades gubernamentales y no gubernamentales las cuales agrupan a personas que se dedican a la industria de la madera, muebles y decoración; en la provincia de Pichincha las tres entidades más importantes que agrupan a los madereros y muebleros son: AIMA (Asociación Ecuatoriana de Industrias de la Madera), CAPEIPI – SECTOR MADERERO (Cámara de la Pequeña Industria de Pichincha) y CFP (Corporación FUNDEPIM), entidades radicadas en la ciudad de Quito.

1.1.1. AIMA

La Asociación Ecuatoriana de Industriales de la Madera fundada en 1976, es una entidad gremial dedicada al desarrollo de proyectos para beneficio de las industrias de la madera, con el objeto de promover el desarrollo forestal sustentable, incentivar la reforestación e impulsar el crecimiento y competitividad de la industria maderera.

AIMA trabaja en conjunto con todas las industrias dedicadas a la transformación de la madera en todo el país, lo cual ha sido de gran importancia para el crecimiento del sector maderero que ha permitido que se creen lazos de colaboración de las industrias madereras, instituciones gremiales y entidades públicas y privadas para el desarrollo sustentable del sector.

Existen relaciones con entidades públicas que colaboran para el crecimiento de AIMA y las industrias de la madera vinculadas con dicha asociación, entre las principales entidades tenemos: el Ministerio de Industrias y Productividad, el Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio e Integración y el Ministerio del

Ambiente; los cuales han permitido que AIMA pueda exponer sus criterios y posiciones referidos a temas importantes en beneficio de la industria.

Así mismo AIMA, posee vínculos importantes con el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, además del Consejo Provincial de Pichincha, con el propósito de conseguir un trabajo conjunto en beneficio del sector maderero y las industrias en general de tal manera, contribuir para el desarrollo de la matriz productiva y el crecimiento de la oferta laboral en el sector.

Debido a la constante colaboración de entidades públicas y privadas, donde; sus principales funcionarios permiten la apertura de varios eventos como son: cursos de capacitación, seminarios, talleres entre otros; AIMA ha logrado que el sector maderero e industrias madereras se incluyan en temas de interés socio-económico, industrial y de talento humano indispensables para su desarrollo (Quiénes Somos: AIMA, 2016).

1.1.2. CAPEIPI – SECTOR MADERERO

La Cámara de la Pequeña y Mediana Empresa de Pichincha fundada el 22 de agosto de 1979, gracias a las gestiones realizadas por diferentes dirigentes gremiales y directorio de las Asociaciones de la Pequeña Industria del país se logra conformar y constituir la CAPEIPI bajo la ley existente en ese entonces, Ley de Fomento de la Pequeña Industria, la cual da facultad a varios empresarios para organizarse jurídicamente y en forma autónoma bajo la protección del Estado Ecuatoriano.

El propósito que tiene la CAPEIPI es brindar servicios empresariales que ayuden a fortalecer el crecimiento de los empresarios a nivel nacional mediante la consolidación de servicios de calidad y actualidad apoyada por instituciones públicas y privadas que se encuentran en relación de dependencia con la cámara.

La CAPEIPI está conformada por siete sectores estratégicos encargados de aportar al desarrollo sustentable de la matriz productiva del Ecuador, entre estos sectores se encuentra el Sector Maderero, que tiene como rol principal el desarrollo protagónico en el ámbito industrial y gremial que busca potenciar las estrategias y alternativas empresariales para solucionar problemas comunes e individuales de

los empresarios dedicados a la industria de la madera (Quienes Somos: Maderero CAPEIPI, 2016).

1.1.3. CFP

La Corporación FUNDEPIM es una Organización No Gubernamental fundada aproximadamente hace 15 años, con el fin de promover y gestionar proyectos de ámbito administrativo e industrial, impulsando así la actividad productiva de las industrias dedicadas a la distribución de todo tipo de madera y transformación de dicha materia prima en acabados de interior únicos.

Gracias a la colaboración del departamento de Gestión de Proyectos, CFP ha logrado intervenir e incursionar en varios ámbitos gerenciales tanto en el medio interno como en el externo en colaboración con todo el directorio que conforman CFP; brindando así un activo indiscutible para el desarrollo de las industrias en el Ecuador (Quienes Somos: fpcorp, 2016).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La fábrica de muebles y complementos en madera Maderas Melgar es una empresa artesanal que tiene como actividad fundamental la producción y comercialización de muebles, la cual cuenta actualmente con un sistema de producción ineficiente y poco productivo debido a que cuenta con procesos de manufactura artesanales, gran cantidad de inventarios atrapados, no cumple con los tiempos establecidos de producción y comercialización y cuenta con trabajadores no calificados.

El problema fundamental en Maderas Melgar es que no posee un sistema de producción esbelto y sus operaciones son poco efectivas en el desarrollo de productos. Existen varias restricciones dentro del sistema de producción actual de la fábrica, entre las más relevantes tenemos las siguientes:

- La distribución de las instalaciones no se orienta a un sistema de producción en serie o línea de producción efectiva, debido al desconocimiento técnico del gerente general sobre procesos de manufactura industrial.
- La calidad de los productos fabricados es insatisfactoria y no cumple con normas de producción y comercialización, debido a que la fábrica no cuenta con personal operativo calificado.

- Existe gran volumen de productos atrapados en toda la línea de producción (exceso de inventario), debido a que no existe plan de producción semanal o mensual.
- La carga de trabajo en la fábrica no es uniforme debido a la variación socio-económica por las que atraviesa el mercado actual.
- Los tiempos de preparación de materia prima y maquinaria son exagerados debido a que no existe planificación en las operaciones de producción.
- Existe retraso en la entrega de materia prima y suministros debido a la falta de planificación de los proveedores.
- Existen procesos de producción que agregan escaso valor a todo el sistema de producción, con lo que los costos de producción se incrementan; pero si todos los procesos generaran valor al sistema los costos se reducirían y la fábrica lograría ser más competitiva.
- La fábrica no cuenta con técnicas Justo a Tiempo para eliminar o reducir el inventario atrapado, ya que en la fábrica predomina el sistema de trabajo artesanal y el personal operativo ha adoptado este sistema por varios años.
- Los espacios que recorren las partes y piezas del producto, de un proceso a otro, no son los adecuados porque no existe línea de producción.
- La fábrica no cuenta con un diseño de trabajo, capacitación, participación y el compromiso de los empleados por tal motivo carece de trabajo en equipo; esto se da debido a que no existe compromiso de gerencia por capacitar e instruir al personal.

La vanguardia existente en el mercado actual exige a cada una de las empresas dedicadas al diseño y fabricación de muebles a adoptar diferentes técnicas de mejoramiento de los procesos productivos debido al crecimiento de la demanda de muebles, esto se da debido al aumento de proyectos inmobiliarios y de la construcción en todo el territorio ecuatoriano; por tal motivo los requerimientos de los clientes han aumentado ya que existen varias empresas dedicadas a la fabricación y comercialización de muebles. Entre los requerimientos más relevantes que poseen actualmente los clientes tenemos: costo del producto, calidad del producto y tiempo de entrega.

Por las restricciones presentadas anteriormente generadas en la fábrica se puede deducir que el principal problema que se presenta es la Planificación, la planificación en cada uno de los procesos productivos, planificación del área de trabajo, planificación del sistema de producción, planificación administrativa, etc. Dado este problema se utilizara el método Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta para proponer una reingeniería de los procesos productivos de la fábrica de muebles y decoración Maderas Melgar.

1.3. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

La formulación y sistematización consiste en el cuestionamiento del problema reduciéndolo a términos más concretos y explícitos, tomando como referencia el planteamiento del problema.

1.3.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo lograr una reingeniería en el sistema de producción de la fábrica Maderas Melgar mediante el método de gestión Lean Manufacturing; con el fin de obtener resultados satisfactorios y efectivos, así como aumentar la capacidad de producción y crear una empresa sólida y rentable en el mercado actual?

1.3.2. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿La fábrica de muebles Maderas Melgar, cuenta con algún plan de reingeniería o mejoramiento continuo y dinámico de los procesos productivos?

¿Por qué la fábrica no ha adoptado anteriormente un sistema de producción industrial moderno?

¿Por qué aplicar Lean Manufacturing y no otro modelo de gestión operativo para la reingeniería del sistema de producción actual?

¿Cuál es el principal problema que no permite que la fábrica de muebles tenga procesos productivos más organizados y con mayor rentabilidad?

¿Cómo es la línea de producción actual con la que cuenta la fábrica y por qué se adopta tal direccionamiento en los procesos productivos?

¿Dónde se generan las restricciones (Cuellos de Botella) más importantes que retrasan o detienen la producción?

¿De qué manera influye el factor humano (trabajadores) en el índice de producción que tiene la fábrica y cuáles serían las alternativas para evitar que el talento humano este desmotivado?

¿Cuáles son las principales causas para que se produzcan tiempos muertos o tiempos desperdiciados en la producción de muebles?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación se presentan el objetivo general y los objetivos específicos del presente proyecto, los cuales se espera obtener al finalizar el estudio técnico como solución a los problemas actuales de la empresa.

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un estudio técnico del sistema de producción de la fábrica de muebles Maderas Melgar, con el fin de proponer una reingeniería en el sistema de producción mediante un modelo de gestión de Manufactura Esbelta o Lean Manufacturing.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar la situación actual del sistema de producción de la fábrica, para tener un mejor enfoque de la problemática presente en cada uno de los procesos de fabricación de muebles.

Lograr una tecnología de grupos en la cual las piezas similares se agrupan en familias y los procesos necesarios para hacer las piezas se organizan en celdas de trabajo especializadas.

Alcanzar calidad en la fuente, es decir hacer bien las cosas desde el primer proceso pero si algo sale mal se deberá detener de inmediato el proceso dentro del sistema.

Identificar los tiempos desperdiciados que se generan en el sistema de producción, así como los cuellos de botella presentes en cada uno de los procesos productivos.

Proponer un sistema de producción Just In Time (JIT) o Justo a Tiempo donde se busca producir únicamente lo que se necesita cuando se necesita, logrando así inventarios mínimos con tendencia a inventario nulo.

Estandarizar cada uno de los procesos productivos, desde la recepción de materia prima hasta la salida del mueble para su comercialización o almacenamiento en bodegas (inventario de producto terminado).

Proponer una reingeniería de los procesos productivos que facilite una manufactura o producción esbelta, para lo cual se deberá readecuar la maquinaria existente y lograr un sistema de producción adecuada.

Obtener inventarios mínimos y controlados en bodegas tanto de materia prima e insumos así como de productos en proceso y productos terminados para facilitar la estandarización de costos de producción.

Modificar la distribución y empleo del espacio físico en los galpones de la fábrica, para favorecer la dinámica de producción y aumentar la concentración por parte de los trabajadores.

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El sistema de producción actual de la fábrica de muebles Maderas Melgar presenta deficiencia y desorganización en las operaciones realizadas para la fabricación de productos, es por ello que el presente estudio técnico propone una reingeniería en toda la cadena de producción; así como una mejora continua en toda la estructura organizacional de la fábrica con el fin de generar una empresa sustentable aumentando su rentabilidad y operación en el mercado.

1.5.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Para el presente estudio técnico se toma como directriz fundamental el modelo de gestión Lean Manufacturing, sistema de gestión creado por Toyota, en Japón, que es uno de los modelos mayormente concebido por las industrias de procesos de manufactura y ensamblaje. Lean Manufacturing se fundamenta como un estudio integrado de actividades diseñado para lograr la producción mediante inventarios mínimos de materia prima, trabajo en proceso y productos terminados.

1.5.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.

La metodología que se pretende emplear en el presente estudio técnico tiene como objetivo principal resolver el problema planteado, es por ello que se basara en la administración de operaciones, producción y cadena de suministros; guiándonos

en tres libros fundamentales para este tipo de estudio y que se presentan en la bibliografía.

1.5.3. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

El estudio técnico realizado en este proyecto propone una reingeniería en el sistema de producción de una fábrica dedicada a la fabricación y manufactura de productos, el cual servirá como fuente bibliográfica o de consulta para todas aquellas pequeñas y medianas empresas PyMEs que buscan aumentar su rentabilidad, mejorar sus procesos y generar productos de calidad mediante una producción esbelta.

1.6. HIPÓTESIS DEL PROYECTO

La reingeniería de los procesos productivos está alineada y direccionada a la estructura funcional y productiva de la fábrica de muebles Maderas Melgar, asignando funciones y metas específicas a cada uno de los procesos de la fábrica con el fin de asegurar el cumplimiento de la cadena de valor al interior de la misma.

La propuesta de cambio en el sistema de producción actual de la fábrica consistirá en un estudio técnico para minimizar los inventarios de materia prima, trabajo en proceso y productos terminados logrando así la definición de las oportunidades de cambio y establecer los mecanismos necesarios que facilitarán el monitoreo y control de los procesos productivos para lo cual se requiere que se involucren todos los miembros de la fábrica.

Los procesos productivos de la fábrica Maderas Melgar tendrán un sistema de producción estable y organizado gracias a la propuesta de reingeniería que se pretende realizar durante y después del desarrollo del presente proyecto, cada uno de los miembros de la fábrica tendrán sus funciones claramente establecidas y cada proceso en la fábrica tendrá su respectivo delineamiento y orden a seguir aumentando la cadena de valor en cada actividad de fabricación de muebles y complementos.

CAPÍTULO 2.

2. MARCO TEÓRICO

El marco teórico es una de las etapas más importantes del presente proyecto, ya que es la etapa donde se describe la teoría con la cual se va a realizar el proyecto y que significará una guía para la ejecución de las siguientes etapas teniendo como base el planteamiento del problema.

2.1. TPS - SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA

En la actualidad, el Sistema de Producción Toyota, ver Figura 2.1, es uno de los sistemas de manufactura esbelta más exitoso que existe; sin embargo, es muy difícil alcanzar la efectividad de este tipo de sistema de producción. He aquí donde se genera una interrogante que varias empresas dedicadas a la manufactura de productos se cuestionan. ¿Qué es lo que impulsa al sistema y por qué Toyota ha podido utilizarlo con tanto éxito en diferentes plantas productivas, mientras que a otras fábricas les resulta imposible lograrlo?



Figura 2.1: Sistema de Producción Toyota

Fuente: Urbangarden. (Noviembre 2006). Mock-up of Toyota assembly line. Recuperado de: <https://www.flickr.com/photos/urbangarden/336062325/>

La mayoría de expertos en administración de operaciones exponen que el TPS es un conjunto de herramientas y procedimientos que se puede apreciar fácilmente

durante un recorrido por una de las plantas de Toyota. Sin embargo, el conocer sobre dicho conjunto de herramientas no garantiza el éxito de una empresa. Lo que muchos pasan por alto es que Toyota construyó una organización exitosa por medio de un proceso de mejoramiento continuo a largo plazo, aproximadamente 50 años.

Los sistemas esbeltos requieren un mejoramiento continuo para aumentar la eficiencia y reducir el desperdicio. Toyota creó un sistema que enseña a los empleados a experimentar nuevas operaciones para encontrar diferentes formas de realizar sus trabajos como son: establecer todas sus operaciones como experimentos y enseñar a los empleados de todos los niveles a usar el método científico de resolución de problemas (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008, pág. 347).

2.1.1. ELIMINACIÓN DE DESPERDICIOS

Al hablar de desperdicio nos referimos a cualquier elemento que no agrega valor desde la visión y criterio de los clientes, es decir, los clientes son entes regulatorios ya que definen el valor del producto.

Un ejemplo básico de desperdicio en procesos productivos son los productos defectuosos, reprocesos, exceso de producción, inventarios atrapados, movimientos excesivos o innecesarios, pasos de procesamiento, transporte y espera. Por ejemplo, en un sistema dedicado a servicios es el de un vuelo aéreo o un viaje en transporte terrestre. El segmento que agrega valor de ese proceso es únicamente el vuelo o transporte, los segmentos que no dan valor a ese proceso son ir en auto a la terminal, estacionar el auto, caminar a la terminal, registro de documentos, esperar en una fila para registrarse, caminar a revisión de seguridad, etc.

En ocasiones el tiempo que no agrega valor excede con mucho el tiempo de valor agregado en este tipo de proceso. He aquí una interrogante primordial para la reducción o eliminación de desperdicios ¿En dónde se deberá concentrar las estrategias de mejoramiento, en procesos que no tienen valor agregado o en hacer que el transporte aéreo o terrestre vaya más rápido?

Las organizaciones artesanales cumplen con metas poco efectivas, como aceptar un sistema de producción con partes y piezas de productos defectuosas y

mantiene inventarios atrapados. En cambio, las organizaciones esbeltas ponen su mirada en la perfección: ninguna parte defectuosa, cero inventarios, sólo actividades que agreguen valor, y ningún desperdicio.

Taiichi Ohno, trabajó para la implementación y desarrollo del Sistema de producción Toyota, el cual identificó siete categorías de desperdicio, ver Figura 2.2. Dichas categorías son consideradas en la mayor parte de organizaciones esbeltas y abarcan muchas de las maneras en que las organizaciones desperdician o pierden dinero (Heizer & Render, 2009, pág. 642).

Las 7 categorías de desperdicio definidos por Ohno son:

Sobreproducción: Producir más de lo que necesita el cliente o producir por adelantado (antes de que el producto sea demandado) es desperdicio. Por lo tanto, cualquier tipo de inventario es un desperdicio.

Tiempos de espera: El tiempo ocioso, el almacenamiento y la espera son desperdicio (no agregan valor al sistema).

Transporte: El movimiento de materiales o recursos entre áreas o entre centros de trabajo y el manejo de materiales en más de una ocasión son desperdicio.

Inventario: La materia prima innecesaria, el trabajo en proceso, productos terminados y el exceso de suministros no agregan valor y son desperdicios.

Movimiento: movimiento o traslado de equipos o personas que no agrega valor es desperdicio.

Procesamiento: El trabajo realizado sobre el producto pero que no agrega valor es desperdicio.

Producto defectuoso: devoluciones, reclamos por garantía, el trabajo repetido o reproceso y los restos de material son un desperdicio.



Figura 2.2: Los Siete Desperdicios de Ohno

Fuente: Cisneros, A. (s.f.). Manufactura Esbelta. Recuperado de: <http://slideplayer.es/slide/1064849/>

2.1.1.1. LAS 5S

Una visión más amplia de la producción inmediata sugiere que otros recursos, como energía, agua y aire, a menudo se desperdician pero que esto no debería suceder. La producción efectiva, ética y social minimiza las entradas y maximiza las salidas, sin desperdiciar nada.

Actualmente, las organizaciones esbeltas usan el concepto de limpieza para tener un sitio de trabajo ordenado y como un medio para reducir desperdicios. Las organizaciones han trabajado en este concepto de limpieza para incluir una lista de verificación que se la conoce como las 5S, ver Figura 2.3. Éstas no sólo son una buena lista de verificación para las operaciones esbeltas, sino que también proporcionan un método sencillo y eficiente el cual ayudara a una reingeniería de procesos en cualquier organización y suele ser necesario para instalar sistemas de producción esbeltas (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008, pág. 353).

Seiri – Clasificación: Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil, es decir, mantener lo que es necesario y quitar lo demás del espacio de trabajo (desecharlo).

Identificar los elementos sin valor y eliminarlos, al deshacerse de estos elementos se obtiene espacio disponible y por lo general, se mejora el flujo de trabajo.

Seiton – Orden: Organizar el espacio de trabajo de forma eficiente. Adaptando herramientas de análisis de métodos para mejorar el flujo de trabajo y reduciendo el desperdicio de movimientos considerando aspectos ergonómicos de largo y corto plazos, para lo cual se utiliza etiquetas y señalización que facilitan el uso adecuado de los recursos de la empresa.

Seiso – Limpieza: Mejorar el nivel de limpieza de los espacios. Limpiar a diario todas las formas de suciedad, contaminación y desorden encontradas en el espacio de trabajo

Seiketsu – Estandarización: Establecer normas y procedimientos. Eliminar variaciones del proceso al desarrollar procedimientos operativos estandarizados y listas de verificación; los buenos estándares hacen que lo normal resulte obvio. Estandarizar equipo y herramientas de manera que se reduzca el tiempo y el costo de la capacitación cruzada. Capacitar y volver a capacitar al equipo de trabajo de forma que cuando ocurra alguna desviación, ésta sea evidente para todos.

Shitsuke - Mantener la disciplina: Fomentar los esfuerzos en este sentido, revisando periódicamente para reconocer esfuerzos y motivar el emprendimiento del progreso.



Figura 2.3: Implementación de las 5S

Fuente: CDI LEAN. (2012). Técnica de las 5S. Recuperado de: <http://www.cdiconsultoria.es/metodo-5s-tecnica-mejorar-calidad-valencia>

2.1.2. RESPETO POR LAS PERSONAS

El respeto por las personas es fundamental en el TPS, ya que tiene como objetivo asegurar un empleo de por vida para los puestos permanentes en el sistema de producción de la empresa, así como mantener nóminas adecuadas aunque las condiciones de la empresa se deterioren. Los trabajadores permanentes tienen seguridad laboral y suelen ser más flexibles, muestran lealtad a la organización y hacen todo lo posible para ayudarla a conseguir las metas de la empresa (la recesión económica global provoca que muchas empresas abandonen este ideal).

En la actualidad, los sindicatos de todas las organizaciones esbeltas fomentan una relación de cooperación con la gerencia; es así que la mayoría de empleados reciben bonos durante todo el año en tiempos de bonanza. Los empleados saben que, si la empresa tiene un buen desempeño entonces ellos recibirán un bono durante ese tiempo, esto motiva a los trabajadores a mejorar la productividad de la empresa. Los gerentes ven a sus empleados como activos (talento humano) y no como máquinas humanas (recursos).

La automatización y el desarrollo de tecnología se utilizan en forma general en la mayoría de empresas para realizar los trabajos aburridos o repetitivos de modo que, los empleados tienen la libertad de dedicarse a las actividades más importantes de mejoramiento, por ejemplo en la calidad. Las organizaciones esbeltas a nivel mundial dependen en gran medida de las redes de subcontratación (tercerización); de hecho, casi todas las empresas forman parte de una red de distribuidores medianos y pequeños. Algunos proveedores son especialistas en un campo limitado creando así plantas especializadas. Las organizaciones esbeltas establecen convenios de largo plazo con sus proveedores y clientes y en muchos casos los proveedores se consideran parte de la cadena de valor entre las organizaciones y sus clientes (Chase & Jacobs, 2014, pág. 420).

2.1.3. KAIZEN - MEJORA CONTINUA

Kaizen es una filosofía adoptada por las organizaciones esbeltas en Japón que se concentra en la mejora continua, ver Figura 2.4. Esta filosofía lo que pretende es tener una mejor calidad y reducción de costos de producción con simples modificaciones diarias.

La palabra Kaizen es mejoramiento continuo y está constituido por varios pasos que nos permiten analizar variables críticas del sistema de producción y buscar su mejora en forma diaria con la ayuda de equipos multidisciplinarios.

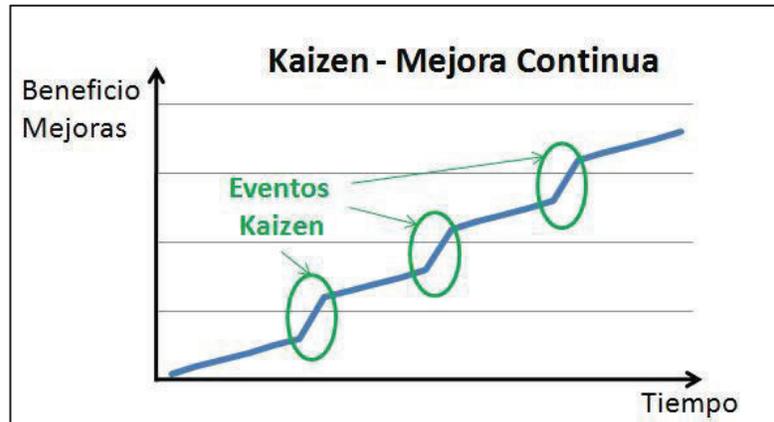


Figura 2.4: Kaizen – Mejora Continua

Fuente: Sandrine. (Agosto 2010). 6 Sigma, Lean y Kaizen. Recuperado de: <http://www.caletec.com/blog/tag/evento-kaizen/page/2/>

Cuando se aplica Kaizen en las organizaciones, los trabajadores mejoran los estándares de la empresa y al hacerlo tanto los trabajadores como las empresas llegan a tener estándares de muy alto nivel y logran alcanzar los objetivos de la empresa. Es por ello que los estándares creados por mejoras o modificaciones deben ser analizados y contemplados según la seguridad, calidad y productividad de la empresa (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008, pág. 354).

2.2. DISEÑOS ESBELTOS

Los sistemas de producción esbeltos requieren que la planta de producción se adapte y esté diseñada para garantizar un flujo de trabajo controlado con un inventario mínimo en los procesos de producción. Cada espacio de trabajo forma parte de una línea de producción independientemente de que exista una línea física. La capacidad es controlada mediante la misma lógica para una línea de ensamble y los procesos productivos se relacionan entre sí a través de un sistema kanban. Además, la reingeniería del sistema de producción debe estar orientada para que todos los aspectos del sistema de logística externa e interna se relacionen con la distribución.

El mantenimiento preventivo es fundamental en las organizaciones esbeltas para garantizar que no se interrumpan los procesos productivos debido al tiempo de inactividad o al mal funcionamiento del equipo. El mantenimiento preventivo comprende dos actividades permanentes: la inspección periódica y el diseño de reparaciones para que una máquina sea confiable.

Los trabajadores cumplen con un papel importante en esta etapa ya que llevan a cabo gran parte del mantenimiento porque conocen mejor sus máquinas y es más fácil repararlas, pues las operaciones esbeltas favorecen el uso de varias máquinas sencillas en lugar de una compleja.

2.2.1. TECNOLOGÍA DE GRUPOS

La tecnología de grupos es utilizada a gran escala en las compañías esbeltas ya que las piezas, de similares características, se agrupan en células o secciones y los procesos necesarios para fabricar estas piezas se organizan en una sección de trabajo especializada, ver Figura 2.5.

En lugar de trasladar o rotar trabajos de una sección a otra la tecnología de grupo considera todas las operaciones productivas necesarias para fabricar una pieza y agrupa esas máquinas. La diferencia que existe entre los grupos de varias máquinas en los centros de trabajo con la distribución departamental tradicional son los tiempos y espacios físicos considerados.

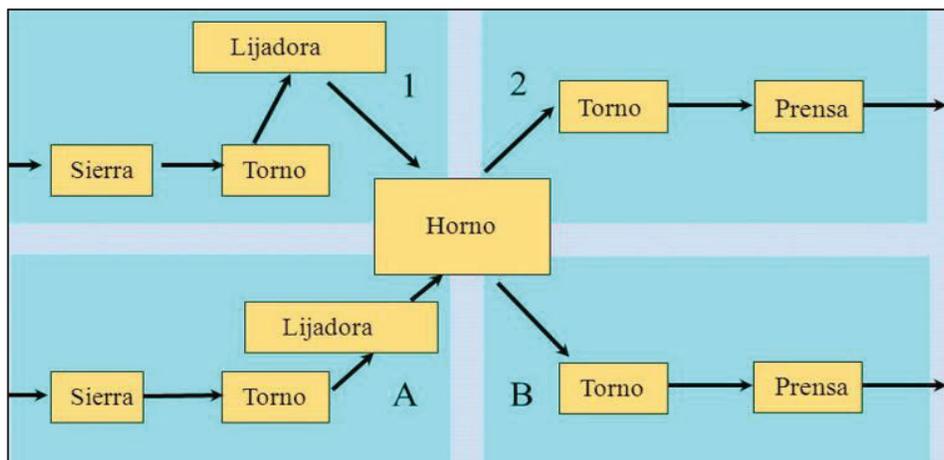


Figura 2.5: Tecnología de Grupos

Fuente: Propia

Las secciones dentro de la planta que utilizan tecnología de grupos eliminan el movimiento y las filas de espera entre las operaciones reduciendo el inventario y el número de operarios requeridos. Sin embargo, los trabajadores deben ser flexibles para manejar varias máquinas y procesos debido al nivel de habilidad avanzado que requiere este método de agrupación, estos trabajadores requieren cada vez más una mayor capacitación en temas de seguridad ocupacional (Chase & Jacobs, 2014, pág. 426).

2.2.2. CALIDAD DESDE EL ORIGEN

Calidad en el origen o calidad desde el inicio es un esfuerzo de toda la organización por mejorar la calidad de los productos de la empresa, gracias a que los empleados actúan como sus propios inspectores de calidad. La meta es que los trabajadores nunca pasen unidades defectuosas al siguiente proceso.

Una de las gestiones para implementar la calidad desde el origen es usar una técnica POKA YOKE o método de comprobación de errores, ver Figura 2.6. Este método está dirigido al diseño de sistemas a prueba de errores que analiza y reduce los errores humanos (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008, pág. 350).

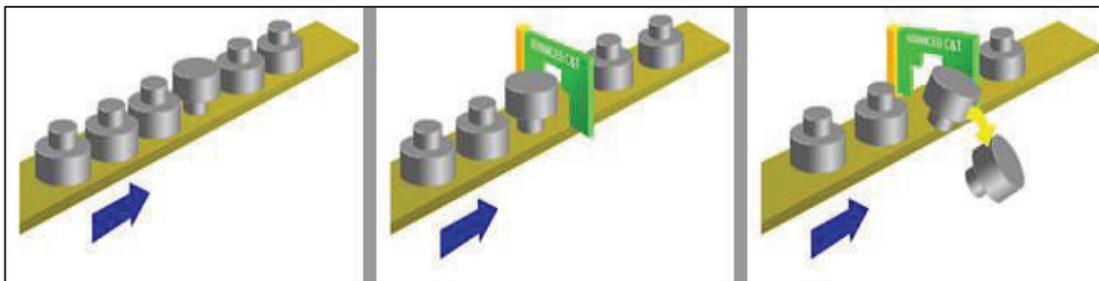


Figura 2.6: Calidad desde el Origen

Fuente: Sector Escritura. (Junio 2013). ¿Qué es Poka Yoke?. Recuperado de:
<http://www.industriahoje.com.br/o-que-e-poka-yoke/>

Por ejemplo, la fábrica de muebles Maderas Melgar, para usar el método Poka Yoke deberá fabricar diferentes partes de productos, de tal modo que, sólo deberán armarse de una sola manera, la manera correcta. Asimismo, las cajas de embalaje de cualquier empresa podrían diseñarse para empacar el producto sólo de cierta forma a fin de minimizar los daños por manutención y eliminar todas las probabilidades de error.

2.3. PRODUCCIÓN ESBELTA

La producción esbelta actúa directamente entre los procesos centrales y auxiliares de una organización y los factores externos que tiene con sus clientes y proveedores. La reingeniería y diseño de cadenas de valor utilizados en el método de los sistemas de producción esbeltos es de gran importancia para la mayoría de departamentos y áreas funcionales de la organización.

El departamento de marketing depende del sistema de producción esbelto para entregar servicios o productos de alta calidad, a tiempo y a precios razonables. El departamento de recursos humanos debe implantar el sistema esbelto adecuado que premie el trabajo en equipo; este departamento también debe reclutar, capacitar y evaluar a los trabajadores necesarios para crear mano de obra flexible que pueda cooperar con éxito al sistema de producción esbelto. El departamento de producción debe diseñar productos esbeltos que tengan más partes en común para que se necesite menos procesos productivos y se puedan acoplar a la tecnología de grupos. El departamento financiero debe ajustar sus prácticas de facturación y contabilidad de costos para aprovechar los sistemas esbeltos de la organización.

2.3.1. HEIJUNKA - CARGA UNIFORME EN LA PLANTA

Los sistemas de producción esbeltos operan de mejor manera cuando las cargas diarias en cada una de las estaciones de trabajo son relativamente uniformes. Para obtener cargas uniformes en las estaciones de trabajo se debería usar un método de reserva de productos o anticipos de trabajo al momento que pasa un producto de un proceso a otro, ver Figura 2.7.

Un enfoque de los sistemas de producción esbeltos consiste en usar precios diferenciales de la mayoría de productos para administrar y controlar su demanda. Es posible generar operaciones eficientes cuando se puede administrar la carga de dichas operaciones de la empresa. El sistema de cargas uniformes en los procesos de manufactura logra que las cargas sean uniformes si se ensambla el mismo tipo y número de unidades todos los días, con lo cual se crea una demanda diaria uniforme en todas las estaciones de trabajo (Chase & Jacobs, 2014, pág. 429).

La planificación de la capacidad y el balanceo de la línea de producción de una empresa son dos medidas fundamentales que se emplean para crear un sistema planificado de producción por periodos de tiempo, en la que se reconocen las restricciones de la capacidad de los procesos en las mismas estaciones de trabajo.

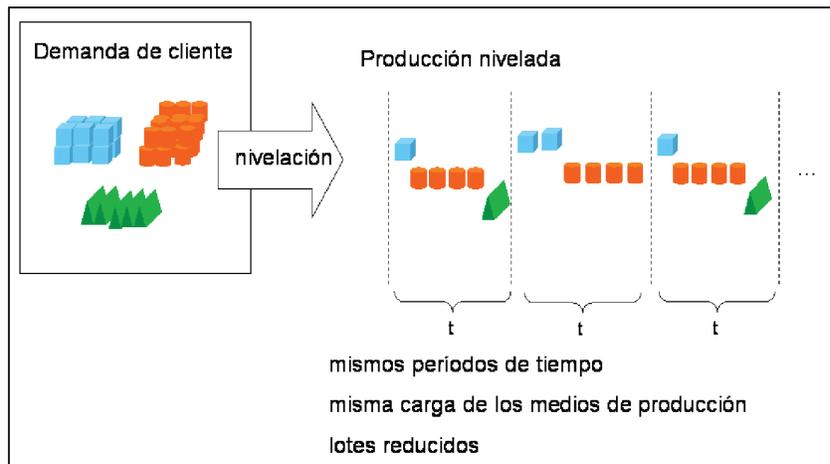


Figura 2.7: Producción Nivelada

Fuente: LEANROOTS. (2010). Nivelado Multiproducto. Recuperado de: <http://leanroots.com/heijunka.html>

Un ejemplo práctico de la aplicación del método de carga uniforme se da en Toyota, donde el plan de producción requiere 4500 vehículos por semana pronosticado para el próximo mes. Para cumplir con el plan se requiere trabajar dos turnos completos, de 8 horas cada turno, cinco días por semana; producir 900 vehículos cada día, en consecuencia se requiere producir 450 por turno.

Se producen tres modelos: Modelo C, Modelo A y Modelo S. Supongamos que Toyota necesita 200 C, 150 A y 100 S por turno para satisfacer la demanda del mercado. Para producir los 450 vehículos en un turno de 480 minutos, la línea de producción tendrá que producir un vehículo cada 1.067 minutos ($480/450$). Para crear un sistema planificado de la producción mensual en Toyota, tenemos tres alternativas de producción.

Primera alternativa: con la producción en lotes grandes, todos los requisitos diarios de cada modelo se producen en una sola partida antes de iniciar la producción de otro modelo. La secuencia de 200 C, 150 A y 100 S tendría que repetirse una vez en cada turno. Estos grandes lotes no sólo aumentarían el nivel del inventario del

ciclo promedio, sino que también provocarían un efecto de aglomeración en los requisitos de todas las estaciones de trabajo que alimentan la línea de ensamblaje.

Segunda alternativa: se utiliza el ensamblaje de modelos mixtos, según el cual se produce una combinación de modelos en lotes más pequeños. Los requerimientos de producción se han establecido de acuerdo con la razón 4 C - 3 A - 2 S (200C – 150A – 100S divididos para 50). Toyota podría planear un ciclo de producción formado por 9 unidades: 4 C, 3 A y 2 S. El ciclo se repetiría al cabo de $9(1.067) = 9.60$ minutos, para obtener un total de 50 veces por turno ($480 \text{ min}/9.60 \text{ min} = 50$).

Tercera alternativa: Una secuencia de C-S-C-A-C-A-C-S-A repetida 50 veces por turno, permitiría lograr la misma producción total que con las otras opciones pero esta alternativa únicamente es factible cuando los tiempos de preparación son muy cortos. Esta secuencia genera una tasa constante de requisitos de componentes para los diversos modelos y permite el uso de lotes de tamaño pequeño en las estaciones de trabajo que alimentan a la línea de ensamblaje. Por consiguiente, los requerimientos de capacidad se vuelven mucho más uniformes en esas estaciones (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008, pág. 351).

2.3.2. CONTROL DE PRODUCCIÓN – KANBAN

El control de la producción por medio de Kanban, regula los flujos justo a tiempo mediante un dispositivo de señalización, tarjetas o registros visibles; conocidos como Kanban, ver Figura 2.8; el sistema kanban fundamental coloca una tarjeta en cada contenedor de productos para dar a conocer la necesidad de producción o retiro de estos productos.

Cuando un operario vacía el contenedor Kanban, en cualquier área de producción, una tarjeta es retirada y se la coloca en un depósito de recepción de productos o elementos, el contenedor vacío es llevado al área de almacenamiento y la sola presencia de la tarjeta en el contenedor indica que es necesario producir más de esas partes para llenar otro contenedor. Una vez que el contenedor se vuelve a llenar la tarjeta se coloca nuevamente en el contenedor, el cual se devuelve a un área de almacenamiento. El ciclo vuelve a empezar cuando el trabajador toma el contenedor con la tarjeta adjunta (Chase & Jacobs, 2014, pág. 429).

- La producción total no debe sobrepasar la capacidad máxima autorizada en los Kanban del sistema.

Las organizaciones esbeltas, con el fin de controlar de mejor manera la producción, emplean un sistema con dos tarjetas Kanban basado en una tarjeta de orden de retiro y una tarjeta de orden de producción, ver Figura 2.9. La tarjeta de retiro especifica el elemento y la cantidad que el trabajador debe retirar del productor correspondiente, en cambio la tarjeta de orden de producción especifica el artículo y la cantidad que se debe producir, los materiales requeridos y dónde localizarlos; además del lugar donde deberá almacenarse el artículo terminado (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008, pág. 357).

Los materiales no pueden ser retirados sin una tarjeta de orden de retiro y producción no debe iniciar sus actividades sin una tarjeta de orden de producción, las tarjetas se colocan en los contenedores cuando la producción se pone en marcha.

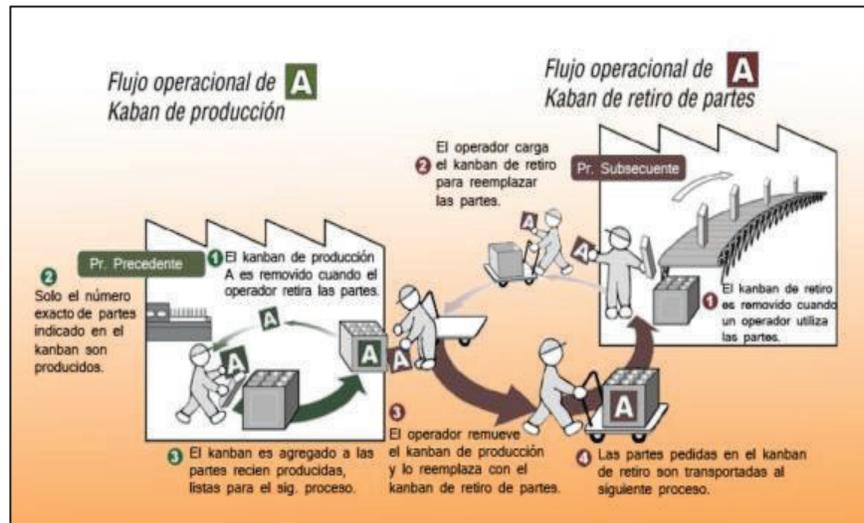


Figura 2.9: Tarjetas Kanban

Fuente: Katianap. (Marzo 2013). Filosofía Kanban. Recuperado de: <https://katianap.wordpress.com/2013/03/19/filosofia-kanban/>

2.3.2.2. NÚMERO DE TARJETAS O CONTENEDORES KANBAN

Las tarjetas Kanban representan la cantidad de contenedores de material que fluye hacia adelante y hacia atrás entre el productor y el usuario, cada contenedor

representa la producción mínima que se debe suministrar; por lo tanto, el número de contenedores Kanban controla directamente la cantidad de inventario de trabajo en cada proceso productivo de la empresa.

Para obtener el número de tarjetas o contenedores Kanban necesarios, las organizaciones esbeltas deberán tomar dos decisiones estratégicas: El número de unidades que deberán colocarse en cada contenedor y el número de contenedores que irán y vendrán entre la estación del proveedor y la estación del usuario.

La primera decisión equivale a determinar el tamaño del lote, lo que requiere estabilizar el costo de preparación con el costo de mantener el inventario en existencia, en cambio el número de contenedores que van y vienen entre dos estaciones determina las cantidades de inventario de trabajo en proceso e inventario de seguridad; es por ello que los contenedores pasan cierto tiempo en producción, en una fila de espera, en un lugar de almacenamiento o en tránsito.

La clave para determinar el número de contenedores Kanban requeridos es el cálculo preciso del tiempo de entrega, donde la duración de este tiempo de entrega está en función del tiempo de procesamiento del contenedor, el tiempo de espera durante el proceso de producción y el tiempo requerido para transportar el material al usuario. Entonces la expresión matemática del número de contenedores necesario para el trabajo de la estación del usuario es igual a la demanda durante el tiempo de entrega, más un inventario de seguridad para compensar cualquier circunstancia inesperada dividido para el tamaño del contenedor según el criterio del productor (Chase & Jacobs, 2014, pág. 431), ver Ecuación [1]. Por lo tanto, el número de contenedores se calcula de la siguiente manera:

$$k = \frac{\text{Demanda durante el Tiempo de espera} + \text{Inventario de seguridad}}{\text{Tamaño del contenedor}} \quad [1]$$

$$k = \frac{DL(1 + s)}{C}$$

k : Número de contenedores Kanban.

D : Demanda promedio esperada por periodo de tiempo.

L : Periodo de tiempo de entrega del pedido.

s : Factor de eficiencia del inventario de seguridad para cubrir circunstancias inesperadas.

C : Tamaño estándar de un contenedor (Criterio del productor).

El número de contenedores debe ser un entero. Porque si se redondea k hacia el inmediato superior se tendrá más inventario del deseado, en tanto que si k se redondea hacia el inmediato inferior se tendrá un inventario menor. El tamaño del contenedor y el factor de eficiencia son variables que las organizaciones pueden usar para controlar el inventario. Si se ajusta el tamaño del contenedor cambiará el tamaño de los lotes y si se ajusta el factor de eficiencia cambiará la cantidad del inventario de seguridad (Chase & Jacobs, 2014, pág. 430).

2.3.3. TIEMPOS DE PREPARACIÓN

Reducir los tiempos de preparación, tiempos de inicio y tiempos de cambio, es necesario para generar una línea de producción sin problemas. En el método tradicional, el costo de preparación se trata como una constante y la cantidad mínima de un pedido se muestra como seis (Chase & Jacobs, 2014, pág. 432). En el método kanban, el costo de preparación se reduce considerablemente y también la cantidad correspondiente de pedido óptimo, ver Figura 2.10. Por tal motivo, las organizaciones esbeltas deben esforzarse hasta alcanzar un tamaño de lote de uno.

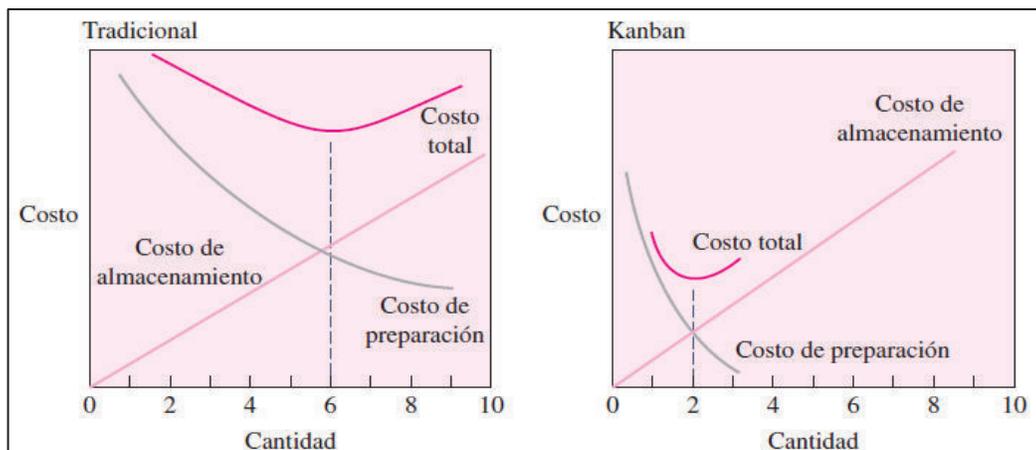


Figura 2.10: Tiempos de Preparación

Fuente: Chase R; Jacobs R. (2014). Administración de Operaciones. México: Mc GRAW-HILL. Pág. 432.

Para lograr una reducción significativa del tiempo de preparación en el sistema de producción, los procesos deberán dividirse en actividades externas e internas; donde la preparación interna se la debe ejecutar cuando la maquinaria o equipos están detenidos, mientras que la preparación externa se la debe llevar a cabo cuando la maquinaria o equipos están en operación. Con el fin de acelerar la preparación también se utilizan otros dispositivos que contribuyen a ahorrar tiempo, por ejemplo tener por duplicado maquinaria o equipos que suplanten a las originales cuando estas estén detenidas por cualquier circunstancia.

2.4. MEJORAMIENTO ESBELTO

Una cadena de suministro esbelta requiere adaptar un método de sistemas para integrar a los departamentos y sus autoridades. Los sistemas de suministro deberán coordinarse con la necesidad de las instalaciones de producción, y la producción deberá adaptarse directamente a la demanda que los clientes hagan del producto. No se puede maximizar la importancia de la rapidez y el flujo uniforme y consistente que respondan a la demanda real de un cliente.

2.4.1. LOTES REDUCIDOS

Los lotes de producción de escala baja tienen mayor importancia y son más productivos que los de gran escala, ya que es más complicado supervisar las operaciones a gran escala; es por ello que los lotes reducidos son más económicos pero requieren estar sincronizados entre sí para cubrir los requerimientos reales del mercado, ver Figura 2.11. Es fundamental la rapidez de respuesta a los cambios internos y externos para el éxito del sistema de producción de la empresa.

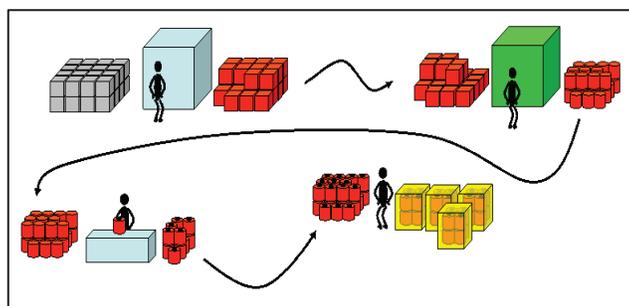


Figura 2.11: Lotes Reducidos

Fuente: LEANROOTS. (2010). One Piece Flow. Recuperado de: <http://www.leanroots.com/one-piece-flow.html>

Un lote de producción es una cantidad de elementos que se procesan juntos, los lotes de baja escala tienen la ventaja de reducir el nivel promedio del inventario en relación con los lotes grandes, los lotes pequeños pasan por todo el sistema con mayor rapidez que los grandes. Además, si se descubre algún elemento defectuoso, los lotes grandes pueden causar retrasos mayores porque el lote completo debe examinarse para encontrar todos los elementos que necesitan volver a elaborarse.

Los lotes pequeños ayudan a mantener una carga de trabajo uniforme en el sistema mientras que los lotes grandes consumen una gran proporción de la capacidad de las estaciones de trabajo y por lo tanto complican la programación. Aun cuando los lotes pequeños son convenientes para la producción, estos poseen la desventaja de que incrementan la frecuencia de los reajustes de preparación, ya que las operaciones de preparación tardan el mismo tiempo independientemente del tamaño de lote que sea; en consecuencia los lotes pequeños, en ciertos casos, pueden producir desperdicio en el sistema de producción y podría generar operarios y equipo de trabajo detenidos. Los tiempos de preparación deben ser cortos para aprovechar los beneficios de la producción por lotes reducidos (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008, pág. 350).

2.4.2. TRABAJAR CON PROVEEDORES

Los sistemas de producción esbeltos operan con bajos niveles de inventario, es por ello que las empresas que los implementan necesitan mantener relaciones estrechas con los clientes y proveedores, ver Figura 2.12.

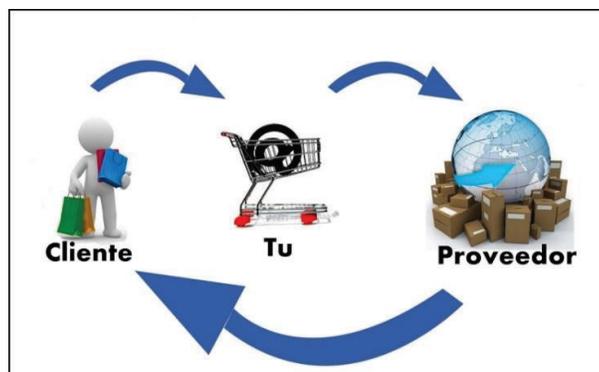


Figura 2.12: Relación Cliente - Proveedor

Fuente: Palau, M. (s.f.). ¿Qué es el Dropshipping?. Recuperado de:
<http://www.miguelpalau.com/proveedores-dropshipping.html>

Los suministros de artículos deben ser frecuentes, con tiempos de entrega cortos, puntualidad en la entrega y alta calidad. Si una empresa comparte sus futuros requerimientos de suministros con sus proveedores, estos tienen un panorama a largo plazo sobre las demandas del sistema de producción y distribución de la empresa.

El compromiso de entrega de suministros por parte de los proveedores a la empresa genera un margen de confianza eficiente y reduce los inventarios de seguridad. Para mantener inventarios mínimos se requiere entregas frecuentes durante el día y algunos proveedores incluso podrían entregar sus productos en la línea de producción y no en un espacio cualquiera de la fábrica. Cuando los proveedores adoptan prácticas de calidad es posible eliminar las inspecciones de recepción de productos.

Si existe colaboración entre las empresas y sus proveedores pues se generará una situación en la que todos ganan, por ejemplo la buena comunicación sobre las necesidades de los suministros permitirá alcanzar una mayor eficiencia en la planificación del inventario y en la programación de la entrega de suministros por los proveedores, con lo cual incrementaría los márgenes de utilidad tanto de la empresa como del proveedor y a su vez los clientes tendrán la posibilidad de negociar precios más bajos de los productos. Es importante tomar en cuenta que si las relaciones entre los proveedores y las empresas son adversas no se logrará un sistema de producción esbelto y los márgenes de ganancia serán afectados.

2.4.3. CONSTRUCCIÓN DE UNA ORGANIZACIÓN ESBELTA

La reingeniería de los sistemas de producción tradicional y/o artesanal tiene como objetivo alcanzar un sistema de producción esbelto, con líneas de producción controladas y cadenas de valor eficientes, ver Figura 2.13. Cambiar la mentalidad tradicional de las empresas a una cultura organizacional, donde el aprendizaje y la mejora continua son el eje fundamental, representa un desafío. Sin embargo, las organizaciones que pretenden aplicar modelos Lean en sus sistemas de producción con frecuencia son empresas de manufactura, las cuales eliminan las actividades que no agregan valor a los ojos del cliente e incluso las organizaciones enfocadas a la producción de artesanías, como carpinterías, obtienen una mejora en la

productividad mediante la implementación de manufactura esbelta (Heizer & Render, 2009, pág. 657).

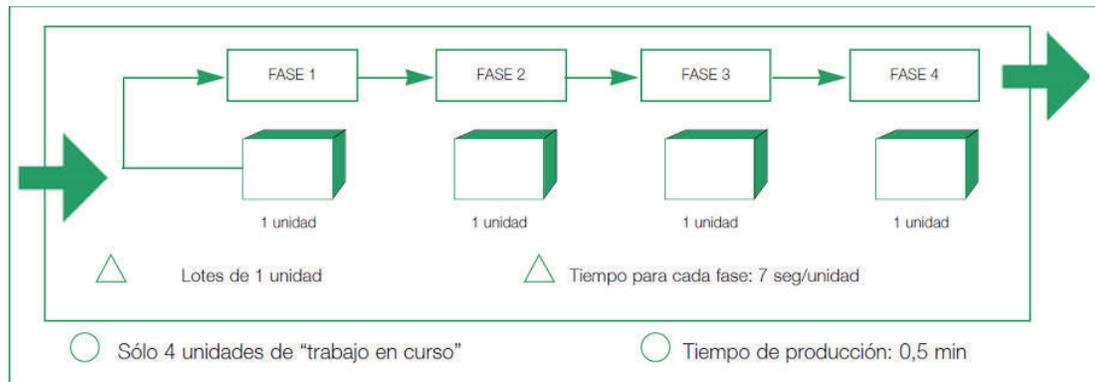


Figura 2.13: Cadena de Valor Esbelta

Fuente: FXTRADER. (Abril 2011). Filosofía Justo a Tiempo. Recuperado de:
<https://www.emprendices.co/filosofia-justo-a-tiempo-just-in-time-jit/>

Las empresas con sistemas de producción esbeltos adoptan la dinámica de minimizar el desperdicio hasta alcanzar la perfección mediante el aprendizaje continuo, la creatividad y el trabajo en equipo; estas empresas se caracterizan porque:

Usan técnicas justo a tiempo para eliminar todo el inventario atrapado o acumulado.

Crean flexibilidad en el trabajador mediante capacitaciones y reduciendo el número de secciones de trabajo.

Reducen los requerimientos de espacio minimizando la distancia que recorren las partes y piezas.

Eliminan todas las operaciones que no agregan valor. El manejo de materiales, la inspección, el inventario y el trabajo repetido son las principales operaciones que no agregan valor al producto.

Construyen sistemas que permiten a los empleados producir partes y piezas perfectas todas las veces.

Desarrollan las capacidades de los empleados, mejorando constantemente el diseño del trabajo, la capacitación, la participación y el compromiso de los empleados, y el trabajo en equipo.

Comprometen a los proveedores para que acepten su responsabilidad en cuanto a la satisfacción de las necesidades del cliente final.

Permiten que los trabajos sean más desafiantes llevando la responsabilidad al nivel más bajo posible.

Desarrollan relaciones estrechas con los proveedores, para que mentalicen y entiendan las necesidades del cliente final.

2.5. JIT - PRODUCCIÓN JUSTO A TIEMPO

El JIT crea estrategias fundamentales para mejorar las operaciones de cualquier empresa de manufactura, ver Figura 2.14, gracias a que resuelve forzosamente los problemas mediante un enfoque en la producción rápida y la reducción del inventario.

VARIABLE	METODO TRADICIONAL (EMPUJAR)	METODO JIT (JALAR)
CALIDAD	Tolera desperdicio. Control estadístico. Inspectores de calidad	Cero defectos. Calidad Total. Inspección en la fuente. Competencia de trabajadores. Control Autónomo
MANTENIMIENTO	Cuando se necesita o preventivo	Contante y efectivo. Mantenimiento productivo total
MEDIOS INFORMATICOS	Elaborados y costosos. Uso de la computadora por especialistas	No necesita grandes medios. Varias funciones son realizadas manualmente
DISEÑO	Especificaciones como están	Cambia procesos y planta
RESPUESTA	Semanal	Diario

Figura 2.14: Estrategias Justo a Tiempo

Fuente: Propia

Con un sistema JIT, los materiales llegan al lugar adecuado únicamente cuando se los requiere y si llegan unidades que no se requieren se identifica una restricción o retraso; al eliminar el desperdicio y los retrasos el sistema JIT reduce los costos asociados con el inventario excesivo, reduce la variabilidad, elimina el desperdicio detectado y mejora el tiempo de producción. JIT es una estrategia clave para una reingeniería de sistemas de producción y resulta particularmente útil cuando se desea apoyar estrategias de respuesta rápida a bajo costo. Cada vez que se mantiene un inventario acumulado debería ocurrir una actividad que agrega valor, en consecuencia JIT genera una ventaja competitiva ante los ojos de los clientes.

2.5.1. INSTALACIONES JIT

La distribución de las instalaciones reduce un tipo de desperdicio llamado movimiento, el movimiento de material, partes o documentos en una fábrica no agrega valor a los productos, por lo tanto, se desea instalaciones flexibles que disminuyan los movimientos de personas y materiales.

La distribución JIT coloca los materiales directamente en el lugar donde se requiere, por ejemplo, el diseño de una línea de ensamble debe incluir puntos de entrega cercanos a la línea de producción para que el material no tenga que entregarse primero en el departamento de recepción o en otro lugar de la fábrica y después trasladarse al lugar donde si lo requieren. Esto no sólo es conveniente, sino que permite ahorrar espacio y liberar áreas ocupadas por materiales que no generan valor agregado. Cuando la distribución de las instalaciones reduce las distancias, las empresas suelen ahorrar mano de obra, espacio de trabajo y adquieren el beneficio adicional de eliminar áreas potenciales de acumulación de inventario no deseado (Heizer & Render, 2009, pág. 647).

2.5.1.1. INCREMENTO DE LA FLEXIBILIDAD

Las estaciones de trabajo actuales están diseñadas de manera que se puede cambiar su distribución con facilidad y adaptarlas a cambios por volumen, por mejoras del producto o incluso nuevos diseños, es por ello que los departamentos actuales no se encuentran compactados. El concepto de flexibilidad se aplica a los entornos de una fábrica donde los muebles y equipos, los centros de cómputo y las instalaciones eléctricas son móviles. Entonces con estos conceptos podemos decir que, la flexibilidad de las distribuciones favorece a la reingeniería de operaciones y

deriva en una mejora del producto y procesos, los cuales son inevitables si se aplica el método de mejoramiento JIT.

2.5.1.2. IMPACTO EN LOS EMPLEADOS

Para crear flexibilidad y eficiencia en las estaciones de trabajo, los operarios que trabajan juntos reciben capacitación colectiva o mixta, las instalaciones JIT permiten que los empleados trabajen juntos y hablen entre sí de problemas y oportunidades para mejorar el desempeño de sus actividades. Cuando la distribución física toma en cuenta las operaciones secuenciales, la retroalimentación es inmediata y cuando el sistema de producción produce unidades de una en una, las máquinas en las estaciones de trabajo detectan los defectos y se detienen automáticamente cuando éstos se presentan.

Las organizaciones tradicionales que no cuentan con sistemas JIT reemplazan los productos defectuosos con otros del inventario pero como en las instalaciones JIT no cuentan con inventarios acumulados entonces no existe este tipo de amortiguadores y por lo tanto es fundamental que las cosas se hagan bien desde la primera vez.

2.5.1.3. REDUCCIÓN DE ESPACIO E INVENTARIO

Las instalaciones JIT reducen las distancias de recorrido y por lo tanto disminuye el inventario acumulado, al eliminar el espacio destinado a este, entonces cuando hay poco espacio las existencias deben movilizarse en lotes muy pequeños o incluso por unidades y las unidades siempre deberán estar en movimiento porque no existe almacenes con inventarios.

2.5.2. INVENTARIO JIT

Las empresas que tienen como actividad principal la producción y distribución de productos cuentan con inventarios de reserva por si algo sale mal, que se usan únicamente en caso de que ocurra alguna variación en el plan de producción o en la línea de producción; entonces, el inventario adicional podrá cubrir las variaciones o los problemas que se presenten.

Los sistemas modernos de producción JIT requieren estrategias efectivas de inventario y no supuestos, puesto que, el inventario justo a tiempo es un inventario reducido y necesario para que un sistema funcione adecuadamente. Con un

inventario justo a tiempo la cantidad exacta de productos llega en el momento en que se necesita, ni un minuto antes ni uno después (Heizer & Render, 2009, pág. 648).

2.5.2.1. REDUCCIÓN DE LA VARIABILIDAD

Los sistemas de producción JIT eliminan o reduce el nivel de inventario que cubre u oculta la variabilidad y los problemas de los sistemas de producción, la variabilidad se refiere a aquellas actividades o recursos que retrasan o impiden que un sistema de producción se desarrolle correctamente, es decir con un flujo continuo y controlado de producción.

A continuación, se presenta un ejemplo claro y detallado de cómo influye la variabilidad dentro del sistema de producción de una empresa, ver Figura 2.15. En una represa o directamente en el mar, el agua representa el flujo de inventario y las rocas representan la variabilidad, como: demora en las entregas, fallas mecánicas o eléctricas de las máquinas o mal desempeño del personal. El nivel del agua no deja ver la variabilidad y los problemas, como el inventario oculta la variabilidad y los problemas entonces estos generan dificultad para encontrarlos y eliminarlos.

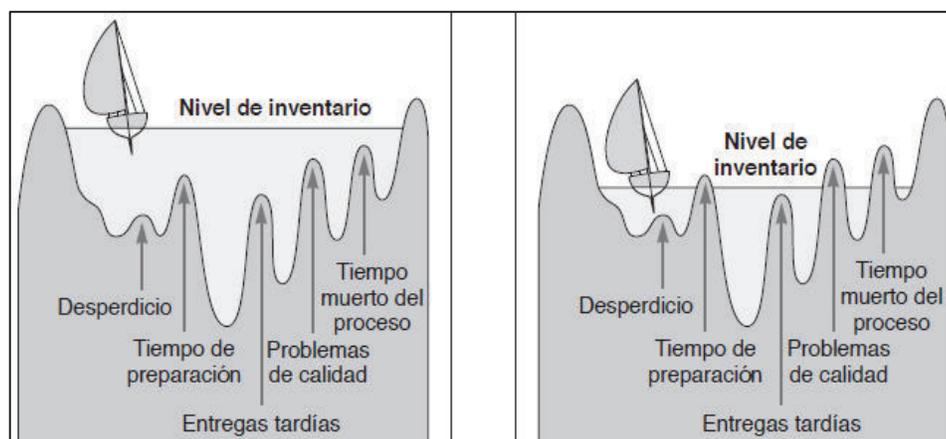


Figura 2.15: Reducción de la Variabilidad

Fuente: Heizer J; Render B. (2009). Principio de Administración de Operaciones. México: Pearson Education. Pág. 648.

2.5.2.2. REDUCCIÓN DEL INVENTARIO

Las organizaciones tradicionales cuando tratan de cambiar sus sistemas a sistemas de producción JIT, lo primero que realizan es reducir o eliminar el inventario de los

procesos y cuando reducen el inventario se muestra los problemas que retrasan dichos procesos, entonces, cuando las organizaciones reducen el inventario, van eliminando paulatinamente los problemas que quedan expuestos hasta que se reduce la variabilidad en la línea de producción; después de esa primera reducción realizan más recortes al inventario y comienzan a eliminar la variabilidad que quedan expuestos en el siguiente nivel y así sucesivamente hasta que al final no existan inventarios peor aún problemas por la variabilidad existente.

2.5.2.3. REDUCCIÓN DEL TAMAÑO DE LOTES

El sistema JIT también significa eliminar el desperdicio mediante la reducción de la inversión por mantenimiento de inventarios producto de trabajar por lotes de producción inadecuados, la clave del sistema JIT es fabricar productos de buena calidad en lotes de producción justo a tiempo, es por ello que, la reducción del tamaño de los lotes de producción se convierte en una alternativa eficiente para reducir las inversiones realizadas por la empresa.

Cuando el uso del inventario es constante entonces el inventario promedio llega a ser la suma del inventario máximo más el inventario mínimo dividido entre dos, ver Figura 2.16.

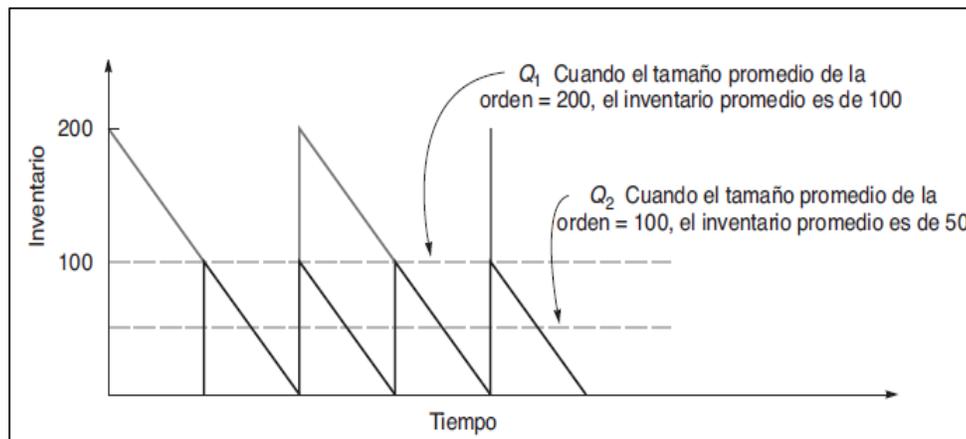


Figura 2.16: Inventario Promedio

Fuente: Heizer J; Render B. (2009). Principio de Administración de Operaciones. México: Pearson Education. Pág. 649.

Entonces, para determinar el tamaño de un lote de producción se toma en cuenta el análisis del proceso, el tiempo de transporte y los contenedores usados para

dicho transporte, con lo cual el resultado del análisis realizado suele ser un lote de producción pequeño pero de tamaño mayor a una unidad y una vez determinado el tamaño del lote se puede modificar las características económicas del lote de producción.

2.5.3. PROGRAMACIÓN JIT

La programación JIT toma como apoyo las actividades realizadas para comunicar las operaciones internas de las empresas con los proveedores externos y los clientes, una adecuada programación también mejora la capacidad y rapidez de las órdenes de los clientes, reduce el inventario al permitir producir lotes más pequeños y disminuye el inventario en proceso; por lo tanto, la programación JIT controlada ejecuta lotes pequeños y frecuentes en lugar de unos cuantos lotes grandes a mediano plazo.

El enfoque de las organizaciones actuales es fabricar y movilizar lotes justo a tiempo de manera que el programa nivelado sea económico y rentable, esto requiere de un buen manejo del sistema de producción JIT; el cual se centra en lotes justo a tiempo y a medida que los lotes son más reducidos, las restricciones pueden cambiar y convertirse en una problemática mayor y es aquí donde nace la interrogante de varios empresarios ¿Producir una o dos unidades es factible para la empresa?

La empresa y supervisores podrán darse cuenta que si programamos la producción basándonos a las fechas de entrega permitirá o no, que el funcionamiento del sistema de producción sea eficiente y logremos cumplir con el programa establecido, ya que los administradores de operaciones esperan que el programa se cumpla sin desviaciones (Heizer & Render, 2009, pág. 651).

2.5.4. CALIDAD JIT

La calidad de los productos y servicios tiene una relación bastante dependiente del sistema de producción JIT y está relacionada de tres maneras diferentes.

Primera relación, el sistema JIT disminuye el costo de conseguir buena calidad. Este ahorro se debe a que los costos por desperdicio, trabajo repetido, inversión en inventario, y daños están ocultos en el inventario. El sistema JIT obliga a reducir el inventario; por lo tanto, se producen menos unidades defectuosas y menos

unidades que requieren trabajo repetido. Entonces el inventario oculta la mala calidad y el JIT la expone de inmediato.

Segunda relación, el sistema JIT mejora la calidad. Como el JIT reduce las líneas de espera y el tiempo de entrega, elimina los errores encontrados y limita el número de fuentes de error potenciales. El sistema JIT crea avisos tempranos de problemas con la calidad, de modo que se producen menos unidades defectuosas y la retroalimentación es inmediata. Esta ventaja se puede tener tanto al interior de la empresa como en los suministros recibidos de proveedores.

Tercera relación, al mejorar la calidad se reducen los amortiguadores por lo tanto, el sistema JIT se convertirá en un sistema de fácil uso y mejores resultados. A menudo, el propósito de reducir inventarios es proteger a los productos contra una calidad inaceptable por el cliente. Si existe una calidad adecuada, entonces el JIT permitirá a las empresas reducir todos los costos provenientes de los inventarios acumulados (Heizer & Render, 2009, pág. 655).

2.6. VSM – MAPA DE FLUJO DE VALOR

La herramienta cualitativa que más se utiliza en los sistemas de producción esbeltos para eliminar el desperdicio es el VSM o mapa de flujo de valor. El desperdicio en varios procesos alcanza hasta un 70%, por lo cual, el mapa de flujo de valor es la herramienta más importante en la manufactura esbelta porque genera un diagrama donde se encuentran todos los procesos que intervienen en el flujo de materiales e información en la cadena de valor de un producto.

El mapa de flujo de valor puede ser: un diagrama de flujo del estado actual, un diagrama de flujo del estado futuro o simplemente un plan de implementación y mejoramiento, el mapa de flujo de valor abarca toda la cadena de valor de una empresa, desde que la empresa recibe las materias primas hasta que entrega el producto terminado al cliente.

El mapa de flujo de valor tiende a ser más amplio en su alcance y muestra mucha más información que un mapa de proceso o un diagrama de procesos utilizados en otros métodos de gestión, es por ello que, para trazar un mapa de flujo de valor se aconseja seguir las siguientes fases:

- a) Centrarse en un grupo específico de productos para el cual se trazará el mapa de flujo de valor.
- b) Dibujar un mapa del estado actual del sistema de producción: empezando desde el extremo del cliente, avanzando hacia arriba para trazar el mapa a mano y registrar los tiempos reales de los procesos en lugar de depender de información no obtenida por medio de la observación directa. La información para trazar los flujos de materiales e información se debe recopilar del taller de fabricación, incluyendo los datos relacionados con cada proceso: tiempo de ciclo (C/T), tiempo de preparación o cambio (C/O), tiempo útil (tiempo de máquinas disponible bajo demanda, expresado como un porcentaje), todas las partes (EPE=1), tamaño de los lotes de producción, número de personas requeridas para operar el proceso, número de variaciones del producto, tamaño del empaque (para trasladar el producto a la siguiente etapa), tiempo de trabajo (menos descansos) y tasa de desperdicio.
- c) Utilizar un conjunto de herramientas gráficas para representar el flujo de materiales, el flujo de información y la información general; que brinden un lenguaje común para describir en detalle cómo debe operar una instalación para crear un mejor flujo, ver Figura 2.17.

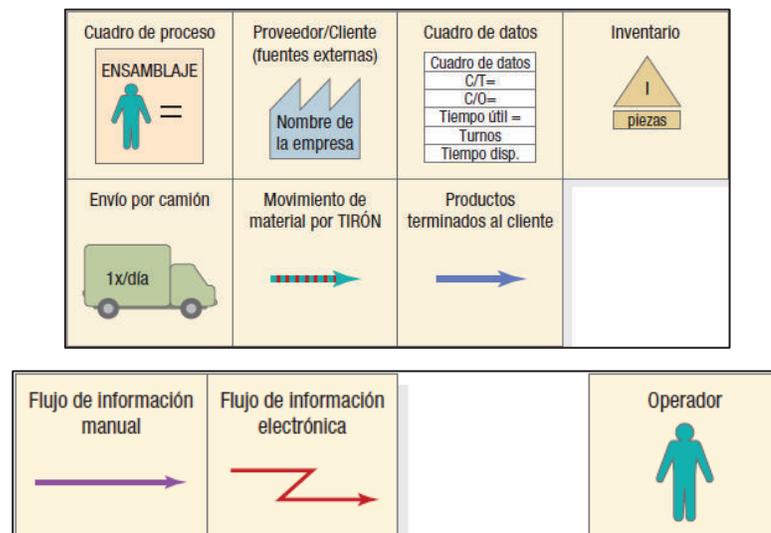


Figura 2.17: Símbolos del Mapa de Flujo de Valor

- d) Finalmente, la última fase es preparar y usar activamente el plan de implementación para lograr el estado futuro, en esta fase el mapa del estado futuro se convierte en guía principal para la reingeniería del sistema de producción de cualquier empresa y se va puliendo a medida que la implementación avanza.

Cuando el estado futuro se vuelve realidad, se traza un nuevo mapa del estado futuro denotando así el mejoramiento continuo en el nivel del flujo de valor, con el mapa de flujo de valor se generará un esfuerzo adicional para comprender mediante los mapas de los estados actual y futuro, cómo se modifican los procesos existentes para eliminar los cuellos de botella y otras actividades que generan desperdicio, donde la meta principal es convertir una tasa de producción de todo el proceso a una tasa de demanda deseada del cliente.

La ventaja de crear mapas de flujo de valor es la reducción de los tiempos de entrega e inventarios de trabajo en proceso, tasas inferiores de reelaboración y desperdicio y costos inferiores de mano de obra indirecta. A continuación presentamos una planificación de la producción de una empresa (Kline Steel), ver Figura 2.18, que se dedica a fabricar cojinetes con láminas de acero, como materia prima, para una compañía de productos de retenedores (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008, pág. 360).

Diariamente Kline Steel envía su producto terminado a un cliente llamado GNK Enterprises. La producción de Kline Steel consta de dos tipos de retenedores: grande (L) y pequeño (S), que se empacan para envío en bandejas retornables de 60 retenedores cada una.

El sistema de producción consiste en un proceso de prensado, otro de perforación y moldeado y uno de esmerilado y acabado, después de los cuales los dos tipos de retenedores se preparan para el envío. Las características de los procesos y la reserva de inventario frente a cada proceso se representan en el mapa del estado actual. Un trabajador ocupa cada estación. Aunque el tiempo total de procesamiento de cada retenedor es de sólo 1 minuto, se necesitan 16 días para el tiempo acumulado de entrega de la producción.

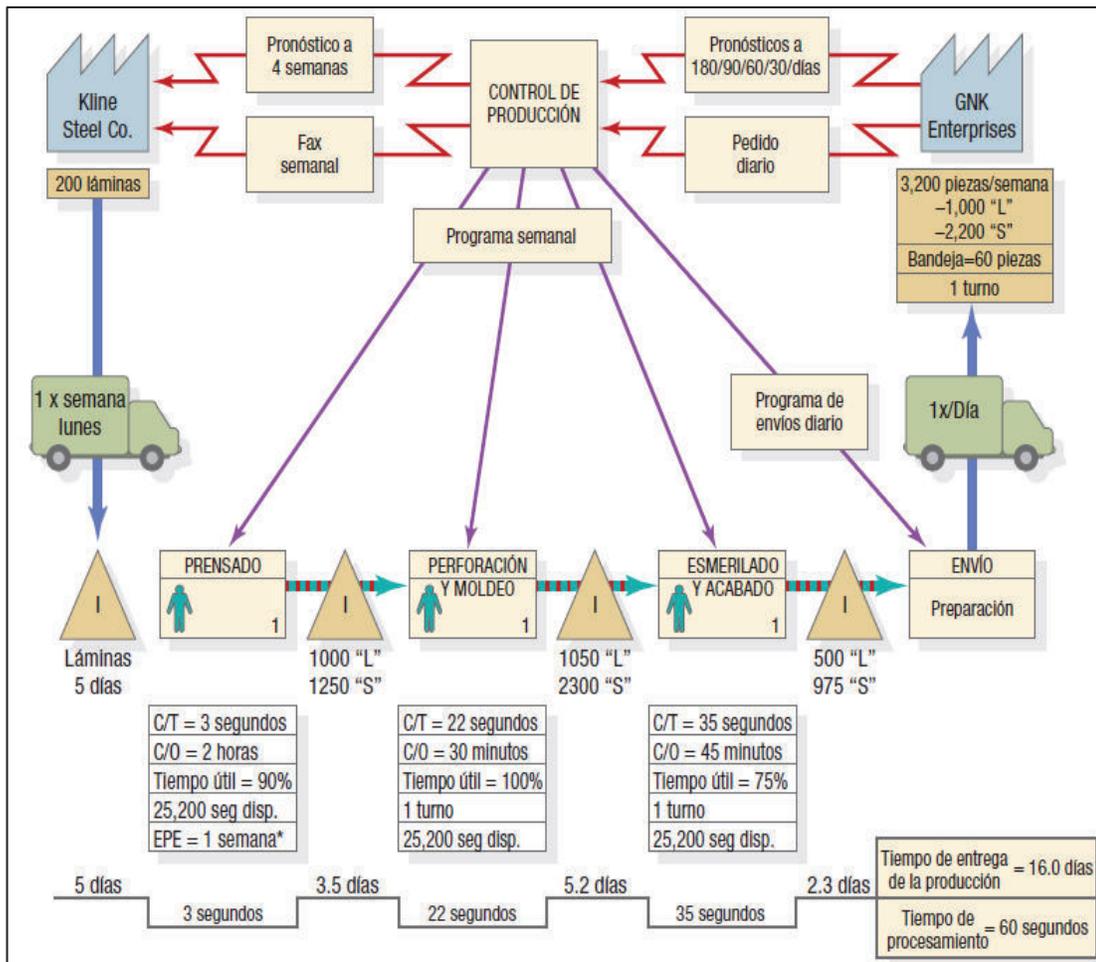


Figura 2.18: Mapa de Flujo de Valor

Fuente: Krajewski L; Ritzman L; Malhotra M. (2008). ADMINISTRACION DE OPERACIONES. México: PEARSON EDUCATION. Pág.: 361

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En el presente capítulo, se describe la estructura y organización de la empresa, se realiza un diagnóstico de la situación actual del sistema de producción y de los procesos de la empresa y posteriormente se genera el mapa de flujo de valor actual con todos los datos recopilados en cada una de las estaciones de trabajo de la empresa.

3.1. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

La estructura y organización de la empresa es una breve explicación de la naturaleza de la empresa, es decir lo que actualmente es la empresa y hacia donde esta direccionado el sistema de producción; para lo cual se detallan las actividades y recursos con los que cuenta la empresa.

3.1.1. ANTECEDENTES DE MADERAS MELGAR

En el año 1989 en la ciudad de Quito, inicia la trayectoria de Maderas Melgar donde el único contribuyente para la fabricación de los más finos muebles de hogar e inmobiliaria era el Sr. Luis Melgar Chapa, en ese entonces era un pequeño taller artesanal de carpintería dedicado a la manufactura de puertas, closets, modulares y muebles auxiliares hechos de madera que su vez ofrecía también servicios de reparación de cualquier tipo de mueble.

En el año 2000, Luis Melgar Ch. junto con su esposa la Sra. Gladys Poluche C. deciden realizar una ampliación de sus instalaciones trasladando su taller artesanal hacia el Norte de Quito, un predio arrendado, donde el espacio físico estaba acorde al crecimiento paulatino de la demanda de sus productos; generándose así una transformación de taller artesanal a taller industrial enfocado a un solo sector de mercado, la vanguardia semi-rustica.

En el año 2010, Maderas Melgar traslada nuevamente sus instalaciones a un sector industrializado, un predio propio, donde se cuenta actualmente con infraestructura de punta y una mejorada línea de producción; transformándose así en una PyME y expandiendo su mercado a las principales ciudades del Ecuador.

3.1.2. VISION DE LA EMPRESA

Ser la mejor empresa de diseño, fabricación y comercialización de muebles a nivel nacional y lograr espacios en mercados internacionales, distinguiéndonos por el cumplimiento de todos los estándares de calidad e innovación de nuestros productos comprometidos con el bienestar de nuestros clientes y trabajadores.

3.1.3. MISION DE LA EMPRESA

Nuestro enfoque empresarial se basa en el diseño contemporáneo y novedoso de muebles con altos estándares de calidad y garantía, gracias a un gran equipo de trabajo conjugado con la vanguardia de la tecnología y planificación de estrategias empresariales hemos logrado contribuir al desarrollo sustentable del país.

3.1.4. UBICACION GEOGRAFICA

MADERAS MELGAR, fábrica de muebles y decoración se encuentra ubicado en la provincia de Pichincha, en un sector industrial al norte de Quito, donde cuenta con dos galpones tanto de carpintería como de lacado y oficinas administrativas. La dirección es Barrio Bellavista Alta, Av. Bernardo de Legarda y 2da Transversal, Lote 23. En la siguiente figura, obtenida de la herramienta web Google Maps, ver Figura 3.1, se presenta un croquis de la ubicación exacta de la empresa.



Figura 3.1: Ubicación Geográfica de la Empresa

Fuente: GOOGLE MAPS. (Enero 2016). Recuperado de: <https://www.google.com.ec/maps/@-0.1208993,-78.5080225,19.17z?hl=es>

3.1.5. PRODUCTOS Y SERVICIOS

PRODUCTOS: Los productos que se elaboran en la fábrica Maderas Melgar son: salas, comedores, dormitorios, centros de entretenimiento, muebles auxiliares, muebles bajo pedido, entre otros productos de madera.

SERVICIOS: Entre los servicios más destacados que ofrece Maderas Melgar se encuentran los siguientes: servicio de relacado y servicio de retapizado.

3.1.6. MAQUINARIA Y EQUIPOS

La empresa cuenta con cierta variedad de maquinaria y equipos especializados en el procesamiento de tablonos de madera, tableros prefabricados y elementos de madera; a continuación se presentan dos listas donde se detallan las máquinas y equipos con los que cuenta la empresa actualmente.

3.1.6.1. MAQUINARIA

Son elementos netamente para industrias pequeñas dedicadas al procesamiento de madera, producción a baja escala, ver Tabla 3.1, que tienen como función transformar la materia prima en partes y piezas prefabricadas para el montaje manual o automático de productos (muebles).

Tabla 3.1: Maquinaria de la Empresa

CANT.	MAQUINARIA	Código (M)	Largo (cm)	Ancho (cm)
1	Canteadora	MC1	180	110
1	Cepilladora	MC2	110	120
1	Sierra de Disco Grande	MC3	140	180
1	Sierra de Cinta	MC4	110	70
1	Torno	MC5	140	120
1	Sierra de Disco Pequeño	MC6	100	90
1	Taladro Pedestal	MC7	70	60
1	Compresor 5HP	MCL1	100	90
1	Compresor 7HP	MCL2	100	90

Fuente: Propia

3.1.6.2. EQUIPOS

Los equipos con los que cuenta la empresa son de pequeña y mediana dimensión, es decir para la producción de pequeños lotes de producción, ver Tabla 3.2, la mayor parte de equipos son eléctricos debido a su facilidad de mantenimiento y operación y se los puede encontrar en el mercado fácilmente, si se los necesitara reemplazar por equipos nuevos.

Tabla 3.2: Equipos de la Empresa

CANT.	EQUIPO	Área	Código (E)	Dimensión
1	Clavadora Eléctrica 1	Carpintería	EC1	Mediana
1	Clavadora Eléctrica 2	Carpintería	EC2	Pequeña
1	Tupi 1	Carpintería	EC3	Mediana
1	Tupi 2	Carpintería	EC4	Pequeña
1	Galleteadora	Carpintería	EC5	Pequeña
1	Inglateadora 1	Carpintería	EC6	Mediana
1	Inglateadora 2	Carpintería	EC7	Pequeña
4	Taladro Eléctrico	Carpintería	EC8	Pequeña
4	Lijadora Eléctrica	Lacado	EL1	Pequeña
3	Pistola Neumática	Lacado	EL2	Pequeña
1	Taladro Eléctrico	Lacado	EL3	Pequeña

Fuente: Propia

3.1.7. DIAGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO

Cuando un sistema de producción es modelado mediante el uso de un diagrama de flujo de procesos puede apreciarse con facilidad las relaciones existentes entre

las actividades y operaciones productivas, analizar cada actividad independientemente, definir los puntos de contacto entre procesos e identificar los subprocesos implícitos. Las actividades presentes en la línea de producción de Maderas Melgar son, ver Anexo A:

Inicio

Ingresar la orden de producción - Diseño y prototipaje de fabricación - Cálculo de materia prima - Cálculo de tiempos de operación - Verificación de existencia de materia prima en bodega1 - Orden de compra de materia prima - Ingreso de materia prima a bodega 1 - Despacho de materia prima de bodega 1 - Producción del lote en carpintería - 1ra Inspección y control de calidad - Producción del lote en lacado - 2da Inspección y control de calidad - Despacho de productos terminados a bodega.

Fin

3.2. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

En el diagnóstico de la empresa, se seleccionará el producto que mayor demanda presente para la empresa y el que abarque la mayor cantidad de procesos en la fábrica; el producto que sea seleccionado será analizado en su totalidad para obtener los datos necesarios que serán el inicio para realizar una gestión Lean Manufacturing en la empresa.

3.2.1. MARGEN DE PRODUCCIÓN ANUAL

La fábrica de muebles y decoración Maderas Melgar posee una amplia gama de productos hechos de madera, los cuales han sido clasificados según el margen de producción o lotes de fabricación anual, ver Tabla 3.3; es decir tomamos en cuenta únicamente los productos con mayor demanda en los últimos dos años.

Los productos con mayor demanda en el mercado y que aportan significativamente a la utilidad neta de la empresa fueron seleccionados por la dirección de la empresa, donde se manejan documentos de control de entradas y salidas de productos, así como historiales de compras y ventas de la empresa. Para lo cual se toma en cuenta la demanda del año 2014 y 2015 para tener mayor criterio en la selección de los productos que posteriormente analizaremos.

Tabla 3.3: Lotes de Producción Anual

JERARQUÍA	PRODUCTO	DEMANDA (unidades)	
		2014	2015
1	Velador Imperial	240	192
2	Silla Avelina	216	144
3	Silla Fiorella	168	108
4	Silla Secreter	144	96
5	Bar Miguel	120	96
6	Vestidor Imperial	108	72
7	Cama Queen Imperial	96	60
8	Mesa 80	96	72
9	Semanero Imperial	72	60
10	Butaca Samira	72	48
11	Cama Twin Fiorella	60	36
12	Escritorio Fiorella	48	36
13	Mesa Ovalada 8	40	32
14	Mesa Avelina	48	24
15	Velador Fiorella	48	24

Fuente: Propia

3.2.2. DISTRIBUCION DE PRODUCTOS: POR FAMILIA O CLASE

La agrupación de productos se la puede realizar de diferentes maneras: por semejanza de procesos, por número de procesos realizados, por lotes requeridos, por dirección de la línea de producción, etc. Para lo cual se genera una matriz en la cual se colocan las directrices que gobiernan el sistema de producción, ver Tabla 3.4.

En el caso de Maderas Melgar, las directrices que se ocuparan son: Número de procesos realizados en cada producto: mínimo coincidencias elegido para productos y Número de procesos semejantes entre productos: mínimo número de procesos coincidentes dentro de la familia. Y por otro lado, las directrices que gobiernan la matriz son: descripción de procesos y descripción de productos.

Tabla 3.4: Matriz de Distribución de Productos

DESCRIPCIONES ↓ PROCESOS ↓	INTRODUCIR UN 1 EN LAS CASILLAS EN LAS QUE EL PRODUCTO PRECISA EL PROCESO CORRESPONDIENTE:																			
	Velador Imperial	Silla Avelina	Silla Florella	Silla Seceter	Bar Miguel	Vestidor Imperial	Cama Queen Im	Mesa 80	Semanero Imper	Balaca Samira	Cama Twin Flor	Escritorio Florell	Mesa Ovalada 8	Mesa Avelina	Velador Florella					
N° Producto >>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
Cambiado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1						
Cepillado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1						
Trazado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
Cortado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
Ranurado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1					
Espigado		1	1	1			1			1			1	1						
Moldurado	1				1	1	1	1	1		1		1	1						
Enchapado				1	1						1	1		1	1					
Colado y Prensado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
Armado de Conjuntos	1				1	1			1			1			1					
Masillado 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
Lijado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
Fondeado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
Sellado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
Masillado 2	1		1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1					
Lijado 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
Tinturado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
Lacado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
Colocar Herrajes	1				1	1	1		1		1	1			1					
Embalaje	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					

Fuente: PROFIT Editorial. (2016). Software Editorial. Recuperado de: <http://www.profiteditorial.com/libros-de-empresa-y-negocios/operaciones-produccion-y-calidad/dise%C3%B1o-avanzado-de-procesos-y-plantas->

3.2.2.1. FAMILIA DE PRODUCTOS 1

En la familia de productos 1 tenemos cuatro productos que poseen similares características y representan los productos con mayor número de procesos para su producción, ver Tabla 3.5.

Numero de procesos realizados en cada producto: mínimo coincidencias elegido para productos: 18

Numero de procesos semejantes entre productos: mínimo número de procesos coincidentes dentro de la familia: 18

Tabla 3.5: Familia de Productos 1

Introducir mínimo coincidencias elegido para productos: 18		Introducir mínimo número de procesos coincidentes dentro de la familia: 18	
<i>(Máximo de coincidencias posible = 18)</i>		<i>(Máximo de coincidencias posible = 18)</i>	
Productos >>	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20		
Máximo numero coincidencias >>	18 15 16 17 18 18 17 16 18 16 14 15 15 17 16		
¿Se ajusta a número coincidencias elegido? (C) >>	C C C C		
PRODUCTOS SELECCIONADOS : 1 5 6 9			
PRODUCTOS SELECCIONADOS Y SUS PROCESOS:			
Productos >>	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20		
Procesos:	P1 1 1 1		
	P2 1 1 1		
	P3 1 1 1		
	P4 1 1 1		
	P5 1 1 1		
	P6		
	P7 1 1 1		
	P8 1		
	P9 1 1 1		
	P10 1 1 1		
	P11 1 1 1		
	P12 1 1 1		
	P13 1 1 1		
	P14 1 1 1		
	P15 1 1 1		
	P16 1 1 1		
	P17 1 1 1		
	P18 1 1 1		
	P19 1 1 1		
	P20 1 1 1		

Fuente: PROFIT Editorial. (2016). Software Editorial. Recuperado de: <http://www.profiteditorial.com/libros-de-empresa-y-negocios/operaciones-produccion-y-calidad/dise%C3%B1o-avanzado-de-procesos-y-plantas>

Los productos seleccionados son: Velador Imperial, Bar Miguel, Vestidor Imperial y Semanero Imperial como podemos observar se presentan varios productos que pertenecen al grupo de productos Imperial a excepción del Bar Miguel, ver Tabla 3.6.

Tabla 3.6: Selección de Familia 1

JERARQUÍA	PRODUCTO	DEMANDA (unidades)	
		2014	2015
1	Velador Imperial	240	192
5	Bar Miguel	120	96
6	Vestidor Imperial	108	72
9	Semanero Imperial	72	60

Fuente: Propia

3.2.2.2. FAMILIA DE PRODUCTOS 2

Numero de procesos realizados en cada producto: mínimo coincidencias elegido para productos: 16

Numero de procesos semejantes entre productos: mínimo número de procesos coincidentes dentro de la familia: 16

Tabla 3.7: Familia de Productos 2

Introducir mínimo coincidencias elegido para productos: 16		Introducir mínimo número de procesos coincidentes dentro de la familia: 16	
(Máximo de coincidencias posible =17)		(Máximo de coincidencias posible =17)	
Productos >>	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20		
Máximo nº coincidencias (FA: Ya incluido en familia anterior)>>	FA 15 16 17 FA FA 17 16 FA 16 14 15 15 17 16		
¿Se ajusta a número coincidencias elegido? (C) >>	C C C C C C C C C C C C C C C C C C C C		
PRODUCTOS SELECCIONADOS: 3 4 7 8 10 14			
PRODUCTOS SELECCIONADOS Y SUS PROCESOS:			
Productos >>	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20		
Procesos:	P1	1 1	1 1 1 1
	P2	1 1	1 1 1 1
	P3	1 1	1 1 1 1
	P4	1 1	1 1 1 1
	P5	1 1	1 1 1 1
	P6	1 1	1 1 1 1
	P7		1 1 1
	P8	1	1
	P9	1 1	1 1 1 1
	P10		
	P11	1 1	1 1 1 1
	P12	1 1	1 1 1 1
	P13	1 1	1 1 1 1
	P14	1 1	1 1 1 1
	P15	1 1	1 1 1 1
	P16	1 1	1 1 1 1
	P17	1 1	1 1 1 1
	P18	1 1	1 1 1 1
	P19		1
	P20	1 1	1 1 1 1

Fuente: PROFIT Editorial. (2016). Software Editorial. Recuperado de: <http://www.profiteditorial.com/libros-de-empresa-y-negocios/operaciones-produccion-y-calidad/dise%C3%B1o-avanzado-de-procesos-y-plantas->

Los productos seleccionados son: Silla Fiorella, Silla Secreter, Cama Queen Imperial, Mesa 80, Butaca Samira, Mesa Avelina, ver Tabla 3.8.

Tabla 3.8: Selección de Familia 2

JERARQUÍA	PRODUCTO	DEMANDA (unidades)	
		2014	2015
3	Silla Fiorella	168	108
4	Silla Secreter	144	96
7	Cama Queen Imperial	96	60
8	Mesa 80	96	72
10	Butaca Samira	72	48
14	Mesa Avelina	48	24

Fuente: Propia

3.2.2.3. FAMILIA DE PRODUCTOS 3

Numero de procesos realizados en cada producto: mínimo coincidencias elegido para productos: 15

Numero de procesos semejantes entre productos: mínimo número de procesos coincidentes dentro de la familia: 15

Tabla 3.9: Familia de Productos 3

Introducir mínimo coincidencias elegido para productos: 15 (Máximo de coincidencias posible = 16)		Introducir mínimo número de procesos coincidentes dentro de la familia: 15 (Máximo de coincidencias posible = 15)																			
Productos >>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Máximo nº coincidencias (FA: Ya incluido en familia anterior)>>	FA	15	FA	14	15	15	FA	16													
¿Se ajusta a número coincidencias elegido? (C) >>	C											C	C		C						
PRODUCTOS SELECCIONADOS: 12 15																					
PRODUCTOS SELECCIONADOS Y SUS PROCESOS:																					
Productos >>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Procesos: P1																					
P2																					
P3												1			1						
P4												1			1						
P5												1			1						
P6																					
P7																					
P8												1			1						
P9												1			1						
P10												1			1						
P11												1			1						
P12												1			1						
P13												1			1						
P14												1			1						
P15												1			1						
P16												1			1						
P17												1			1						
P18												1			1						
P19												1			1						
P20												1			1						

Fuente: PROFIT Editorial. (2016). Software Editorial. Recuperado de: <http://www.profiteditorial.com/libros-de-empresa-y-negocios/operaciones-produccion-y-calidad/dise%C3%B1o-avanzado-de-procesos-y-plantas->

Los productos seleccionados son: Escritorio Fiorella y Velador Fiorella, ver Tabla 3.10.

Tabla 3.10: Selección de Familia 3

JERARQUÍA	PRODUCTO	DEMANDA (unidades)	
		2014	2015
12	Escritorio Fiorella	48	36
15	Velador Fiorella	48	24

Fuente: Propia

3.2.2.4. FAMILIA DE PRODUCTOS 4

Numero de procesos realizados en cada producto: mínimo coincidencias elegido para productos: 14

Numero de procesos semejantes entre productos: mínimo número de procesos coincidentes dentro de la familia: 11

Tabla 3.11: Familia de Productos 4

Introducir mínimo coincidencias elegido para productos: 14		Introducir mínimo número de procesos coincidentes dentro de la familia: 11	
<i>(Máximo de coincidencias posible = 15)</i>		<i>(Máximo de coincidencias posible = 13)</i>	
Productos >>	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20		
Máximo nº coincidencias (FA: Ya incluido en familia anterior)>>	FA 15 FA 14 FA 15 FA FA		
¿Se ajusta a número coincidencias elegido? (C) >>	C C		
PRODUCTOS SELECCIONADOS: 2 11 13			
PRODUCTOS SELECCIONADOS Y SUS PROCESOS:			
Productos >>	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20		
Procesos:	P1 1		
	P2 1		
	P3 1		1 1
	P4 1		1 1
	P5 1		1
	P6 1		1
	P7		1 1
	P8		1
	P9 1		1 1
	P10		
	P11 1		1 1
	P12 1		1 1
	P13 1		1 1
	P14 1		1 1
	P15		1
	P16 1		1 1
	P17 1		1 1
	P18 1		1 1
	P19		1
	P20 1		1 1

Fuente: PROFIT Editorial. (2016). Software Editorial. Recuperado de: <http://www.profiteditorial.com/libros-de-empresa-y-negocios/operaciones-produccion-y-calidad/dise%C3%B1o-avanzado-de-procesos-y-plantas>

Los productos seleccionados son: Silla Avelina, Cama Twin Fiorella y Mesa Ovalada 8.

Tabla 3.12: Selección de Familia 4

JERARQUÍA	PRODUCTO	DEMANDA (unidades)	
		2014	2015
2	Silla Avelina	216	144
11	Cama Twin Fiorella	60	36
13	Mesa Ovalada 8	40	32

Fuente: Propia

3.2.3. CRITERIO PARA LA SELECCIÓN DE PRODUCTO O FAMILIA

Para seleccionar el producto o familia adecuada, que será la fuente que genere toda la información para realizar la reingeniería de operaciones en la empresa, escogemos dos criterios estratégicos para la selección; estos criterios surgen de la información más relevante que posee la empresa y su dirección.

El primer criterio de selección son los volúmenes de producción obtenidos del año 2015 y el segundo criterio son los volúmenes de ventas del año 2015, esta información es otorgada por el departamento de comercialización de la empresa, la cual ha manejado esta información con mayor exactitud que el departamento de producción.

3.2.3.1. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN

Para el análisis del volumen de producción de las unidades fabricadas en Maderas Melgar, se toma en cuenta las unidades producidas en el año 2015 ya que presenta una distribución semejante en años anteriores, ver Tabla 3.13, de donde se genera una tabla, en la cual se distribuye los productos por familia debido a que el análisis se lo realizará por familia y no por unidad; de tal modo que se puede apreciar, con mayor precisión, la magnitud que ocupa cada una de las familias dentro del sistema de producción de Maderas Melgar.

Tabla 3.13: Volumen de Producción

N°	PRODUCTO	Volumen Producción 2015 (unidades)	Porcentaje
FAMILIA 1			
1	Velador Imperial	192	17%
5	Bar Miguel	96	9%
6	Vestidor Imperial	72	7%
9	Semanero Imperial	60	5%
Subtotal 1		420	38%
FAMILIA 2			
3	Silla Fiorella	108	10%
4	Silla Secreter	96	9%
7	Cama Queen Imperial	60	5%
8	Mesa 80	72	7%
10	Butaca Samira	48	4%
14	Mesa Avelina	24	2%
Subtotal 2		408	37%
FAMILIA 3			
12	Escritorio Fiorella	36	3%
15	Velador Fiorella	24	2%
Subtotal 3		60	5%
FAMILIA 4			
2	Silla Avelina	144	13%
11	Cama Twin Fiorella	36	3%
13	Mesa Ovalada 8	32	3%
Subtotal 4		212	19%
TOTAL PRODUCCION		1100	100%

Fuente: Propia

Con los resultados obtenidos en la Tabla 3.13, se procederá a graficar los resultados del análisis por familia, ver Gráfico 3.1, con el fin de obtener una mejor interpretación de la participación de cada una de las familias entorno al número de unidades producidas y el porcentaje de participación de cada familia dentro del sistema de producción.

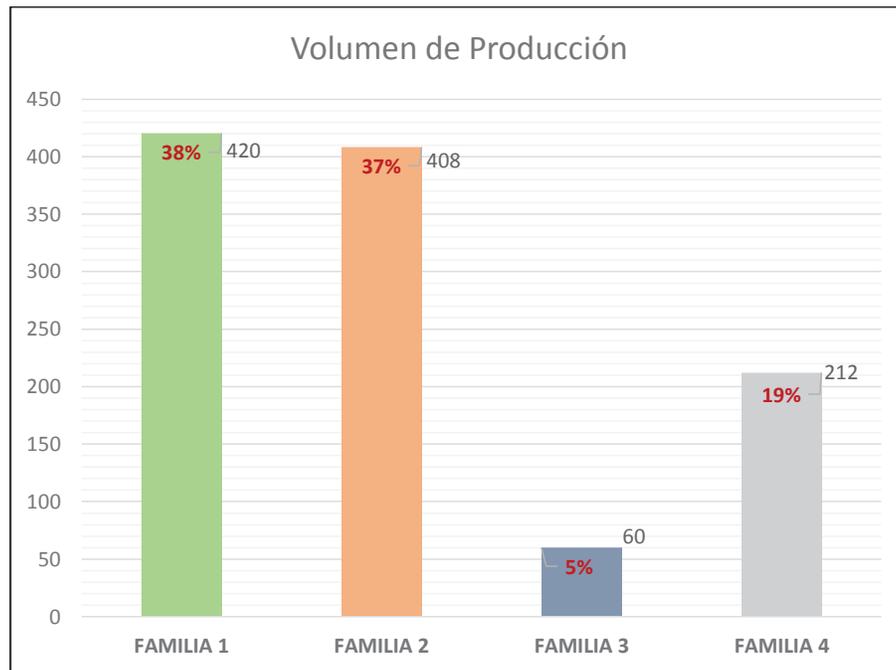


Gráfico 3.1: Volumen de Producción de la Empresa

Fuente: Propia

Los resultados del análisis efectuado a la producción de Maderas Melgar, nos presenta que la Familia 1 y la Familia 2 son las familias que mayor participación tienen en la producción de Maderas Melgar. Entonces, se requiere un análisis adicional para la toma de decisiones con el objetivo de analizar una sola familia de productos; para ello se realizará un análisis del volumen de ventas del periodo 2015 y con ello tener un criterio adicional para la selección del segmento de producción a mejorar.

3.2.3.2. VOLUMEN DE VENTAS

Para el análisis de ventas de los productos comercializados en Maderas Melgar se toma en cuenta las unidades producidas y comercializadas en el año 2015 ya que presenta una distribución semejante a los años anteriores, ver Tabla 3.14, donde se realiza una tabla en la cual se distribuyen los productos por familia, como se realizó con el volumen de producción anteriormente, para continuar con el mismo criterio de análisis de productos. De este modo, se apreciará la magnitud que ocupa cada familia en el sistema de producción y distribución de Maderas Melgar.

Tabla 3.14: Volumen de Ventas

N°	PRODUCTO	Unidades	Valor Unitario (USD)	Total Ventas (USD)	Porcentaje
FAMILIA 1					
1	Velador Imperial	192	190,00	36.480,00	14%
5	Bar Miguel	96	350,00	33.600,00	13%
6	Vestidor Imperial	72	280,00	20.160,00	8%
9	Semanero Imperial	60	370,00	22.200,00	9%
Subtotal 1		420	1.190,00	112.440,00	44%
FAMILIA 2					
3	Silla Fiorella	108	130,00	14.040,00	5%
4	Silla Secreter	96	80,00	7.680,00	3%
7	Cama Queen Imperial	60	750,00	45.000,00	18%
8	Mesa 80	72	130,00	9.360,00	4%
10	Butaca Samira	48	200,00	9.600,00	4%
14	Mesa Avelina	24	320,00	7.680,00	3%
Subtotal 2		408	1.610,00	93.360,00	36%
FAMILIA 3					
12	Escritorio Fiorella	36	290,00	10.440,00	4%
15	Velador Fiorella	24	120,00	2.880,00	1%
Subtotal 3		60	410,00	13.320,00	5%
FAMILIA 4					
2	Silla Avelina	144	125,00	18.000,00	7%
11	Cama Twin Fiorella	36	410,00	14.760,00	6%
13	Mesa Ovalada 8	32	130,00	4.160,00	2%
Subtotal 4		212	665,00	36.920,00	14%
TOTAL VENTAS		1100	3.875,00	256.040,00	100%

Fuente: Propia

Con los resultados obtenidos en la Tabla 3.14, se procede a graficar los resultados del análisis de ventas por familia, ver Gráfico 3.2, con el fin de obtener una mejor interpretación de la participación de cada una de las familias entorno al número de unidades comercializadas y el porcentaje de participación de cada familia dentro

del sistema de comercialización o ventas, con lo cual definiremos el producto tanto con el criterio de producción así como con el criterio de ventas.

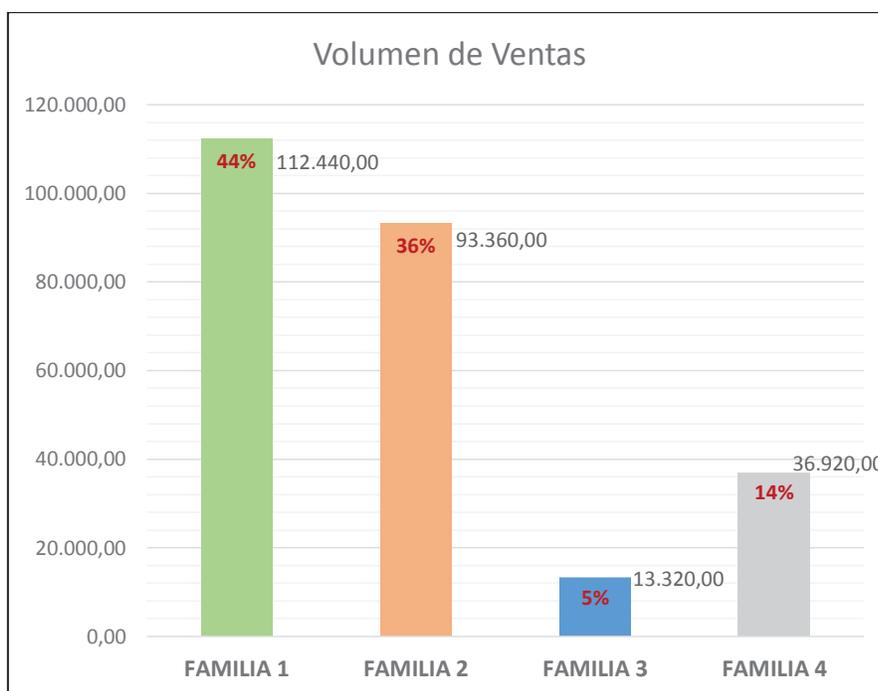


Gráfico 3.2: Volumen de Ventas de la Empresa

Fuente: Propia

Los resultados del análisis efectuado al sistema de comercialización de Maderas Melgar nos presentan que, la Familia 1 de productos vendidos es la familia que mayor participación tiene en los flujos económicos manejados en el departamento de comercialización de Maderas Melgar.

3.2.3.3. SELECCIÓN DEL PRODUCTO

Una vez realizado el análisis de producción y el análisis de ventas se obtiene un esquema favorable a la Familia 1 de productos, es decir que la Familia 1 es el segmento o lote de producción con el cual ejecutaremos la reingeniería de operaciones, con el fin de cumplir los objetivos propuestos inicialmente en este proyecto.

Finalmente, la propuesta para una reingeniería en el sistema de producción de Maderas Melgar tendrá como análisis principal al producto que presente mayores ingresos económicos y mayores volúmenes de producción en la fábrica Maderas Melgar, ver Tabla 3.15.

Tabla 3.15: Selección del Producto Modelo

Código	PRODUCTO	Volumen Producción (Unidades)	Volumen Ventas (USD)	Porcentaje Producción	Porcentaje Ventas
FAMILIA 1					
VI01	Velador Imperial	192	36.480,00	45,71%	32,44%
BM01	Bar Miguel	96	33.600,00	22,86%	29,88%
VI02	Vestidor Imperial	72	20.160,00	17,14%	17,93%
SI01	Semanero Imperial	60	22.200,00	14,29%	19,74%
Total		420	112.440,00	100,00%	100,00%

Fuente: Propia

El producto que presenta mayor participación en la empresa de muebles Maderas Melgar, tanto en el ámbito económico como en el productivo, es el modelo Velador Imperial que de ahora en adelante lo denominaremos con el código de producción de la empresa: VI01.

3.2.3.4. ESQUEMA DEL PRODUCTO SELECCIONADO

El esquema del producto Velador Imperial (VI01) muestra los elementos que convergen entre sí para formar un armazón (Conjunto. Código C) y cuatro piezas (Subconjuntos. Código S) que forman la estructura del VI01. A continuación se muestra el plano esquemático del Velador Imperial, ver Figura 3.2, así como el plano explosivo del conjunto y subconjuntos, ver Figura 3.3.



Figura 3.2: Plano Esquemático del Velador Imperial

Fuente: Propia

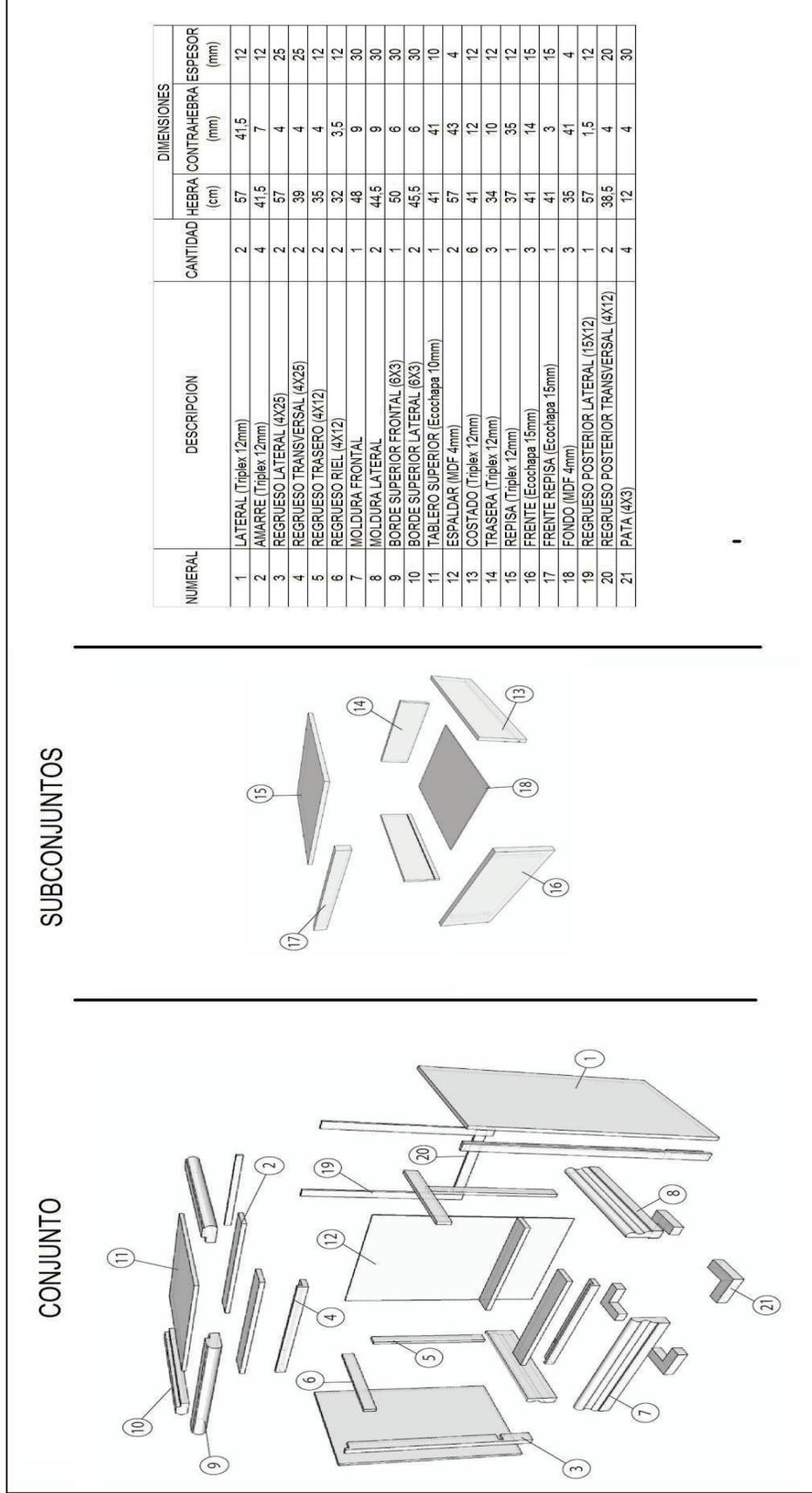


Figura 3.3: Plano Explosivo del Velador Imperial

Fuente: Propia

A continuación se iniciará con el estudio técnico del producto Velador Imperial y posteriormente con la reingeniería del sistema de producción de la empresa basándonos en los procesos de producción del producto en cuestión.

3.2.4. ESTUDIO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

El estudio de procesos describe las diferentes actividades que se relacionan a un proceso en particular, en nuestro caso, analizaremos los procesos que intervienen en la obtención del producto Velador Imperial (VI01) perteneciente a la Familia 1; para lo cual tenemos que identificar los pasos que agregan valor (trabajo) y los que no agregan valor (desperdicio) al producto VI01.

Es preciso recordar que la clave de la reingeniería del sistema de producción es eliminar o reducir al mínimo los desperdicios del proceso, sin embargo, antes de poderlos eliminar o reducir al mínimo es preciso identificar todos los desperdicios presentes en el sistema de producción de la empresa. En resumen, el estudio de los procesos productivos permite identificar el desperdicio del proceso y al mismo tiempo permite identificar las actividades que agregan valor y las que no agregan valor.

3.2.4.1. DIAGRAMAS DE FLUJO DE LOS PROCESOS

La herramienta fundamental para realizar un estudio de los procesos productivos de una empresa es el diagrama de flujo, el cual ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en dicho proceso mostrando la relación operacional entre las actividades, facilitando una rápida comprensión de cada actividad y sus relaciones con las demás actividades.

El flujo de materiales, el flujo de la información, las ramas en el proceso, la existencia de bucles repetitivos, el número de pasos del proceso, las operaciones interdepartamentales, también son fundamentales para la creación del mapa de flujo de valor actual y futuro. Actualmente el sistema de producción de Maderas Melgar posee siete procesos productivos, ver Anexo B, los cuales se presentan a continuación:

Proceso de Maquinado

Proceso de Trazado y Corte

Proceso de Preparación de Partes y Piezas

Proceso de Montaje y Desmontaje

Proceso de Lacado

Proceso de Montaje Final

Proceso de Control y Despacho

3.2.5. ESTACIONES DE TRABAJO DE LA FÁBRICA

Las estaciones de trabajo son las áreas donde se realizan los procesos de fabricación de los productos, es decir son los espacios donde se encuentran los operarios y las maquinas o equipo. Para representar las estaciones de trabajo utilizaremos un layout de las estaciones de trabajo, ver Anexo C, donde se puede apreciar la distribución interna del sistema de producción de la empresa así como el detalle de las máquinas y equipos presentes en cada una de las estaciones.

3.2.6. ESTUDIO DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO PRODUCTIVO

El estudio de la cadena de abastecimiento de los diferentes procesos de la línea de producción de una empresa está orientado a aportar una visión de su situación actual y de los cambios que debe realizarse para mejorar los costos de producción, el nivel de servicio y competitividad y la calidad en los productos.

3.2.6.1. CADENA DE ABASTECIMIENTO PRODUCTIVO

La cadena de abastecimiento o suministro representa los elementos dentro de la fábrica que se van a mover, ya sea materiales, hombre, equipos y documentos, produciendo un producto o un servicio.

El término cadena de abastecimiento productivo se refiere a describir a una secuencia de movimiento de las partes y piezas, una cadena de abastecimiento efectivo significa que los recursos de la empresa se mueven progresivamente a través del proceso y siempre avanzando, sin desvíos o retiros hasta la finalización de la producción. En el presente estudio, el flujo de abastecimiento productivo se realizará para un lote de producción mensual del modelo Velador Imperial (VI01) con un tamaño de lote de 16 productos VI01, ver Tabla 3.16.

Tabla 3.16: Flujo de Abastecimiento o Suministros

ABASTECIMIENTO PRODUCTIVO: VELADOR IMPERIAL			
LOTE DE PRODUCCION: MENSUAL			
Tamaño del Lote: 16 VELADOR IMPERIAL (VI01)			
PROCESO	MATERIAL	CANTIDAD	SUMINISTRO
MAQUINADO	Tablón (e20mm)	10 unid.	10 Tablón Preparado
	Preservante de madera	2 litros	10 Tablón Preparado
TRAZADO Y CORTE	Tablón Preparado	10 unid.	48 Borde Superior / 64 Pata
	Tableros Triplex (e12mm)	6 unid.	32 Lateral / 64 Amarre / 96 Costado 48 Trasera / 16 Repisa
	Tablero Ecochapa (e15mm)	1 unid.	48 Frente / 16 Frente Repisa
	Tablero Ecochapa (e10mm)	1 unid.	16 Tablero Superior
	Tablero Triplex (e4mm)	2 unid.	48 Fondo Cajón / 16 Espaldar
	Base Moldurada (220cm)	12 unid.	48 Base
PREPARACION DE PARTES Y PIEZAS	Borde Superior	48 unid.	48 Borde Superior Moldurado/Prelijado
	Pata	64 unid.	64 Pata Moldurada/Prelijado
	Lateral	32 unid.	32 Lateral Ranurado/Prelijado
	Amarre	64 unid.	64 Amarre Ranurado/Prelijado
	Costado	96 unid.	96 Costado Moldurado/Ranurado/Acoplado/ Prelijado
	Trasera	48 unid.	48 Trasera Moldurada/Prelijado
	Repisa	16 unid.	16 Repisa Ranurada/Prelijado
	Frente	48 unid.	48 Frente Moldurado/Acoplado/Prelijado
	Frente Repisa	16 unid.	16 Frente Repisa Moldurado/Ranurado/Prelijado
	Tablero Superior	16 unid.	16 Tablero Superior Prelijado
	Fondo Cajón	48 unid.	48 Fondo Cajón Prelijado
	Espaldar	16 unid.	16 Espaldar Prelijado
	Base	48 unid.	48 Base Prelijada
	MONTAJE Y DESMONTAJE	Borde Superior Moldurado/Prelijado	48 unid.
Pata Moldurada/Prelijado		64 unid.	
Lateral Ranurado/Prelijado		32 unid.	
Amarre Ranurado/Prelijado		64 unid.	
Tablero Superior Prelijado		16 unid.	
Espaldar Prelijado		16 unid.	
Base Prelijada		48 unid.	
Galletas (10mm)		128 unid.	48 Cajón VI01
Costado Moldurado/Ranurado/ Acoplado/ Prelijado		96 unid.	
Trasera Moldurada/Prelijado		48 unid.	
Frente Moldurado/Acoplado/ Prelijado		48 unid.	
Fondo Cajón Prelijado		48 unid.	16 Repisa VI01
Riel Z (40cm)		48 unid.	
Repisa Ranurada/Prelijado		16 unid.	
Frente Repisa Moldurado/Ranurado/ Prelijado		16 unid.	
Riel Extensión (35cm)		16 unid.	
Tarugo (1/4")		1 unid.	

LACADO	Armazón VI01	16 unid.	16 Armazón VI01 Lacado
	Cajón VI01	48 unid.	48 Cajón VI01 Lacado
	Repisa VI01	16 unid.	16 Repisa VI01 Lacada
MONTAJE FINAL	Armazón VI01 Lacado	16 unid.	16 Producto: VI01
	Cajón VI01 Lacado	48 unid.	
	Repisa VI01 Lacada	16 unid.	
	Tiradera VI01	64 unid.	
CONTROL Y DESPACHO	Producto VI01	16 unid.	16 VI01 Terminado
	Suministros Embalaje	N/A	

Fuente: Propia

3.2.7. ESTUDIO DE LOS INVENTARIOS LEAN

El estudio de los inventarios en diferentes procesos de la línea de producción de una empresa, ver Tabla 3.17, aplicando herramientas LEAN, está orientado a aportar una visión de la situación actual de los productos en espera y así generar un mapa de flujo de valor actual eficiente.

Con la información del tamaño y cantidad de los inventarios en cada proceso se podrá gestionar mejoras en los costos de producción, nivel de servicio y competitividad y calidad en los productos terminados.

Tabla 3.17: Estudio de Inventarios Lean

INVENTARIO LEAN PRODUCTO VI01					
LOTE DE PRODUCCION: MENSUAL					
Tamaño del Lote: 16 VI01					
PROCESO	INVENTARIO	CANTIDAD	MATERIAL	CODIGO	INVENTARIO
MAQUINADO	10 unid.	10	Tablón	T	Tablon en Bruto
TRAZADO Y CORTE	10 unid.	10	Tablón	T	Tablon Maquinado
	10 unid.	10	Tablero	t	Triplex/Ecochapa/MDF
	12 unid.	12	Moldura	M	Base
PREPARACION DE PARTES Y PIEZAS	112 unid.	48	Tablón	T	Pieza - Borde Superior
		64			Pieza - Pata
	400 unid.	32	Tablero	t	Pieza - Lateral
		64			Pieza - Amarre
		96			Pieza - Costado
		48			Pieza - Trasera
		16			Pieza - Repisa
		48			Pieza - Frente Cajon
		16			Pieza - Frente Repisa
		16			Pieza - Tablero Superior
		48			Pieza - Fondo Cajon
		16			Pieza - Espaldar
	48 unid.	48	Moldura	M	Pieza - Base

MONTAJE Y DESMONTAJE	112 unid.	48	Tablón	T	Borde Superior Preparado	
		64			Pata Preparada	
	400 unid.	32	Tablero	t	Lateral Preparado	
		64			Amarre Preparado	
		96			Costado Preparado	
		48			Trasera Preparada	
		16			Repisa Preparada	
		48			Frente Cajon Preparado	
		16			Frente Repisa Preparado	
		16			Tablero Superior Preparado	
		48			Fondo Cajon Preparado	
		16			Espaldar Preparado	
		48 unid.			48	Moldura
	LACADO	16 unid.	16	Conjunto	C	Armazon (Tablon + Tablero)
		64 unid.	48	Subconjunto	S	Cajon (Tablero)
16	Repisa (Tablero)					
MONTAJE FINAL	16 unid.	16	Conjunto	C	Armazon Lacado	
	64 unid.	48	Subconjunto	S	Cajon Lacado	
16		Repisa Lacada				
CONTROL Y DESPACHO	16 unid.	16	Producto	P	Producto Terminado	

Fuente: Propia

3.3. MAPA DE FLUJO DE VALOR ACTUAL

La clave para generar un mapa de flujo de valor es entender y comprender lo que requiere y espera un cliente desde su propia perspectiva, esto con el fin de crear una cadena de valor eficiente, reducir el desperdicio, mejorar la velocidad del flujo, producir con la mayor efectividad al menor costo y que el cliente reciba un producto de calidad, justo cuando lo requiere y al precio correcto.

Para lo cual se requiere establecer parámetros que gobiernen el mapa de flujo de valor, los parámetros del mapa de flujo de valor únicamente abarcarán a una familia de productos o a un solo producto dependiendo de las características que este posea sobre todo las primeras veces que se emplee esta herramienta.

De los análisis realizados anteriormente se logró obtener varias características presentes en la fabricación de un producto en Maderas Melgar, dichas características nos presentan los siguientes parámetros:

Inventario Observado (I): es el inventario real entre la fabricación de una pieza o producto completo y el siguiente proceso; los inventarios deben registrarse en función del tiempo y forman parte de lo que no agrega valor en el proceso. Para ello se divide la cantidad de cada inventario observado entre la cantidad diaria requerida por el cliente. (Lopez, 2016) (Ortuño, 2016).

Tiempo de Ciclo (C/T): es el tiempo que pasa entre la fabricación de una pieza o producto completo y el siguiente proceso.

Tiempo de Preparación (C/O): es el tiempo que toma para cambiar un tipo de proceso a otro o un tipo de producto a otro.

Número de Personas (NP): es el número de personas requeridas para realizar un proceso particular.

Tiempo Disponible para Trabajar (EN): es el tiempo de trabajo disponible del personal restando descansos por comida, ir al baño, limpieza, etc., ver Tabla 3.18.

Tabla 3.18: Tiempo Disponible para Trabajar

DETERMINACION DEL TIEMPO DISPONIBLE: EN	
Variable	Medicion [Hora]
Horario Laboral (+)	9
Hora Extra (+)	1
Almuerzo (-)	1
Descansos (-)	0,5
Tiempo Sin Valor Agregado: NVA (-)	0,5
EN Total	8

Fuente: Propia

Tiempo de Ocupación o Funcionamiento (U/T): es el porcentaje del tiempo en que la maquina está ocupada en demanda, ver Tabla 3.19. Confiabilidad de la máquina.

Tabla 3.19: Tiempo de Ocupación

DETERMINACION DEL TIEMPO DE OCUPACION: U/T			
PROCESO	Tiempo Ideal de Operacion [Hora]	Tiempo Real de Operacion [Hora]	Funcionamiento de la maquina [%]
MAQUINADO	8	5,5	70
TRAZADO Y CORTE	5	4,25	85
PREPARACION DE PARTES Y PIEZAS	8	7,25	90
MONTAJE Y DESMONTAJE	6,15	5,5	90
LACADO	6,5	6,25	95
MONTAJE FINAL	7	5,5	80
CONTROL Y DESPACHO	5	3,5	70

Fuente: Propia

Tamaño del lote a producir (EPE) (every part every): es una medida del lote de producción, cada cuanto cambia de modelo; cada día, cada turno, cada hora, etc.

A continuación se presenta la matriz de flujo de valor, ver Tabla 3.20, con el cual se generará el mapa de flujo de valor actual.

Tabla 3.20: Características de Producción de Productos

FLUJO DE VALOR: VELADOR IMPERIAL								
		VSM						
PROCESO	PROCEDIMIENTO	C/T [min]	VA [min]	C/O [min]	NP	EN [min]	U/T [%]	I real [unid]
MAQUINADO	Canteado	3,92	2,67	8	1	480	70	1T
	Cepillado	2,57	1,57	15				
	Despuntado	2,37	1,5	20				
		8,86	5,74	43				
TRAZADO Y CORTE	Trazado	4,75	3,2	12	1	480	85	2T 2t 2M
	Corte	20,5	15,83	26				
		25,25	19,03	38				
PREPARACION DE PARTES Y PIEZAS	Moldureado	12	8,92	32	1	480	90	26T 95t 11M
	Ranurado	11,5	8,67	23				
	Acoplado	0	0	18				
	Enchapado	0	0	25				
	Masillado y Prelijado	15,08	11,5	14				
	38,58	29,09	112					
MONTAJE Y DESMONTAJE	Montaje Subconjuntos	30,17	23,92	30	2	480	90	18T 62t 7M
	Montaje Conjuntos	15,75	12,25	42				
	Evaluacion y Desmontaje Conjuntos	10,42	8,17	19				
		56,34	44,34	91				
LACADO	Masillado Uniones	11,25	8,83	15	4	480	95	3C 10S
	Lijado	28,42	22,33	10				
	Fondeado	11,2	8,83	18				
	Sellado	9,08	6,75	24				
	Masillado Poros	10,25	8,25	17				
	Afinado	13,07	10,17	8				
	Tinturado	16,92	13,67	30				
	Lacado	15,58	11,33	22				
	115,77	90,16	144					
MONTAJE FINAL	Armado Conjuntos	25,33	18,67	38	2	480	80	1C 7S
	Colocar Herrajes	18,17	13,67	10				
		43,5	32,34	48				
CONTROL Y DESPACHO	Control y Limpieza	10,4	8,17	8	1	480	70	2P
	Embalaje y Despacho	18,83	14	10				
		29,23	22,17	18				

Fuente: Propia

3.3.1. INFORMACION DEL SISTEMA PRODUCCION

CLIENTE

16 Veladores Imperial por mes. **0.8 Veladores Imperial por día**. Un envío semanal desde la planta de producción hacia las bodegas de los almacenes.

Demanda diaria entre procesos:

Tabla 3.21: Demanda Diaria del Cliente

CONTROL DESPACHO	MONTAJE FINAL	LACADO	MONTAJE Y DESMONTAJE	PREPARACION	TRAZADO Y CORTE	MAQUINADO
0.8P	0.8C	0.8C	5.6T	5.6T	0.5T	0.5T
	3.2S	3.2S	20t	20t	0.5t	
			2.4M	2.4M	0.6M	

Fuente: Propia

PROVEEDOR

Tiempo de trabajo 2015:

365 Días – Días Feriados – Fines de Semana – Vacaciones

365 Días – 11 Días – 104 Días – 10 Días = 240 Días

Jornada Mensual: 240 Días/12: **20 Días/mes**

1 turno de operación en todos los departamentos de producción:

8 horas + 1 hora extra por turno.

3.3.1.1. MAQUINADO

Tipo de proceso: Semi-automático

Numero de operarios: 1

Tiempo de Ciclo (C/T): 8.86 minutos

Tiempo de Preparación (C/O): 43 minutos

Tiempo de ocupación: 70 %

Inventario:

1 elemento tipo tablón (1 T): $\frac{1T}{0.5T/DIA}$: **2 Días**

Tiempo que no agrega valor: 2 Días

3.3.1.2. TRAZADO Y CORTE

Tipo de proceso: Semi-automático

Numero de operarios: 1

Tiempo de Ciclo (C/T): 25.25 minutos

Tiempo de Preparación (C/O): 38 minutos

Tiempo de ocupación: 85 %

Inventario:

2 elementos tipo tablón (2 T): $\frac{2T}{0.5T/DIA}$: **4 Días**

2 elementos tipo tablero (2 t): $\frac{2t}{0.5t/DIA}$: 4 Días

2 elementos tipo moldura (2 M): $\frac{2M}{0.6M/DIA}$: 3.33 Días

Tiempo que no agrega valor: 4 Días

3.3.1.3. PREPARACIÓN DE PARTES Y PIEZAS

Tipo de proceso: Semi-automático

Numero de operarios: 1

Tiempo de Ciclo (C/T): 38.58 minutos

Tiempo de Preparación (C/O): 112 minutos

Tiempo de ocupación: 90 %

Inventario:

26 elementos tipo tablón (26 T): $\frac{26T}{5.6T/DIA}$: 4.6 Días

95 elementos tipo tablero (95 t): $\frac{95t}{20t/DIA}$: **4.7 Días**

11 elementos tipo moldura (11 M) : $\frac{11M}{2.4M/DIA}$: 4.6 Días

Tiempo que no agrega valor: 4.7 Días

3.3.1.4. MONTAJE Y DESMONTAJE

Tipo de proceso: Manual

Numero de operarios: 2

Tiempo de Ciclo (C/T): 56.34 minutos

Tiempo de Preparación (C/O): 91 minutos

Tiempo de ocupación: 90 %

Inventario:

18 elementos tipo tablón (18 T) : $\frac{18T}{5.6T/DIA}$: **3.2 Días**

62 elementos tipo tablero (62 t) : $\frac{62t}{20t/DIA}$: 3.1 Días

7 elementos tipo moldura (7 M) : $\frac{7M}{2.4M/DIA}$: 2.9 Días

Tiempo que no agrega valor: 3.2 Días

3.3.1.5. LACADO

Tipo de proceso: Manual

Numero de operarios: 4

Tiempo de Ciclo (C/T): 115.77 minutos

Tiempo de Preparación (C/O): 144 minutos

Tiempo de ocupación: 95 %

Inventario:

3 elementos tipo conjunto (3 C) : $\frac{3C}{0.8C/DIA}$: **3.8 Días**

21 elementos tipo tablón (21 T)

24 elementos tipo tablero (24 t)

9 elementos tipo moldura (9 M)

10 elementos tipo subconjunto (10 S) : $\frac{10S}{3.2S/DIA}$: 3.1 Días

170 elementos tipo tablero (170 t)

Tiempo que no agrega valor: 3.8 Días

3.3.1.6. MONTAJE FINAL

Tipo de proceso: Manual

Numero de operarios: 2

Tiempo de Ciclo (C/T): 43.5 minutos

Tiempo de Preparación (C/O): 48 minutos

Tiempo de ocupación: 80 %

Inventario:

1 elementos tipo conjunto (1 C) : $\frac{1C}{0.8C/DIA}$: 1.25 Días

7 elementos tipo tablón (7 T)

6 elementos tipo tablero (6 t)

3 elementos tipo moldura (3 M)

7 elementos tipo subconjunto (7 S) : $\frac{7S}{3.2S/DIA}$: **2.2 Días**

119 elementos tipo tablero (119 t)

Tiempo que no agrega valor: 2.2 Días

3.3.1.7. CONTROL Y DESPACHO

El departamento de Control y Despacho transporta los productos terminados a la bodega y los almacena para el próximo envío en el camión al cliente.

Tipo de proceso: Manual

Numero de operarios: 1

Tiempo de Ciclo (C/T): 29.23 minutos

Tiempo de Preparación (C/O): 18 minutos

Tiempo de ocupación: 70 %

Inventario:

2 elementos tipo VI01 (2 P) : $\frac{2P}{0.8P/DIA}$: **2.5 Días**

2 elementos tipo conjunto (2 C)

2 elementos tipo subconjunto (2 S)

Tiempo que no agrega valor: 2.5 Días

3.3.2. MAPA DE FLUJO DE VALOR ACTUAL

El mapa de flujo de valor actual de la empresa se lo elabora mediante la recopilación y análisis de toda la información generada en el presente capítulo, ya que representa la situación actual del sistema de producción de la empresa, ver Figura 3.4, donde se representan las características del sistema de producción; entre las más principales tenemos:

Cliente y Proveedor.

Vías de transporte de información o recursos.

Procesos productivos.

Inventarios Acumulados.

Cuadros de las Características y Tiempos de Producción

Tiempos que agregan valor y tiempos que no agregan valor

Al finalizar la elaboración del mapa de flujo de valor actual, se contara con el tiempo aproximado de la entrega de la producción demandada por el cliente, así como el tiempo de procesamiento del Velador Imperial, es decir el tiempo que añade valor al producto.

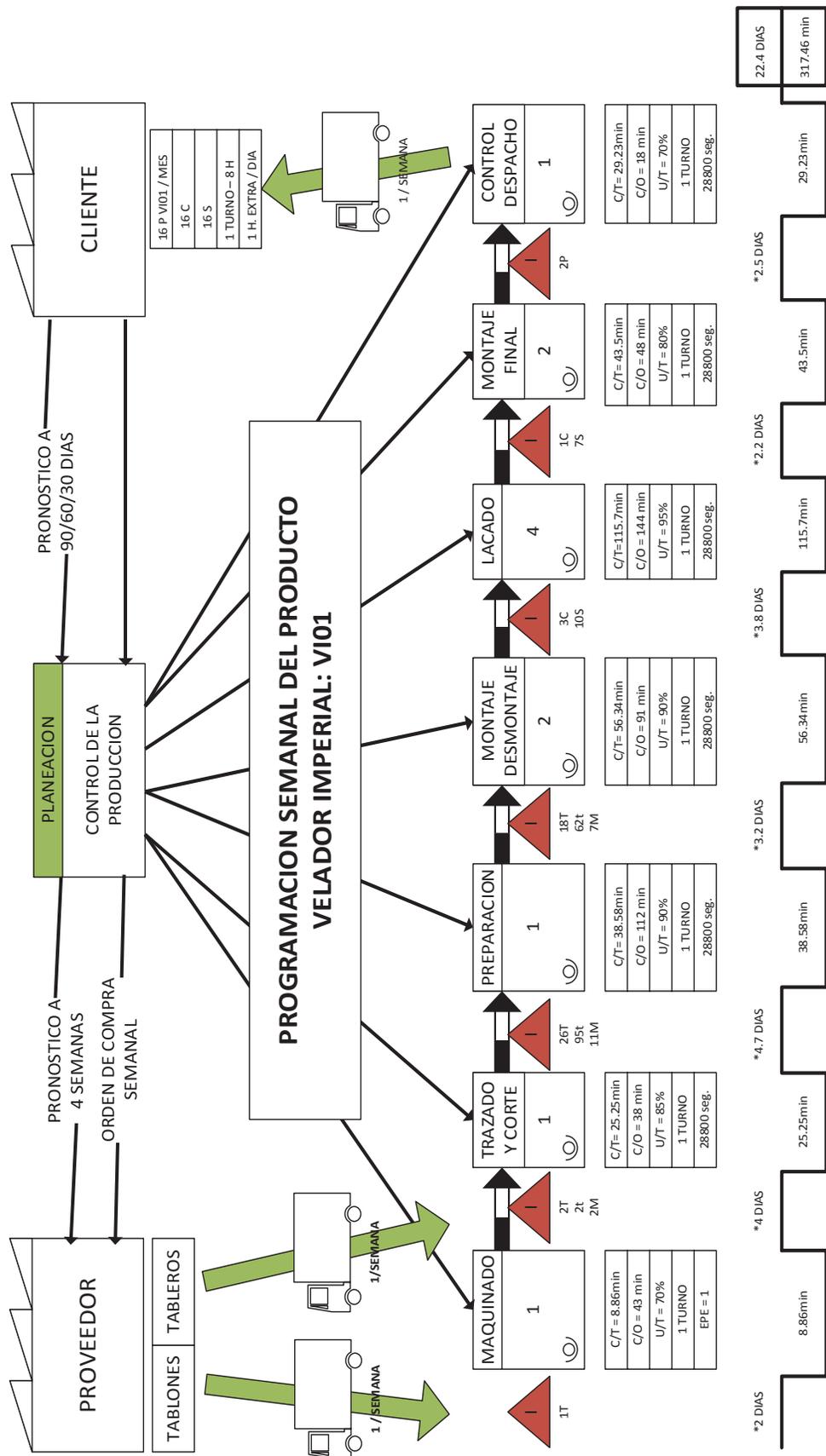


Figura 3.4: Mapa de Flujo de Valor Actual

Fuente: Propia

** Tiempos sin valor agregado (Inventarios)*

El resultado obtenido del mapa de flujo de valor actual de Maderas Melgar es bastante curioso, la empresa requiere para producir un Velador Imperial (VI01) 317.46 minutos que equivalen a 5 horas con 18 minutos, mientras que el mismo producto tarda 22.4 días para salir de la planta de producción hacia el cliente, como se muestra a continuación

LEAD TIME: 22.4 Días. (Tiempo de Entrega de la Producción)

CICLO: 5H18Min. (Tiempo de Procesamiento)

CAPÍTULO 4

4. REINGENIERÍA DE OPERACIONES APLICANDO LEAN MANUFACTURING

En el presente capítulo se realiza la reingeniería de operaciones del sistema de producción de la empresa mediante la gestión Lean Manufacturing, aquí se aplicara la metodología descrita en el capítulo 2 con la información recopilada en el capítulo 3. La gestión con la que iniciaremos la reingeniería es una implementación 5s seguido de una aplicación de las herramientas Lean hasta alcanzar el objetivo principal de este capítulo que es el mapa de flujo de valor futuro donde se representa la propuesta de mejoramiento del sistema de producción de la empresa.

4.1. PLAN DE IMPLEMENTACION DE LAS 5S

Para implementar la metodología 5s se debe conocer la situación actual en la que se encuentra la empresa mediante inspecciones periódicas y generar registros fotográficos, para lo cual, utilizamos un formulario de inspección de Orden y Limpieza, ver Tabla 4.1, que se empleara a corto y largo plazo para determinar el cumplimiento de la gestión Lean Manufacturing propuesta para la empresa. Una vez realizada la inspección y llenado el formulario se obtiene un índice de cumplimiento, ver Ecuación [2], (Causas y Prevencion: Bizkaia, 2016), de la gestión Lean Manufacturing mediante la siguiente relación:

$$\text{Indice Cumplimiento} = \frac{2*(\sum Si) + (\sum A Medias)}{2*(\sum Factores Evaluacion) - 2*(\sum No Aplica)} * 100 \quad [2]$$

Donde:

$\sum Si$: es la suma de los casilleros del criterio SI.

$\sum A Medias$: es la suma de los casilleros del criterio A medias.

$\sum No Aplica$: es la suma de los casilleros del criterio No aplica.

$\sum Factores Evaluacion$: es la suma de los factores que se están evaluando.

Tabla 4.1: Inspección de Orden y Limpieza

MADERAS MELGAR	LEAN MANUFACTURING		AREA: PRODUCCION					
	FORMATO DE INSPECCION DE ORDEN Y LIMPIEZA		CODIGO: MM-P001					
			FECHA: 30/01/2016					
			VIGENCIA: 2016					
"Un lugar está en orden cuando no hay cosas innecesarias y cuando todas las cosas necesarias se encuentran en su respectivo lugar"			SI	A MEDIAS	NO	NO APLICA		
1. EDIFICACION E INSTALACIONES								
Las escaleras y plataformas están limpias, en buen estado y libres de obstáculos						1		
Las paredes están limpias y en buen estado			1					
Las ventanas y tragaluces están limpias y no impiden la entrada de luz natural				1				
El sistema de iluminación esta mantenido de forma eficiente y limpio				1				
Las señales de seguridad están visibles y correctamente distribuidas				1				
Los medios de extinción están en su lugar de ubicación, visibles y accesibles					1			
2. SUELOS Y PASILLOS								
Los suelos están limpios, secos, sin desperdicios ni material innecesario				1				
Las vías de circulación de personas y vehículos estan diferenciadas y señalizadas				1				
Los pasillos, zonas de transito y vías de evacuación están libres de obstáculos			1					
Las carretillas de carga están aparcadas en los lugares destinados						1		
3. ALMACENAJE								
Las áreas de almacenamiento y disposición de materiales están señalizadas					1			
Los materiales y suministros almacenados estan correctamente identificados					1			
Los materiales están apilados en su sitio sin invadir zonas de paso					1			
Los materiales se apilan y cargan de manera segura, limpia y ordenada				1				
4. MAQUINARIA Y EQUIPOS								
Se encuentran limpios y libres a su alrededor de todo material innecesario					1			
Se encuentran libres de fugas de aceite, grasa u otras sustancias				1				
Poseen las protecciones adecuadas y los dispositivos de seguridad requeridos					1			
5. HERRAMIENTAS								
Están almacenadas en cajas o paneles adecuados					1			
Se guardan limpias de cualquier sustancia				1				
Las herramientas eléctricas tienen sus cables y conexiones en buen estado				1				
Están en condiciones seguras para el trabajo					1			
6. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y ROPA DE TRABAJO								
Se encuentran marcados o codificados para poderlos identificar por los usuarios					1			
Se guardan en lugares específicos de uso personal (Lockers)				1				
Se encuentran limpios y en buen estado				1				
Cuando son desechables, se depositan en los contenedores adecuados			1					
7. RESIDUOS								
Los contenedores están colocados próximos y accesibles a los lugares de trabajo			1					
Están claramente identificados los contenedores de residuos especiales					1			
Los residuos inflamables se colocan en bidones metálicos cerrados						1		
Los residuos incompatibles se recogen en contenedores separados					1			
Se evita el derrame de los contenedores				1				
La zona alrededor de los contenedores de residuos está limpia				1				
Existen los medios de limpieza a disposición del personal del área			1					
Observaciones								
Inspeccionó:		Juan Fernando Melgar Poluche			Fecha:		30/01/2016	

Fuente: Propia

Los resultados obtenidos del formulario de orden y limpieza son los siguientes:

$$\sum Si = 5; \sum A Medias = 13; \sum No Aplica = 3; \sum Factores Evaluacion = 32$$

Estos valores son reemplazados en la ecuación de Índice de Cumplimiento, con lo cual obtenemos que:

$$\text{Índice Cumplimiento} = 40\%$$

Una vez realizada la inspección de orden y limpieza se obtuvo que las instalaciones de la fábrica no cuentan con un sistema de producción adecuado y existe desorden en cada una de las áreas de la empresa. A continuación se presentan los registros fotográficos más relevantes, ver Figura 4.1, con los cuales trabajaremos, para así generar un análisis e iniciar la aplicación de la metodología 5s en la empresa.



a) Materia prima sin orden ni clasificación



b) Áreas de trabajo carecen de limpieza



c) Tintes y Lacas sin orden ni limpieza



d) Partes y piezas sin estandarizar



e) No existe orden clasificación de herrajes

Figura 4.1: Inspección de Orden y Limpieza

Fuente: Propia

Para generar una propuesta 5s en la empresa iniciaremos con una gráfica que muestre el estado actual de la gestión y organización de la empresa frente a una situación futura o estado ideal al aplicar la metodología 5s, ver Gráfico 4.1. Una de las herramientas más utilizadas por las empresas, para mostrar visualmente los gaps (espacios) entre el estado actual y el estado ideal es la Gráfica de Radar,

también conocida como Diagrama de Araña. Donde tomamos parámetros cuantitativos del nivel de aplicación de cada una de las S en función del cumplimiento del formulario de inspección de orden y limpieza que va desde una aplicación nula (0) hasta una aplicación excelente (5), objetivo de la aplicación Lean Manufacturing (Espin, 2016), los resultados presentados a continuación fueron impuestos por el personal y la gerencia de la empresa (calificación promedio) mediante varias encuestas realizadas.

Tabla 4.2: Evaluación 5S de la Empresa

NULO	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
0	1	2	3	4	5

	ESTADO ACTUAL	ESTADO IDEAL (LEAN)
SEIRI (CLASIFICACIÓN)	1	5
SEITON (ORDEN)	1	5
SEISO (LIMPIEZA)	1	5
SEIKETSU (ESTANDARIZACIÓN)	1	5
SHITSUKE (MANTENER LA DISCIPLINA)	1	5

Fuente: Propia

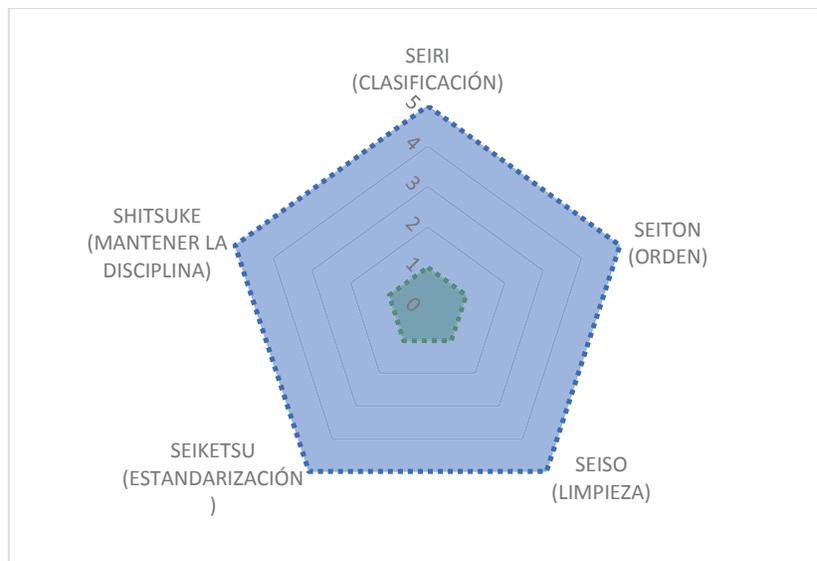


Gráfico 4.1: Gráfico de Redar 5S

Fuente: Propia

4.1.1. ETAPAS DE CONTROL DE LAS 5S

Etapa Inicial (LIMPIEZA): la etapa con la que iniciamos la ejecución e implementación de la metodología 5s se centra principalmente en la limpieza total y detallada del sitio de trabajo. Se identifica y aísla todo lo que no sirve del sitio de trabajo y se limpian todos los equipos e instalaciones minuciosamente, conservando mediante registros los precedentes de cómo es el área si se mantuviera siempre así.

Etapa Base (OPTIMIZACION): la etapa base se centra en la optimización de lo alcanzado en la etapa inicial, una vez identificado lo que sirve y que las estaciones de trabajo estén totalmente limpias, se procede a localizar los puntos más relevantes que generan suciedad y desorden para minimizarlos o eliminarlos según la naturaleza del punto. Desde esta etapa partimos para realizar una gestión que nos permita alcanzar el estado ideal propuesto en la Gráfica de Radar.

Etapa Avanzada (FORMALIZACION): en esta etapa se formalizan los resultados obtenidos en las anteriores etapas, generando documentación y recursos, tales como: establecer procedimientos e instructivos, normas, estándares, etc. Al formalizar la gestión se debe tomar en cuenta las posibles soluciones futuras para alcanzar un estado ideal futuro, que a largo plazo nos lleve a alcanzar la excelencia de la aplicación de la metodología 5s.

Etapa Final (KAISEN): al finalizar la ejecución de la gestión 5s, la empresa se orientará a mantener todo lo alcanzado y a generar nuevas ideas o gestiones para coordinar una filosofía de mejoramiento continuo.

4.1.2. IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S

La implementación 5S es la etapa con la que iniciamos la reingeniería de operaciones del sistema de producción de la empresa, por tal motivo a continuación se detalla cada una de las implementaciones "S" a realizar.

4.1.2.1. SEIRI – CLASIFICACIÓN

La clasificación dentro de la fábrica seguirá el siguiente direccionamiento:

- Clasificar y crear un registro de los elementos innecesarios, la cual se debe diseñar y presentar durante la etapa inicial. Estos registros permiten

4.1.2.2. SEITON – ORDEN

Para Ordenar los elementos presentes en las instalaciones de la fábrica, seguiremos el siguiente lineamiento:

- Establecer el método con el cual se va a ubicar e identificar los elementos clasificados como necesarios en función de la frecuencia (rutinaria, poca frecuencia, a futuro); adicionalmente marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como máquinas y equipos, tuberías, señalización.
- El método Seiton que utilizaremos consta de los siguientes criterios:

Ordenar los elementos clasificados como necesarios según: Seguridad, Calidad y Optimización.

Seguridad: que no se caigan, que no se muevan, que no estorben.

Calidad: que no se deterioren, que no se golpeen, que no se ensucien.

Optimización: mejorar la visualización de los elementos y minimizar el tiempo perdido por movimiento y búsqueda.

Determinar un código y descripción para cada elemento o familia de elementos.

Definir los inventarios mínimo y máximo que deben existir por cada elemento o familia de elementos, ver Tabla 4.5.

Tabla 4.5: SEITON

MADERAS MELGAR			
CODIGO	DESCRIPCION	INVENTARIO	
		MINIMO	MAXIMO

Fuente: Propia

4.1.2.3. SEISO – LIMPIEZA

El proceso Seiso se debe implementar con un programa de capacitación y entrega de elementos adecuados para la limpieza, como también del tiempo requerido para su ejecución.

- Capacitar al personal de la fábrica sobre cultura de limpieza (Beneficios), y posteriormente iniciar la jornada de limpieza y mantenimiento de todas las máquinas y equipos, así como de las instalaciones.
- Una vez que las instalaciones, máquinas y equipos estén completamente limpios, se crea una lista de chequeo (Check List), ver Tabla 4.6, para calificar la gestión Seiso realizada en el área de producción.

Tabla 4.6: Propuesta SEISO

MADERAS MELGAR			
FORMATO DE INSPECCION DE LIMPIEZA (SEISO)			
FECHA:		AREA:	
RESPONSABLE:			
N°	ACTIVIDAD	SI	NO
1	Las paredes están limpias y en buen estado		
2	Las ventanas y tragaluces están limpias y no impiden la entrada de luz natural		
3	El sistema de iluminación está limpio		
4	Los suelos están limpios, secos, sin desperdicios ni material innecesario		
5	Los pasillos, zonas de tránsito y vías de evacuación están libres de obstáculos		
6	Las áreas de almacenamiento y disposición de materiales están limpias		
7	Los materiales se apilan y cargan de manera segura, limpia y ordenada		
8	Las máquinas y equipos se encuentran limpios y libres de material innecesario		
9	Las herramientas se encuentran limpias de cualquier sustancia		
10	Los equipos de protección personal se encuentran limpios y en buen estado		
11	La zona alrededor de los contenedores de residuos está limpia		
12	Existen los medios de limpieza a disposición del personal del área		
OBSERVACIONES:			
FIRMA RESPONSABLE:			

Fuente: Propia

- A corto y largo plazo se implementara la cultura de limpieza en la empresa, de tal forma que se realizará una limpieza diaria de las áreas de trabajo al culminar cada jornada laboral para conservar y mejorar el ambiente de trabajo.

4.1.2.4. SEIKETSU – ESTANDARIZACIÓN

Seiketsu es la etapa de conservar lo que se ha logrado al implementar las tres primeras S.

- Cada operario debe conocer exactamente cuáles son sus responsabilidades sobre lo que tiene que hacer, cuándo, dónde y cómo hacerlo; para lo cual se dará las debidas instrucciones sobre las 3S y las acciones a cumplir en relación con los trabajos de orden, limpieza y mantenimiento autónomo.
- Incorporar las acciones de clasificación, orden y limpieza en los trabajos rutinarios, así como el mantenimiento de las condiciones debe ser una parte natural de los trabajos regulares de cada día.

4.1.2.5. SHITSUKE - MANTENER LA DISCIPLINA

La disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de las otras S. Se requiere la voluntad de las personas y solo la conducta demuestra su presencia; sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

Al aplicar Shitsuke garantizamos que la seguridad interna será permanente, la productividad mejorará progresivamente y la calidad de los productos será la adecuada para satisfacción del cliente.

Para crear las condiciones óptimas para implementar Shitsuke el gerente deberá ejercer las siguientes responsabilidades:

- Educar al personal sobre los principios y técnicas de las 5S y mantenimiento autónomo.
- Asignar el tiempo para la práctica de las 5S y mantenimiento autónomo.
- Suministrar los recursos para la implantación de las 5S.
- Motivar y participar directamente en la promoción de sus actividades.
- Evaluar el progreso y evolución de la implantación en cada área de la empresa.

- Participar en las auditorías de progresos semestrales o anuales.
- Demostrar su compromiso y el de la empresa para la implantación de las 5S.

Los trabajadores por su parte deberán participar de la siguiente manera:

- Diseñar y respetar los estándares de conservación del lugar de trabajo.
- Pedir al jefe de área el apoyo o recursos que se necesitan para implantar las 5S.
- Colaborar en la difusión del conocimiento adquirido.
- Participar en la formulación de planes de mejora continua para eliminar problemas y defectos del equipo y áreas de trabajo.
- Participar activamente en la promoción de las 5S.

4.2. DEFINICIÓN Y CÁLCULO DEL TIEMPO TAKT

El Tiempo Takt es el tiempo requerido por el cliente para la producción de una unidad cumpliendo con la condición ideal de flujo de una unidad específica. Es decir, es el ritmo con el cual cada proceso debe estar produciendo, basándose en la demanda de ventas y así cumplir los requerimientos del cliente.

La representación matemática del Tiempo Takt, viene dada por la relación entre el Tiempo Disponible de Producción y la Demanda del Cliente, ver Ecuación [3], (Takt time para obtener Lean Production: MI, 2016):

$$Tiempo\ Takt = \frac{**\ Tiempo\ Disponible\ de\ Produccion}{***\ Demanda\ del\ Cliente} \quad [3]$$

Donde:

Tiempo Disponible de Producción: es el tiempo que los operarios trabajan en la empresa por turno o jornada. *** Este dato se lo toma del Capítulo 3, subcapítulo 3.3. Mapa de Flujo de Valor Actual, Tiempo Disponible para Trabajar (EN).*

Demanda del Cliente: es lo que requiere el cliente en un determinado periodo de tiempo o jornada laboral. **** La demanda del cliente se lo toma del Capítulo 3, Tabla 3.3 Lotes de Producción Anual, donde la demanda del cliente es: 192 Veladores Imperial en el periodo 2015, es decir 16 Veladores Imperial cada mes (16P VI01/mes = 0.8P VI01/día).*

$$TIEMPO TAKT = \frac{\frac{8 \text{ horas}}{\text{día}}}{\frac{0.8 \text{ unidades}}{\text{día}}} = 10 \left[\frac{\text{horas}}{\text{unidad}} \right] = 600 \left[\frac{\text{minutos}}{\text{unidad}} \right]$$

El tiempo takt de maquinado significa que para cumplir con la demanda del cliente dentro del tiempo disponible de producción, se requiere producir una unidad VI01 cada 600 minutos. También se debe verificar que el tiempo de ciclo de cada proceso sea menor o máximo sea el Tiempo Takt, producir en función al Tiempo Takt es una de las principales pautas para desarrollar un VSM futuro.

4.2.1. GRÁFICA DE CICLO TIEMPO TAKT

La gráfica de Ciclo Tiempo Takt relaciona a los tiempos de ciclo (C/T) vs Tiempo Takt, ver Gráfico 4.2, por lo tanto la gráfica de Ciclo Tiempo Takt se puede trazar a partir de los datos recolectados y calculados durante la elaboración del VSM actual.

El objetivo principal de la gráfica de Ciclo Tiempo Takt es determinar ¿Cómo? y ¿Qué? se deberá mejorar en el futuro para que los procesos de producción sean menores o iguales al Tiempo Takt y no sobrepasar este límite de tiempo. Para lo cual se tomaran ciertas decisiones que reduzcan los tiempos de ciclo en cada proceso de producción.

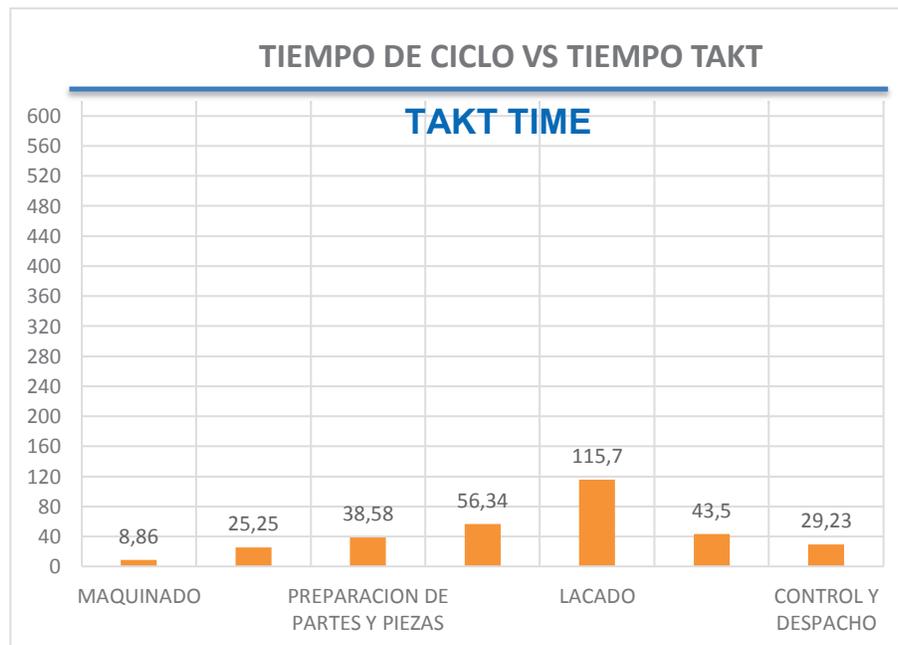


Gráfico 4.2: Gráfico de Ciclo del Tiempo TAKT

Fuente: Propia

4.2.1.1. PROCESOS CUELLO DE BOTELLA

Cuando se menciona cuellos de botella se refiere a diferentes actividades que disminuyen la velocidad de los procesos, incrementan los tiempos de espera y reducen la productividad, trayendo como consecuencia final el aumento en los costos.

En la gráfica de ciclo Tiempo Takt, se presentan los siguientes cuellos de botella o restricciones: maquinado, trazado y corte, preparación de partes y piezas y montaje final y control y despacho. Entonces la implementación Lean Manufacturing se deberá enfocar en balancear o distribuir la carga de trabajo uniformemente. Para lo cual el método más utilizado en varias industrias es la tecnología de grupos que consiste en agrupar los procesos cuello de botella en grupos o Loops para crear un flujo regular y uniforme.

4.3. AGRUPACIÓN POR TECNOLOGÍA DE GRUPOS

La agrupación por tecnología de grupos es una etapa en la cual se agrupan los procesos considerados como cuellos de botella con el fin de reducir los tiempos de ciclo mediante el cálculo del tamaño óptimo de operadores en los nuevos grupos de trabajo y posteriormente redistribuir las estaciones de trabajo para lograr una nueva distribución de las instalaciones, ver Anexo D.

4.3.1. GRUPOS DE TRABAJO

Los grupos de trabajo o células de trabajo eliminan el movimiento y las filas de espera entre las operaciones reduciendo el inventario y en ciertos casos el número de empleados requeridos para esas operaciones. Sin embargo, los trabajadores deben ser flexibles para operar varias máquinas y procesos debido al nivel de habilidad avanzado que requiere este método de agrupación, es decir que realizaran varias operaciones y no una específica, en especial en los procesos que generan restricciones en el sistema de producción.

El método de agrupación que utilizaremos dependerá de los tiempos de ciclo de los procesos cuello de botella localizados anteriormente, por lo tanto, existirá un solo grupo de trabajo que queda conformado de la siguiente manera:

Grupo 1: Maquinado Corte y Preparación: (Maquinado + Trazado y Corte + Preparación de partes y piezas). T/C: 72.69 min.

Grupo 2: Montaje y Desmontaje. T/C: 56.34 min.

Grupo 3: Lacado. T/C: 115.7 min.

Grupo 4: Montaje Final y Despacho: (Montaje Final + Control y Despacho). T/C: 72.73 min.

4.3.2. GRÁFICA DE CICLO TIEMPO TAKT AGRUPADO

Luego de balancear por agrupación de grupos se tienen nuevos tiempos de ciclo que se obtienen de sumar los tiempos de ciclo de cada uno de los procesos que conforman los grupos, de esta manera los grupos de trabajo presentan la siguiente grafica de ciclo de tiempo takt agrupado o balanceado, ver Gráfico 4.3.

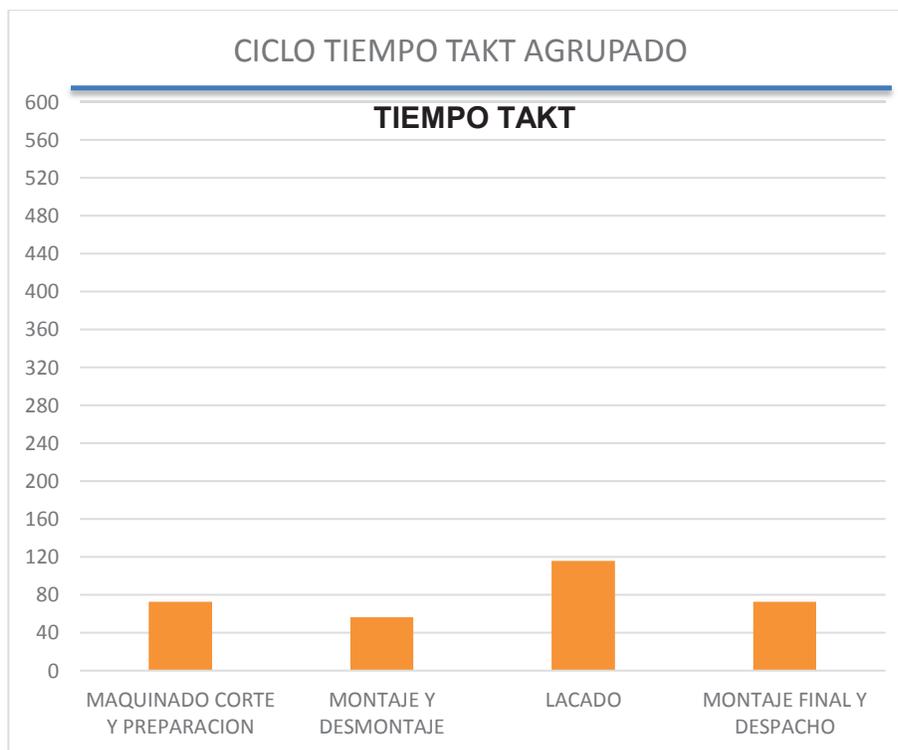


Gráfico 4.3: Gráfico de Ciclo del Tiempo TAKT Agrupado

Fuente: Propia

4.4. DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA (HEIJUNKA)

Los objetivos a alcanzar con el método de gestión Heijunka son: Reducir los tiempos de preparación, conservar inventarios mínimos y evitar grandes lotes de producción. La gestión Heijunka inicia con la recopilación de la información obtenida en el Capítulo 3, ver Tabla 4.7, donde se tiene la siguiente información:

Tiempo de trabajo: 20 días/mes: 8horas/día.

Demanda del cliente: 16 Veladores Imperial cada mes (Detalle a continuación)

Tabla 4.7: Carga Uniforme en la Planta

MADERAS MELGAR			
MAQUINADO CORTE Y PREPARACION	MONTAJE Y DESMONTAJE	LACADO	MONTAJE FINAL Y DESPACHO
112T	16C	16C	16P
128t			
48M			
272t	64S	64S	

MADERAS MELGAR		
DEMANDA		
TIPO T	TIPO t	TIPO M
112	400	48

Fuente: Propia

Si comenzamos a producir el lote más largo dejando para el final el lote más corto, ya que supuestamente los lotes más grandes son más importantes y se deben realizar sin interrupciones (Hohmann, 2016), entonces el cliente debería esperar 22.4 días (Lead Time) puesto que la fábrica produciría las piezas tipo M en el último lote.

Para mejorar el tiempo de entrega y crear flexibilidad en la producción se deberá generar carga uniforme en la línea de producción, esto significa encontrar una distribución efectiva de los lotes y mantenerlo estandarizado, ver Tabla 4.8.

Tabla 4.8: Distribución de la Carga

MADERAS MELGAR						
PARTES Y PIEZAS	DEMANDA MENSUAL	DEMANDA SEMANTAL	DEMANDA DIARIA	PRODUCCION PROPUESTA	PRODUCCION MENSUAL	DESFASE
TIPO T	112	28	5,6	6	120	8
TIPO t	400	100	20	20	400	0
TIPO M	48	12	2,4	3	60	12

Fuente: Propia

Se propone una producción, donde es posible redondear la demanda diaria debido a que se deben producir unidades completas, esto es a criterio del supervisor. Pero se debe tener en cuenta las correcciones equivalentes al desfase de la demanda mensual respecto a la producción mensual. Entonces, el Cuadro Heijunka quedaría de la siguiente manera, ver Tabla 4.9:

Tabla 4.9: Cuadro Heijunka de la Empresa

MADERAS MELGAR						
PARTES Y PIEZAS	DEMANDA MENSUAL	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	PRODUCCION MENSUAL
TIPO T	112	30	29	27	26	112
TIPO t	400	100	100	100	100	400
TIPO M	48	15	13	11	9	48

Fuente: Propia

Conocemos que, para producir un producto VI01 requerimos de: 1 Conjunto y 4 Subconjuntos, que a su vez 1 Conjunto requiere de: 7 piezas T (12T/2días), 8 piezas t (40t/2días) y 3 piezas M (3M/día) y que los 4 Subconjuntos requieren de: 17 piezas t (40t/2días). Entonces, el mejoramiento en la efectividad del tiempo de entrega para el cliente podría pasar de 22.4 días, que es el Lead Time, a tan solo 2 días.

4.5. SUPERMERCADOS DE APROVISIONAMIENTO MÍNIMO

El supermercado de aprovisionamiento mínimo es una especie de inventario JIT, con un inventario justo a tiempo el número exacto de productos, partes y piezas llegan en el momento en que se necesita. Para lo cual se crean aprovisionamientos mínimos (Inventarios JIT), es decir una especie de supermercados de abastecimiento, que servirán como controladores de flujo de la producción así como indicadores de la productividad de los procesos.

Este tipo de inventario (Supermercado) es el más adecuado cuando la demanda es impredecible y variable, es decir que los requerimientos de productos terminados o partes y piezas en proceso a veces suben y a veces bajan por situaciones internas y externas de la empresa. La ubicación más adecuada para los supermercados es justamente donde existen procesos cuellos de botella, es decir lo más adyacente a los nuevos grupos de trabajo.

Para controlar el tamaño de los supermercados utilizaremos tarjetas Kanban ver Figura 4.2, que informan al supervisor una vez que se extrae un producto del inventario y se lo embarca hacia el proceso subsecuente, esta acción genera un sistema PULL (Sistema de Jalar) para que se envíe una orden de producción de un nuevo producto y reemplace al producto saliente.

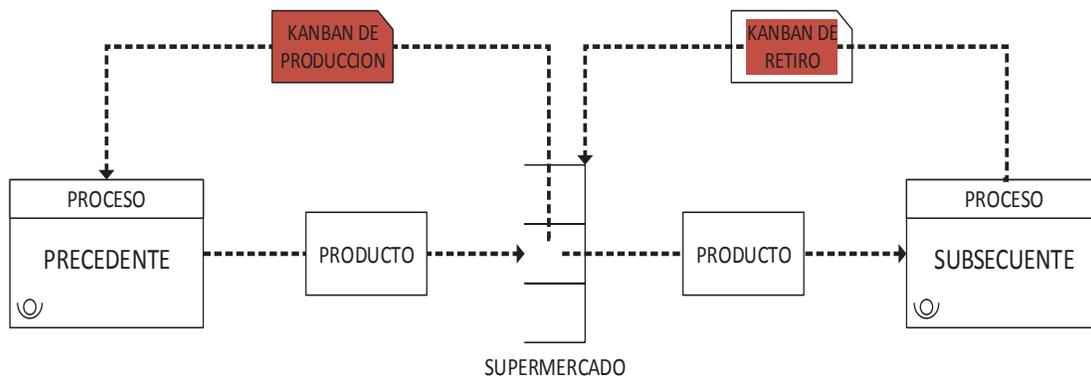


Figura 4.2: Supermercado de Aprovisionamiento Mínimo

Fuente: Propia

4.6. CONTROL DE LA PRODUCCIÓN (KANBAN)

En esta etapa se muestran las etapas de implementación, la ubicación de los Kanbans en la línea de producción y el número de Kanbans necesarios para el sistema de producción futuro.

4.6.1. ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN KANBAN

Capacitar al personal de la fábrica sobre los principios de Kanban y los beneficios de usar este tipo de gestión.

Ubicar contenedores Kanban adyacentes a los grupos o células de trabajo.

Colocar tarjetas Kanban en los contenedores, según la disposición y planificación de la producción. En esta etapa se continúa con la capacitación del personal involucrado para que no exista confusión de este nuevo sistema de producción.

Revisar y controlar periódicamente el uso de los sistemas Kanban implementados en la línea de producción y de esta manera crear una Caja Heijunka, si fuese necesario, donde se administra la capacidad y la variedad de la producción sobre un período específico de tiempo.

La caja Heijunka, ver Figura 4.3, consiste en filas horizontales para cada familia de elementos requeridos y columnas verticales que representan intervalos de tiempo idénticos de producción.

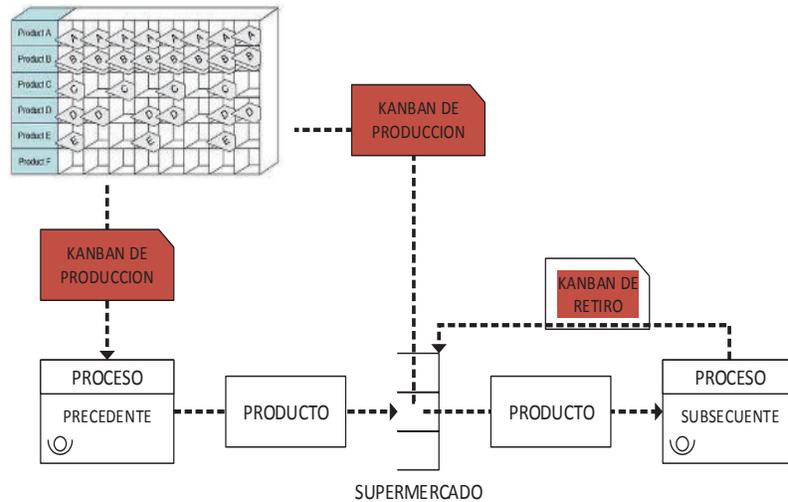


Figura 4.3: Caja Heijunka

Fuente: Propia

En cada ranura de la caja heinjunka, se colocan las tarjetas Kanban de producción, donde el número de tarjetas Kanban están en proporción al número de elementos a producir durante un determinado período de tiempo. De esta manera, la capacidad de producción se administra de manera uniforme y en pequeños lotes.

4.6.2. UBICACIÓN DE KANBAN EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

PRIMER DEPOSITO KANBAN, ver Figura 4.4:

Proceso Precedente: Maquinado Corte y Preparación.

Proceso Subsecuente: Montaje y Desmontaje

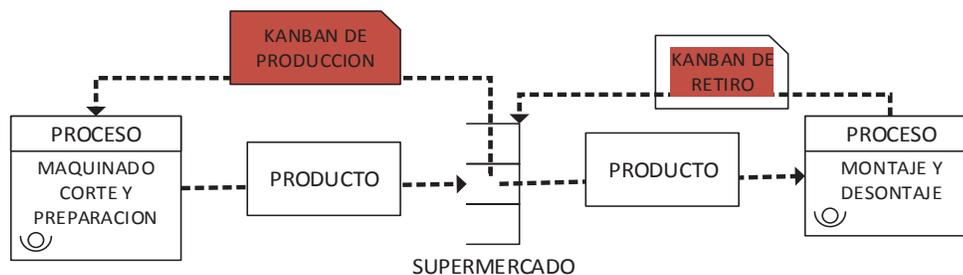


Figura 4.4: Primer Depósito Kanban

Fuente: Propia

SEGUNDO DEPOSITO KANBAN, ver Figura 4.5:

Proceso Precedente: Montaje y Desmontaje

Proceso Subsecuente: Lacado

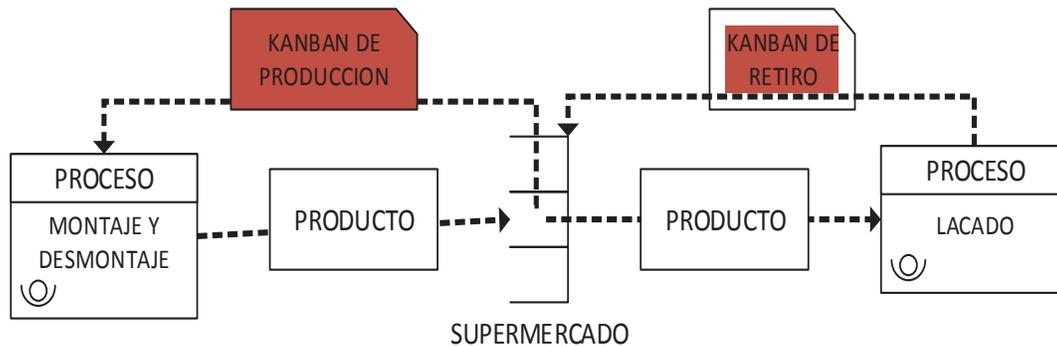


Figura 4.5: Segundo Depósito Kanban

Fuente: Propia

TERCER DEPOSITO KANBAN, ver Figura 4.6:

Proceso Precedente: Lacado

Proceso Subsecuente: Montaje Final y Despacho

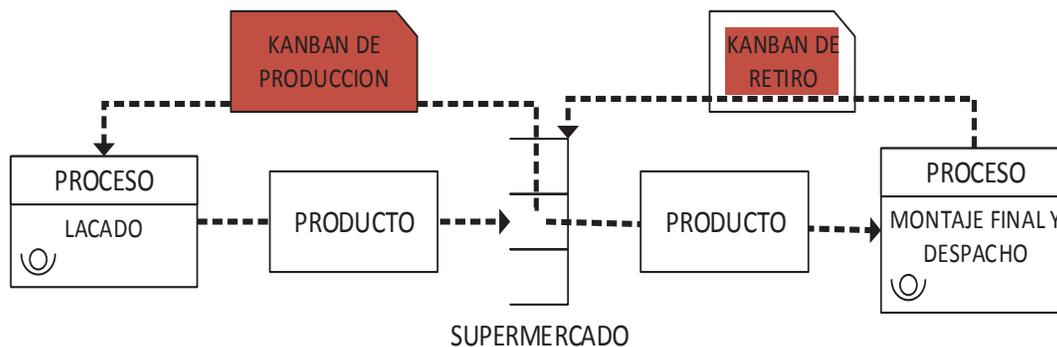


Figura 4.6: Tercer Depósito Kanban

Fuente: Propia

Ubicamos depósitos Kanban de producción y retiro en los procesos que tienen sus tiempos de ciclo (T/C) más próximos al tiempo takt de producción, debido a que la reingeniería de operaciones de un sistema de producción no solo se enfoca en las restricciones encontradas en el presente estudio sino que también se enfoca en los

procesos que serán posibles restricciones luego de la aplicación de Lean Manufacturing, es decir las restricciones del mapa de flujo de valor futuro.

4.6.3. CREACIÓN KANBAN DE PRODUCCIÓN

Estos tipos de Kanban se desplazan dentro de la línea de producción, como órdenes de fabricación para cada proceso, ver Tabla 4.10. La información que contienen es la siguiente:

Tabla 4.10: Propuesta de Kanban de Producción

MADERAS MELGAR	
KANBAN DE PRODUCCION	
CODIGO	
DESCRIPCION	
CANTIDAD	
N° DE KANBAN	
MATERIAL	
UBICACION	

Fuente: Propia

Donde:

CODIGO: código del elemento.

DESCRIPCION: nombre de identificación del producto o pieza.

CANTIDAD: cantidad de elementos a producir.

N° DE KANBAN: número de tarjetas kanban de ese ítem (1/2, 2/5, etc).

MATERIAL: material con el que se produce el o los elementos.

UBICACIÓN: lugar donde se depositan los elementos producidos.

4.6.4. CREACIÓN KANBAN DE RETIRO

Estos tipos de Kanban transportan las necesidades de elementos de la estación subsecuente a la estación precedente, ver Tabla 4.11.

Tabla 4.11: Propuesta de Kanban de Retiro

MADERAS MELGAR	
KANBAN DE RETIRO	
CODIGO	
DESCRIPCION	
CANTIDAD	
N° DE KANBAN	
MATERIAL	
ORIGEN	
DESTINO	

Fuente: Propia

Donde:

CODIGO: código del elemento.

DESCRIPCION: nombre de identificación del producto o pieza.

CANTIDAD: cantidad de elementos a producir.

N° DE KANBAN: número de tarjetas kanban de ese ítem (1/2, 2/5, etc).

MATERIAL: material con el que se produce el o los elementos.

ORIGEN: nombre del proceso o estación precedente.

DESTINO: nombre del proceso o estación subsecuente.

4.6.5. DETERMINACION DEL NÚMERO DE KANBAN

En un sistema de producción esbelto que utiliza dos tarjetas Kanban el número de tarjetas establece el volumen del inventario autorizado, el número de tarjetas Kanban se calcula de la siguiente manera:

$$k = \frac{DL(1+s)}{c} \quad [1]$$

Donde:

k : Número de contenedores Kanban necesarios

D : Demanda promedio esperada por periodo de tiempo.

L : Periodo de tiempo de entrega del pedido.

s: Factor de eficiencia del inventario de seguridad para cubrir circunstancias inesperadas.

C: Tamaño estándar de un contenedor (Criterio de fabricación).

El depósito Kanban 1, requiere el siguiente número de tarjetas:

Tabla 4.12: Deposito Kanban 1

MADERAS MELGAR				
KANBAN 1				
Demanda Semanal	Tiempo de Entrega	Factor de Seguridad	Tamaño del Contenedor	Número de Tarjetas Kanban
D [Producto/Semana]	L [Semana]	s [%]	C [Pieza]	k
4	1	25%	5	1,00

Fuente: Propia

El depósito Kanban 2, requiere el siguiente número de tarjetas:

Tabla 4.13: Deposito Kanban 2

MADERAS MELGAR				
KANBAN 2				
Demanda Semanal	Tiempo de Entrega	Factor de Seguridad	Tamaño del Contenedor	Número de Tarjetas Kanban
D [Producto/Semana]	L [Semana]	s [%]	C [Pieza]	k
4	1	25%	5	1,00

Fuente: Propia

El depósito Kanban 3, requiere el siguiente número de tarjetas:

Tabla 4.14: Deposito Kanban 2

MADERAS MELGAR				
KANBAN 3				
Demanda Semanal	Tiempo de Entrega	Factor de Seguridad	Tamaño del Contenedor	Número de Tarjetas Kanban
D [Producto/Semana]	L [Semana]	s [%]	C [Pieza]	k
4	1	25%	5	1,00

Fuente: Propia

4.7. TIEMPOS DE PREPARACIÓN (SMED)

Reducir el tiempo de preparación y el costo de preparación es una excelente manera de reducir la inversión generada por los inventarios acumulados, desperdicios de la empresa, de tal modo que implícitamente se mejorará la productividad. Una producción con mayor frecuencia de fabricación de pedidos requiere reducir los costos de preparación, ya que de lo contrario subirían los costos por inventario. En resumen, si disminuyen los costos de preparación también disminuirán los costos de inventario, ver Tabla 4.15.

Tabla 4.15: Tiempos de Preparación Actual

MADERAS MELGAR							
TIEMPOS DE PREPARACION [Minutos]							
Maquinado	Trazado y Corte	Preparacion de Partes y Piezas	Montaje y Desmontaje	Lacado	Montaje Final	Control y Despacho	C/O Total
43	38	112	91	144	48	18	494

Fuente: Propia

Utilizaremos una metodología típica de la gestión Lean Manufacturing para reducir los tiempos de preparación en forma sustancial, la cual tiene como objetivo principal disminuir el tiempo de preparación cada vez que aplicamos las actividades que a continuación mostramos:

- Preparación interna: la preparación interna se debe realizar mientras la máquina está detenida.
- Ubicación de las herramientas: las herramientas y equipos de preparación y mantenimiento de las estaciones de trabajo deben estar estandarizadas y ubicadas de manera que los operarios tengan a su disposición lo más rápido posible.
- Ordenamiento de materiales: se debe tener los materiales lo más cerca posible de la estación de trabajo, de esta manera se mejorara el manejo de materiales.
- Capacitación: los operarios tendrán charlas de capacitación sobre la preparación eficaz de las máquinas y equipos, uso adecuado de los tiempos de preparación entre otros conceptos.

- Mejora Continua: periódicamente se controlara, evaluara y mejorara la gestión SMED aplicada en la empresa hasta lograr el objetivo principal de SMED que es obtener un tiempo de preparación en un solo digito de minuto, es decir no más de 10 minutos en cada operación, ver Tabla 4.16.

Tabla 4.16: Tiempos de Preparación Futuro

MADERAS MELGAR		
TIEMPOS DE PREPARACION		
PROCESO	PROCEDIMIENTO	C/O [mín]
MAQUINADO CORTE Y PREPARACION	Canteado	5
	Cepillado	7
	Despuntado	10
	Trazado	5
	Corte	15
	Moldureado	20
	Ranurado	15
	Acoplado	10
	Enchapado	15
	Masillado y Prelijado	8
		110
MONTAJE Y DESMONTAJE	Montaje Subconjuntos	15
	Montaje Conjuntos	25
	Evaluacion y Desmontaje Conjuntos	10
		50
LACADO	Masillado Uniones	8
	Lijado	5
	Fondeado	10
	Sellado	12
	Masillado Poros	10
	Afinado	5
	Tinturado	15
	Lacado	12
	77	
MONTAJE FINAL Y DESPACHO	Armado Conjuntos	20
	Colocar Herrajes	5
	Control y Limpieza	4
	Embalaje y Despacho	5
		34
C/O TOTAL FUTURO		271

Fuente: Propia

Los tiempos de preparación reducidos presentados en la Tabla 4.15 fueron tomados luego de aplicar las actividades SMED planteadas anteriormente y aplicadas posteriormente en el sistema de producción de la fábrica Maderas Melgar para la fabricación del producto Velador Imperial (VI01). A continuación se presenta el mejoramiento de los tiempos de preparación antes y después de la aplicación de la gestión SMED, ver Gráfico 4.4:

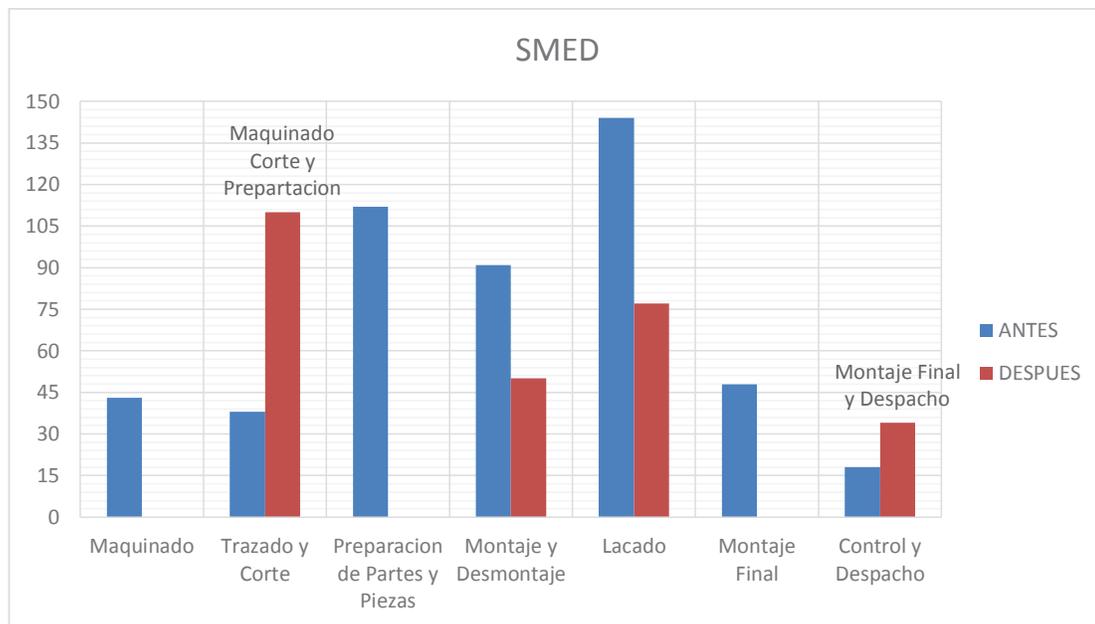


Gráfico 4.4: Gestión SMED

Fuente: Propia

4.8. VSM FUTURO

El Mapa de Flujo de Valor Futuro, ver Figura 4.7, nos da la facilidad de observar el flujo completo de una empresa después de aplicar una implementación o reingeniería mediante la gestión Lean Manufacturing. En muchos casos, una reingeniería de operaciones no es posible aplicar inmediatamente debido a la gran variedad de acciones a implementar; entonces el punto más importante para iniciar una reingeniería de operaciones mediante Lean Manufacturing es no pensar en implementar el sistema de producción en un solo paso. Lo más adecuado es proyectar un plan de acciones cíclico y cronológico a mediano plazo (Capítulo 4), donde cada acción de implementación este concatenada una con otra con el objetivo de diseñar un flujo de trabajo controlado con un inventario mínimo en los procesos de producción.

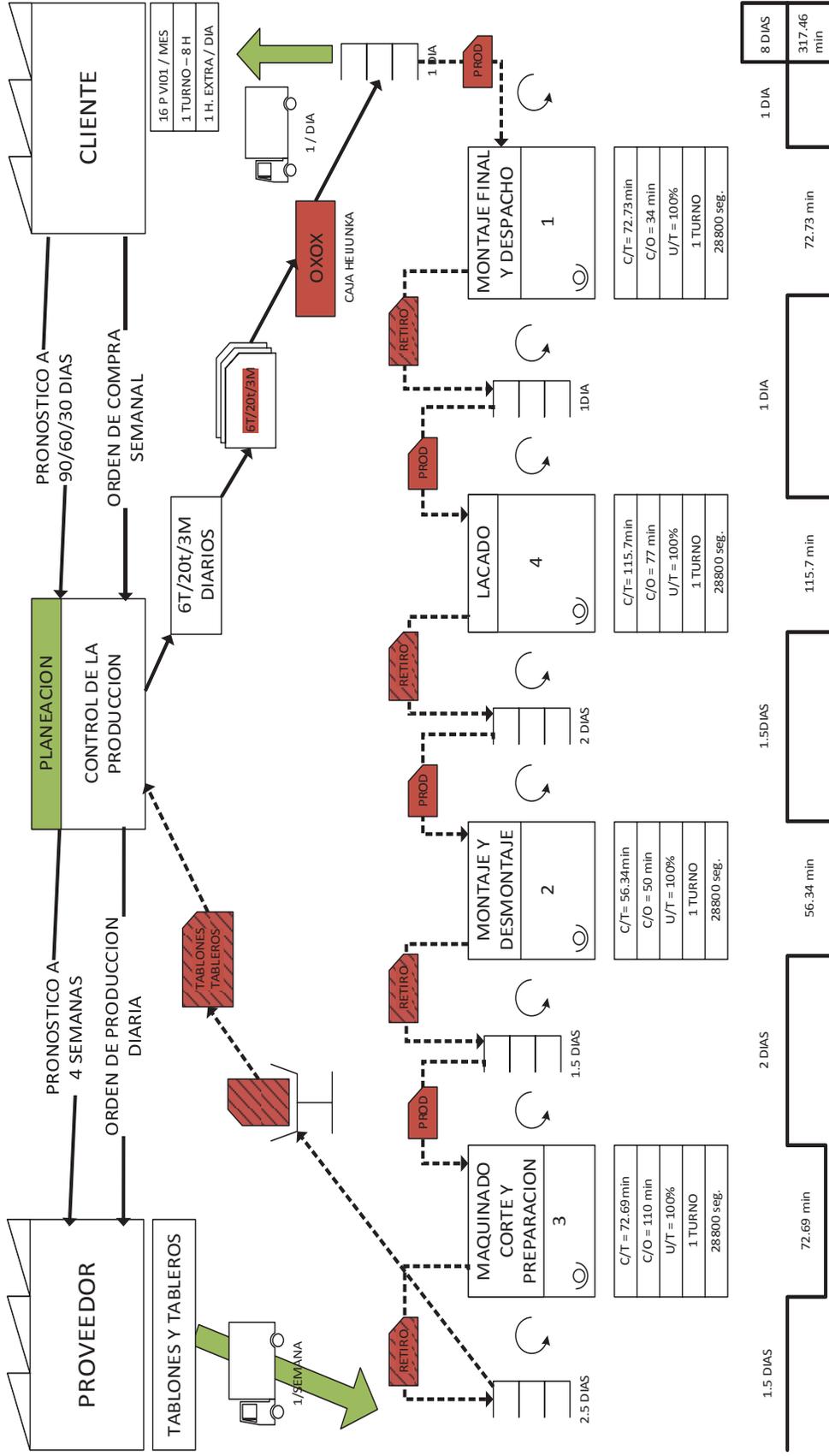


Figura 4.7: Mapa de Flujo de Valor Futuro

Fuente: Propia

Una vez implementada la gestión Lean Manufacturing en el sistema de producción de Maderas Melgar se generó un mapa de flujo de valor futuro, el cual pretende un mejoramiento considerable en los procesos, control del flujo de producción y la disminución de inventarios acumulados a diferencia del mapa de flujo de valor actual. El resultado obtenido del VSM Futuro diagnostica que la empresa requeriría 317.46 minutos que equivalen a 5 horas con 18 minutos aproximadamente para producir un producto Velador Imperial (VI01); mientras que con la reingeniería propuesta, el tiempo que tardaría la orden de producción para salir de la planta hacia el cliente es 8 días.

LEAD TIME: 8 Días. (Tiempo de Entrega de la Producción)

CICLO: 5H 18Min. (Tiempo de Procesamiento)

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En el presente proyecto se elaboró un estudio técnico del sistema de producción de la fábrica de muebles Maderas Melgar, con lo cual se presentó una propuesta de reingeniería del sistema de producción mediante un modelo de gestión Lean Manufacturing; que está enfocado en la eliminación de inventarios y control del flujo de valor de la empresa.

Con un cronometro y sistemas de monitoreo se identificaron los tiempos de producción, preparación y los tiempos que generan valor agregado al producto considerándolos como parámetros fundamentales para la creación del mapa de flujo de valor y con los cuales se realizaron cálculos para determinar los cuellos de botella presentes en el sistema de producción.

Se analizó la situación actual del sistema de producción de la fábrica y sus procesos, generando así un mapa de flujo de valor actual con el cual se obtuvo resultados reales y prácticos sobre los problemas y restricciones presentes en la línea de producción de la empresa.

Una vez analizados los procesos del sistema de producción se logró agrupar algunos procesos, considerados cuellos de botella, mediante los conceptos de tecnología de grupos, donde las partes, piezas y productos similares se agrupan en células de trabajo y los procesos necesarios para obtener estos productos se organizaron en celdas de trabajo especializadas.

Mediante una gestión 5S se clasificará los objetos necesarios e innecesarios presentes en las instalaciones del área de producción y posteriormente se los ordenará según las características de los elementos, iniciando así la estandarización dentro del sistema de producción con el objetivo fundamental de conseguir un ambiente de trabajo limpio, ordenado y amigable con el personal de la empresa.

Se plantea modificar la distribución de las instalaciones y optimizar el espacio físico dentro de los galpones de la fábrica, para favorecer la dinámica de producción y

mejorar los movimientos innecesarios producidos por la distribución actual, es por ello que se presentó el nuevo plano de distribución de las instalaciones, así como la redistribución de las estaciones de trabajo y sus procesos.

Para eliminar los inventarios acumulados en los procesos productivos, se plantea el uso adecuado de Kanbans de producción y retiro que son los más importantes para el manejo de inventarios mínimos en una fábrica de manufactura de productos, con lo cual se generará un sistema de producción de Jalar (JIT), es decir producir únicamente lo que se requiere mas no por arbitrariedad.

Los tiempos de preparación disminuirán considerablemente una vez que se aplique la gestión SMED, que busca obtener tiempos de preparación no mayores a diez minutos, tiempo adecuado para que un sistema de producción trabaje con inventarios mínimos y aumente implícitamente la productividad y rentabilidad de la empresa.

La reingeniería de operaciones del sistema de producción de la empresa culminó con la presentación de resultados esquematizados en el mapa de flujo de valor futuro, donde se observa claramente la disminución de inventarios y un mejor control de la producción gracias a las mejoras implementadas mediante una gestión Lean Manufacturing.

5.2. RECOMENDACIONES

Para plantear una reingeniería de operaciones en la empresa es recomendable iniciar con varias capacitaciones al personal sobre los temas que intervienen en la gestión Lean Manufacturing, es decir presentar los beneficios, ventajas y utilidades de aplicar este tipo de mejoramiento del sistema productivo.

Se recomienda que el supervisor de producción participe conjuntamente con los operarios al momento de la toma de datos en la línea de producción y registre mínimo tres mediciones con diferentes operarios en cada proceso para trabajar con tiempos promedio para que los cálculos futuros tengan mayor precisión en los resultados finales.

Es recomendable que al realizar la distribución de los productos por familias, se utilicen únicamente los productos con mayor demanda en los últimos años para ello

es recomendable utilizar el análisis de Pareto donde en el diagrama se presente el 20 % de los productos con mayor demanda que signifiquen el 80% de la utilidad de la empresa y con este lote de productos podremos obtener una mayor efectividad de la gestión Lean.

Los tiempos de preparación actual no son los más adecuados para la producción Lean, por lo que se recomienda que al mejorar estos tiempos se creen registros o documentos que indiquen lo que se realizó en las máquinas o en el proceso para que en el próximo mejoramiento se planteen nuevas alternativas a ejecutar y no realizar la misma gestión.

Al realizar el mejoramiento de los tiempos de preparación mediante la preparación interna y externa, se recomienda incluir la creación de guías de instructivos de todas las máquinas y equipos de la empresa, para que cualquier operario pueda utilizar las máquinas adecuadamente y sin dificultad para operar dichas máquinas.

Para implementar un mejoramiento de la producción mediante el uso de Kanbans, se sugiere fabricar contenedores móviles (supermercados) dentro de la fábrica para evitar costos adicionales de la gestión Lean, con estos contenedores de fácil movimiento se podrá transportar con mayor rapidez los elementos de un proceso a otro y así controlar con mayor eficiencia las tarjetas Kanbans adjuntas a estos contenedores.

Es recomendable mejorar continuamente la reingeniería de operaciones durante y después de su implementación para tener un seguimiento de lo realizado en cada una de las etapas implementadas y con ello empezar un nuevo estudio técnico para una nueva gestión de mejoramiento de los procesos productivos de la empresa; y así fortalecer la gestión Lean Manufacturing aplicada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Chase, R., & Jacobs, R. (2014). *Administracion de Operaciones. Produccion y Cadena de Suministros*. Mexico: McGraw-Hill.
2. Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administracion de Operaciones. Produccion y Cadena de Suministros*. Mexico: McGraw-Hill.
3. Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. México: Pearson Educación.
4. Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de Operaciones*. Mexico: Pearson Education.
5. Lamb, C., Hair, J., & McDaniel, C. (2002). *Marketing*. México: International Thomson Editores.
6. Stanton, W., Etzel, M., & Walker, B. (2004). *Fundamentos de Marketing*. México: McGraw-Hill.

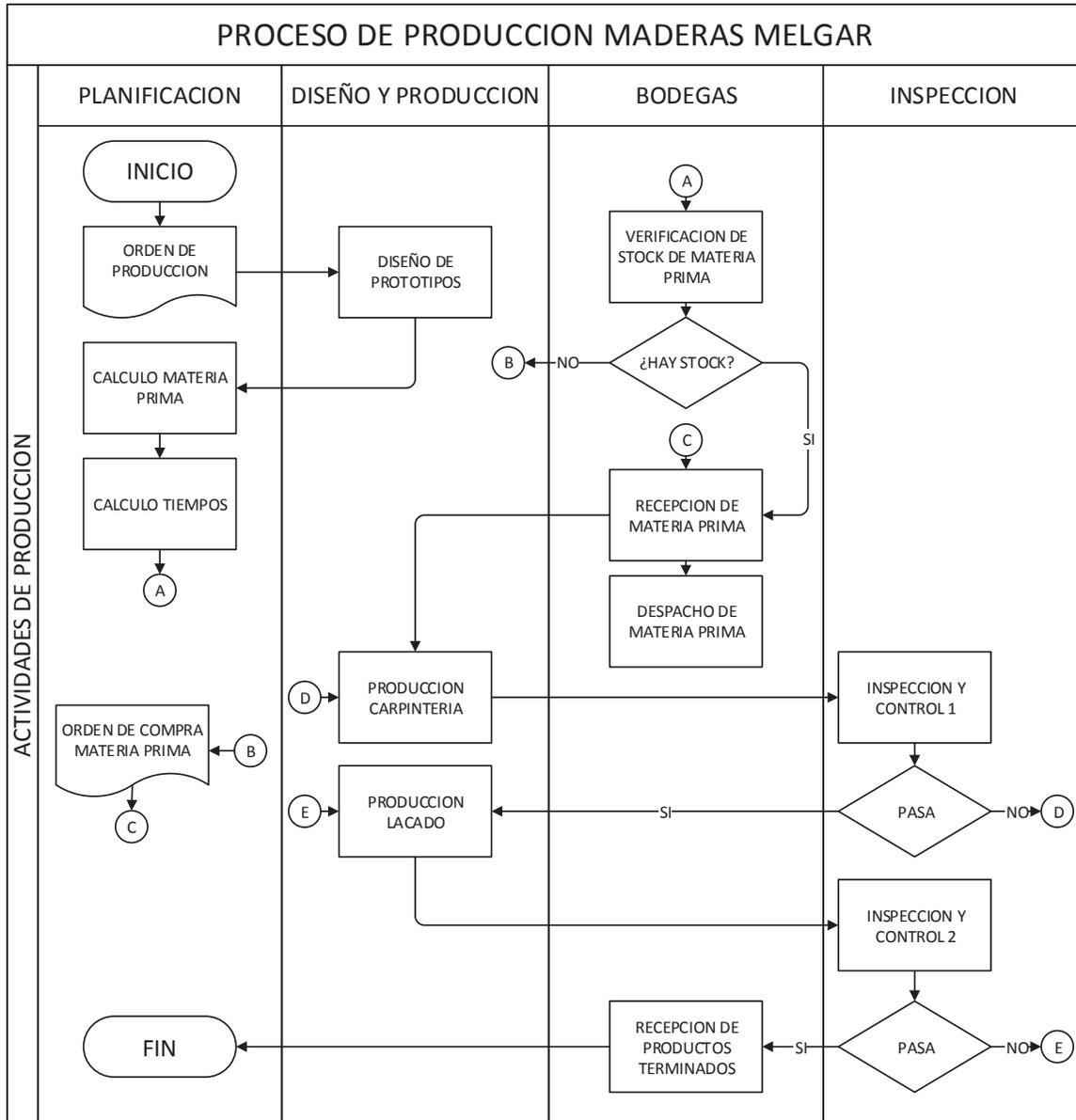
REFERENCIAS DE INTERNET

1. *Causas y Prevencion: Bizkaia*. (Enero de 2016). Obtenido de Bizkaia: http://www.bizkaia.eus/home2/Temas/DetalleTema.asp?Tem_Codigo=3746&idioma=CA&dpto_biz=7&codpath_biz=7%7C153%7C1879%7C3733%7C3735%7C3746
2. Cisneros, A. (s.f.). *Manufactura Esbelta*. Obtenido de <http://slideplayer.es/slide/1064849/>
3. Cuatrecasas, L. (Enero de 2016). *Software Adicional*. Obtenido de Profit Editorial: <http://www.profiteditorial.com/libros-de-empresa-y-negocios/operaciones-produccion-y-calidad/dise%C3%B1o-avanzado-de-procesos-y-plantas->
4. Escritura, S. (Junio de 2013). *¿Qué es Poka Yoke?* Obtenido de <http://www.industriahoje.com.br/o-que-e-poka-yoke/>
5. Espin, F. (Enero de 2016). *cdiconsultoria*. Obtenido de <http://www.cdiconsultoria.es/articulo-5s>
6. FXTRADER. (Abril de 2011). *Filosofía Justo a Tiempo*. Obtenido de <https://www.emprendices.co/filosofia-justo-a-tiempo-just-in-time-jit/>
7. GOOGLE. (Enero de 2016). *Google Maps*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/maps/@-0.1208993,-78.5080225,19.17z?hl=es>
8. Hohmann, C. (Enero de 2016). *herramientaheijunka.wordpress*. Obtenido de <https://herramientaheijunka.wordpress.com/ejemplo-basico/>
9. Katianap. (Marzo de 2013). *Filosofía Kanban*. Obtenido de <https://katianap.wordpress.com/2013/03/19/filosofia-kanban/>
10. LEAN, C. (2012). *Técnica de las 5S*. Obtenido de <http://www.cdiconsultoria.es/metodo-5s-tecnica-mejorar-calidad-valencia>
11. LEANROOTS. (2010). *Nivelado Multiproducto*. Obtenido de <http://leanroots.com/heijunka.html>

12. LEANROOTS. (2010). *One Piece Flow*. Obtenido de <http://www.leanroots.com/one-piece-flow.html>
13. Lopez, B. S. (Junio de 2016). *Herramientas para el Ingeniero Industrial*. Obtenido de [ingenieriaindustrialonline: http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/mapas-del-flujo-de-valor-vsm/](http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/mapas-del-flujo-de-valor-vsm/)
14. Ortuño, D. J. (Junio de 2016). *slideshare.net*. Obtenido de http://es.slideshare.net/jonathan_cuevas/mapeo-de-cadena-de-valor-vsm-estado-actual
15. Palau, M. (s.f.). *¿Qué es el Dropshipping?* Obtenido de <http://www.miguelpalau.com/proveedores-dropshipping.html>
16. *Quienes Somos: AIMA*. (Enero de 2016). Obtenido de AIMA: <http://www.aima.org.ec/objetivos.html>
17. *Quienes Somos: fpcorp*. (Enero de 2016). Obtenido de Corporacion Fundepim: <http://www.fpcorp.ec/corporacion.html>
18. *Quienes Somos: Maderero CAPEIPI*. (Enero de 2016). Obtenido de CAPEIPI: <http://maderero.capeipi.org.ec/index.php/quienes-somos/8-archivos-maderero>
19. Sandrine. (Agosto de 2010). *6 Sigma, Lean y Kaizen*. Obtenido de <http://www.caletec.com/blog/tag/evento-kaizen/page/2/>
20. *Takt time para obtener Lean Production: MI*. (Enero de 2016). Obtenido de MI Manufactura Inteligente: <http://www.manufacturainteligente.com/takt-time-para-obtener-lean-production/>
21. Urbangarden. (Noviembre de 2006). *Mock-up of Toyota assembly line*. Obtenido de <https://www.flickr.com/photos/urbangarden/336062325/>
22. wsterlin. (Enero de 2016). *Quantum TC*. Obtenido de <http://qtclean.forosactivos.net/t61-como-balancear-la-linea-usando-takt-time>

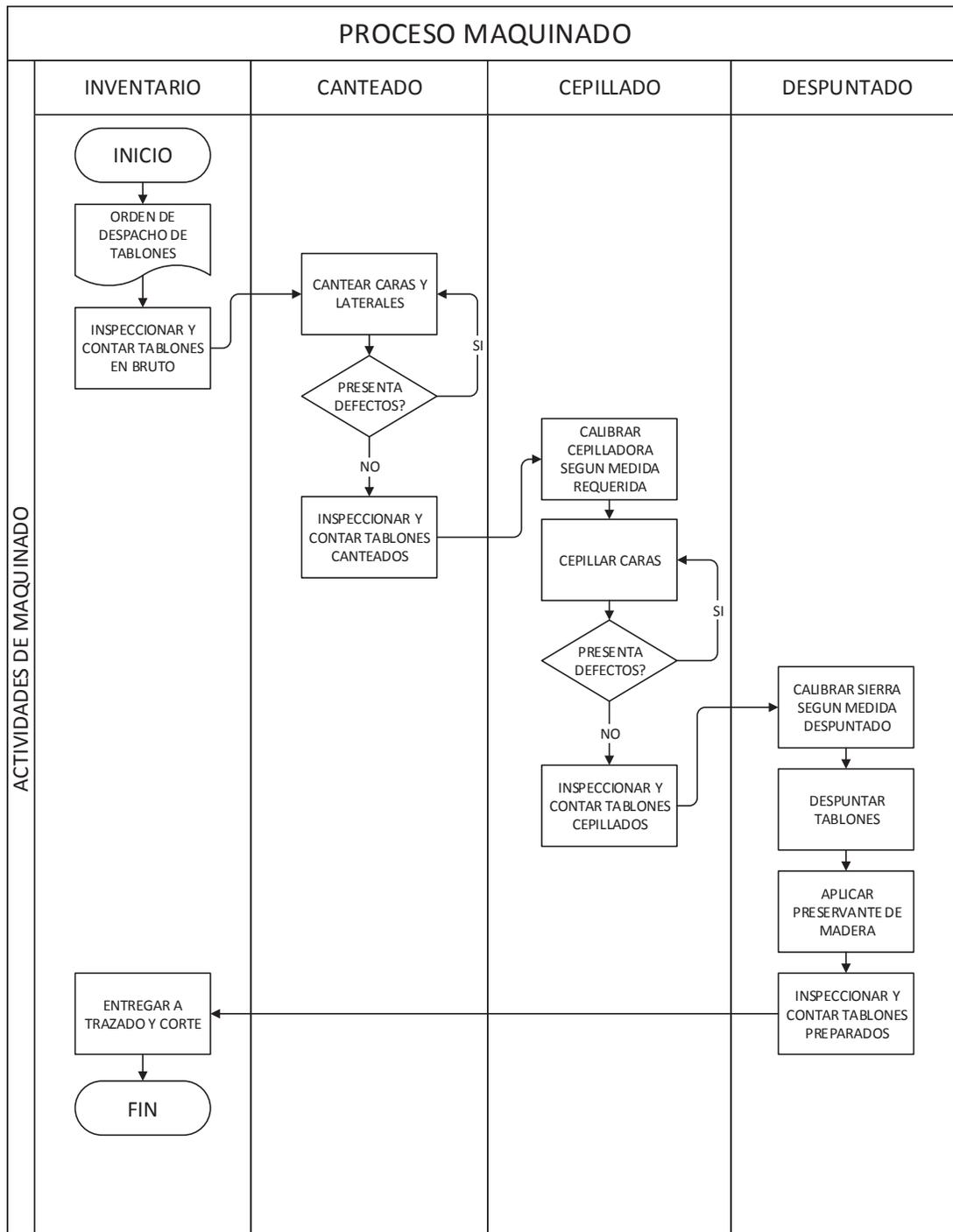
ANEXOS

Anexo A: Diagrama de Producción de la Empresa

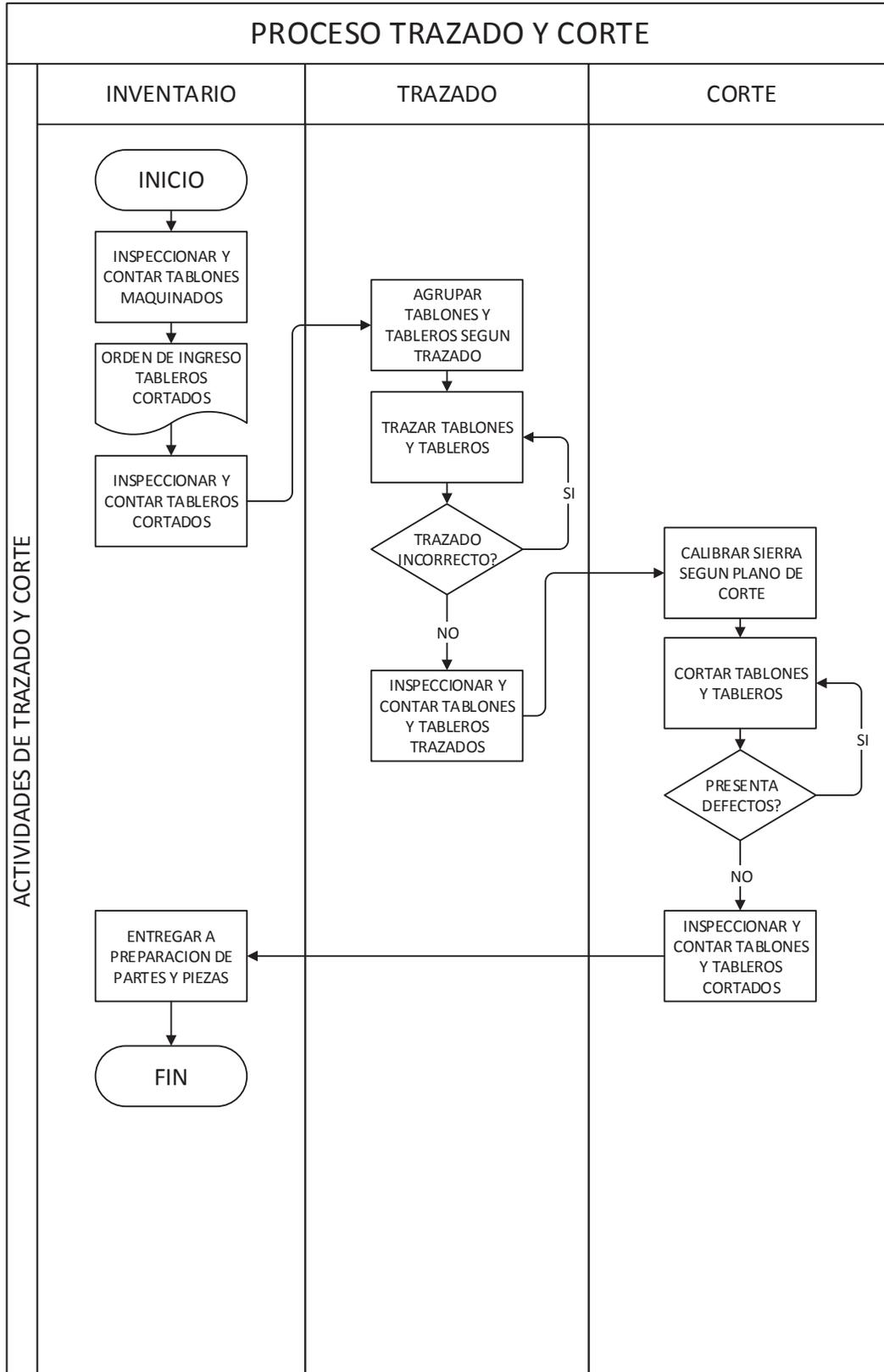


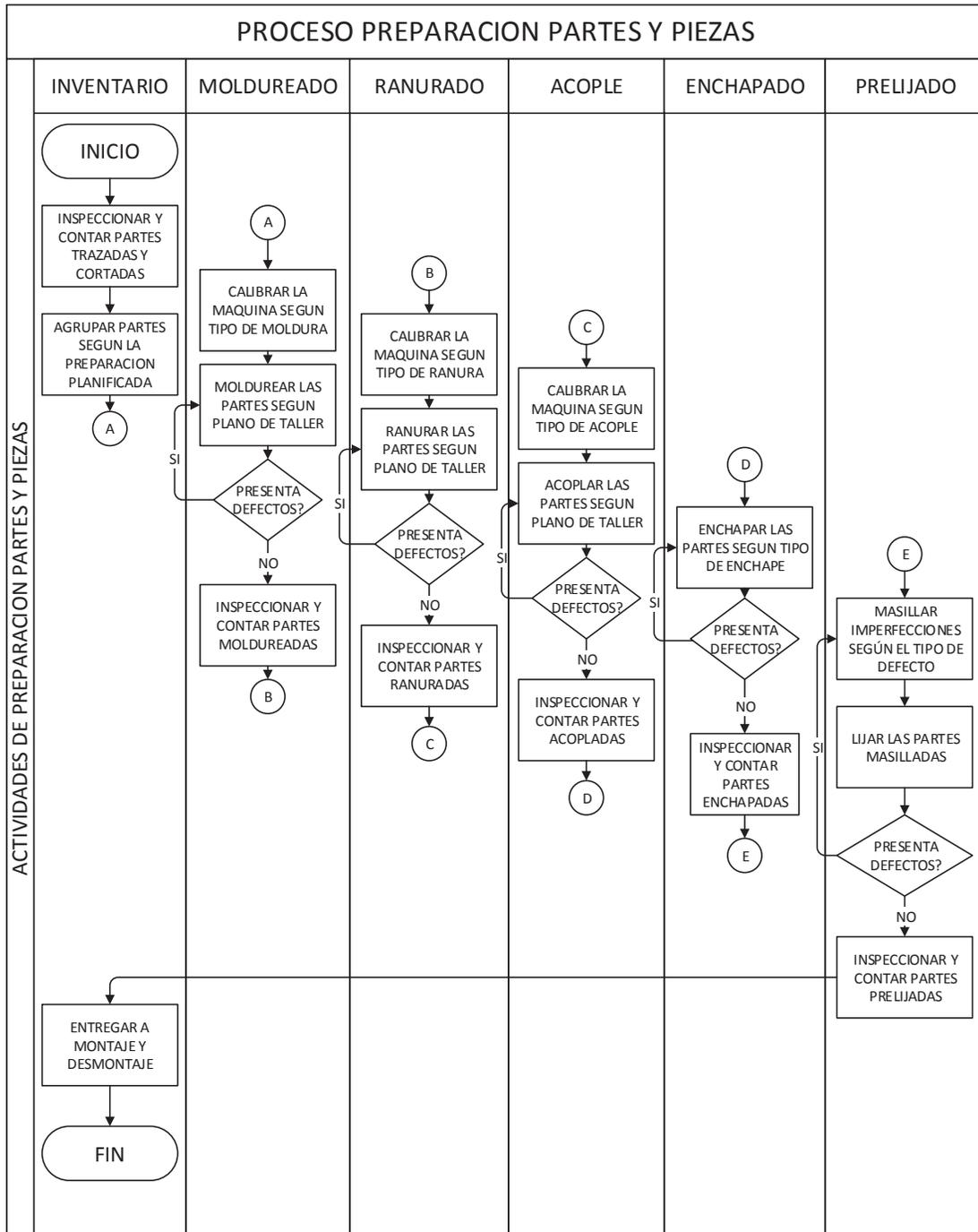
Fuente: Propia

Anexo B: Diagramas de Flujo de Procesos de la Empresa

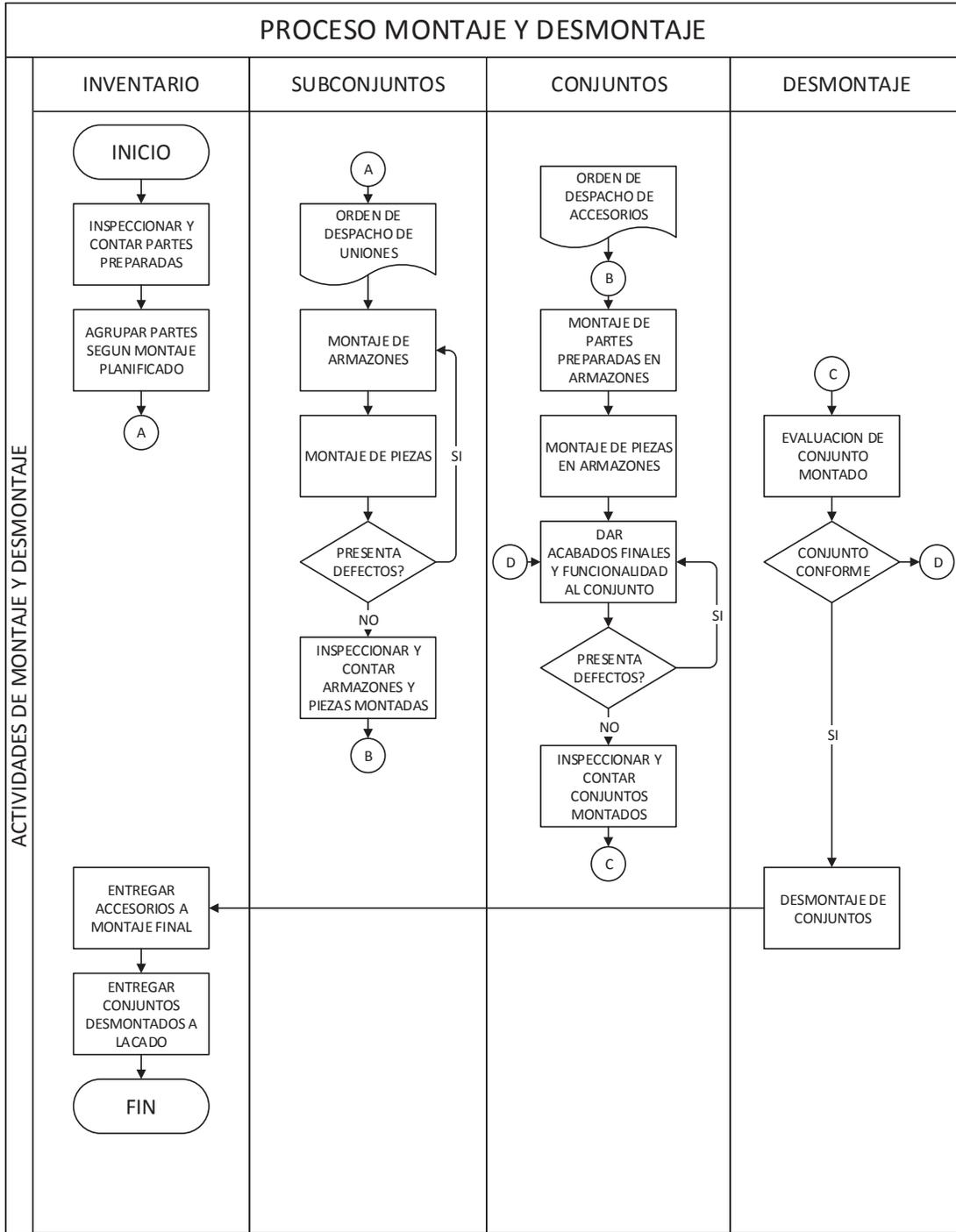


Fuente: Propia

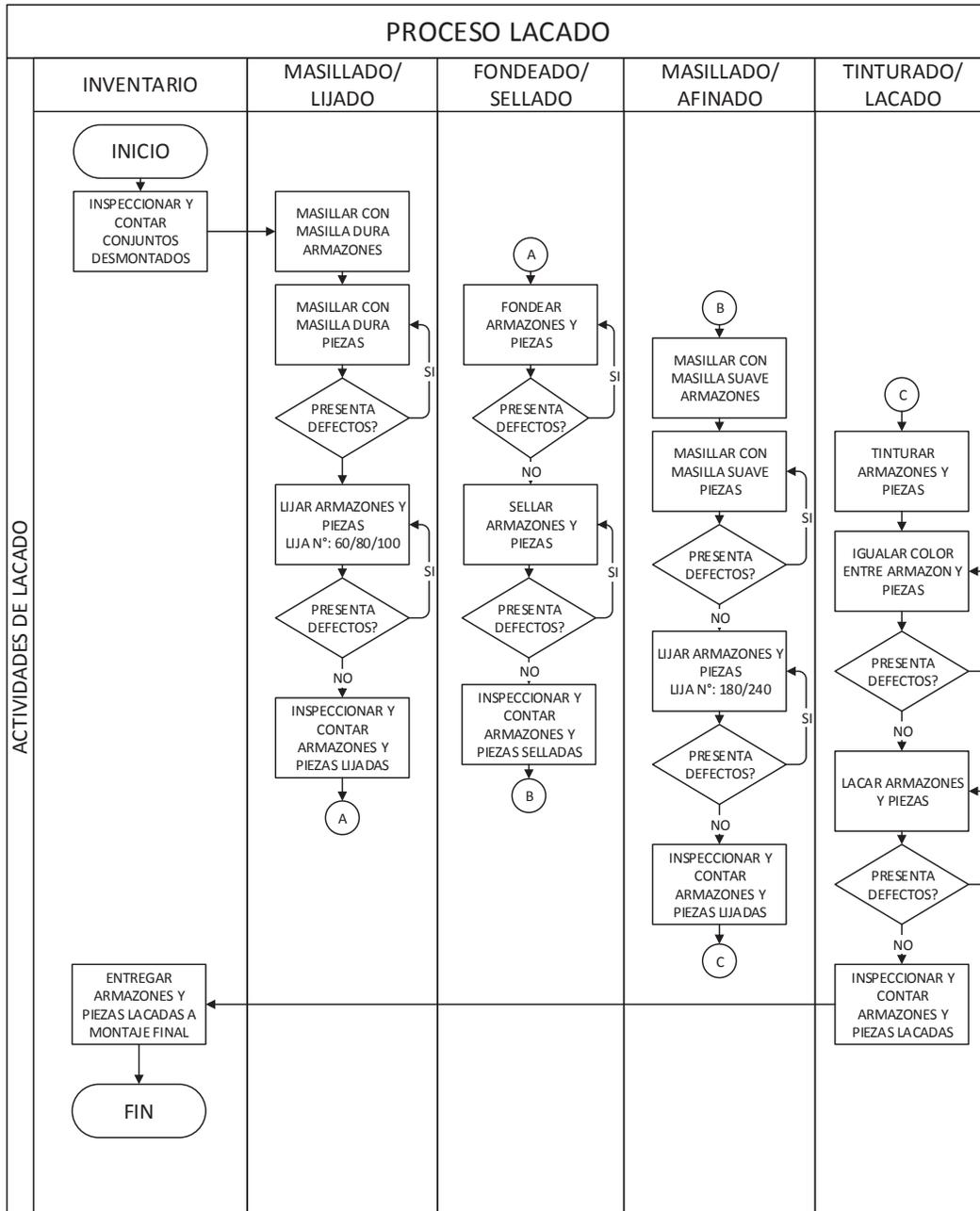




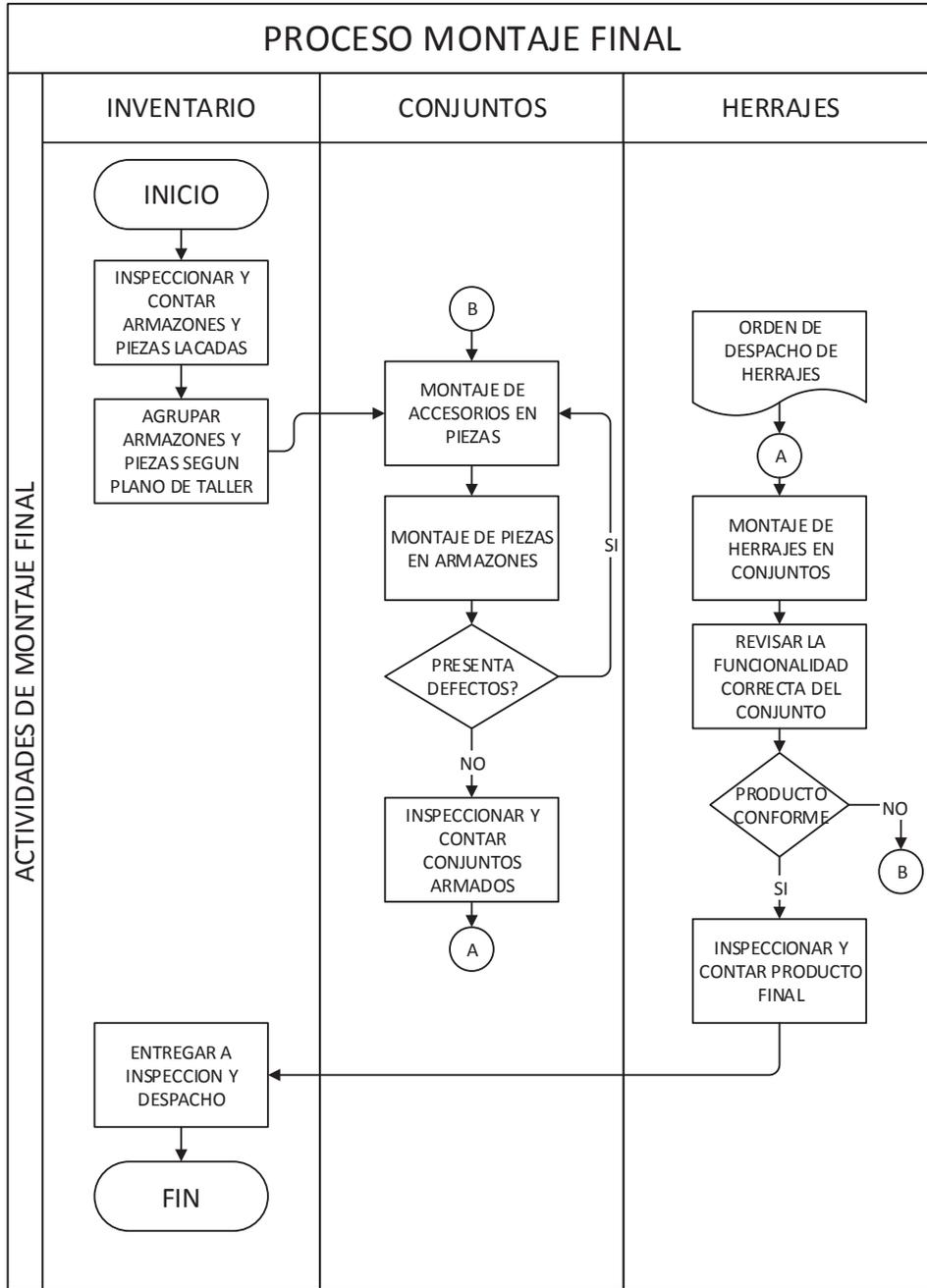
Fuente: Propia



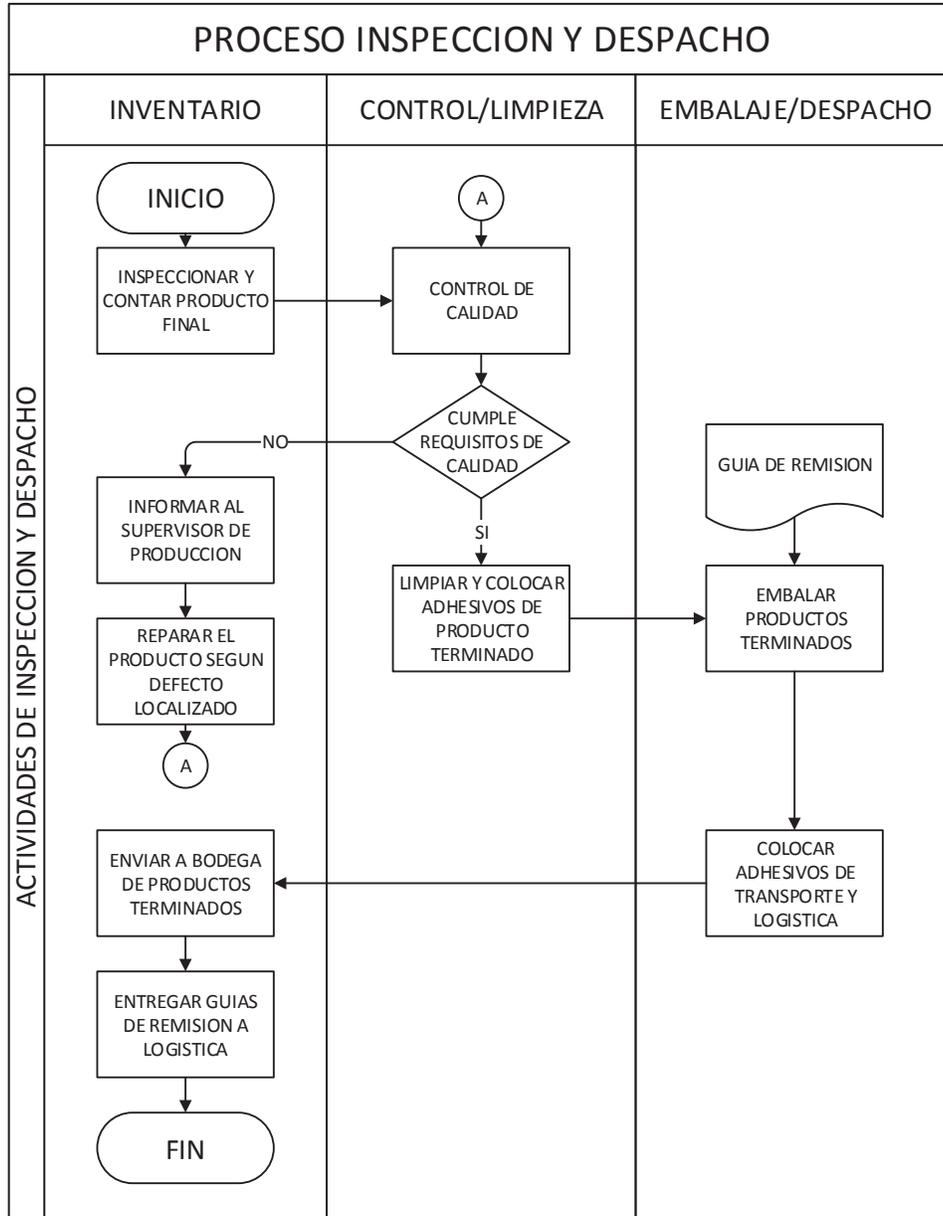
Fuente: Propia



Fuente: Propia

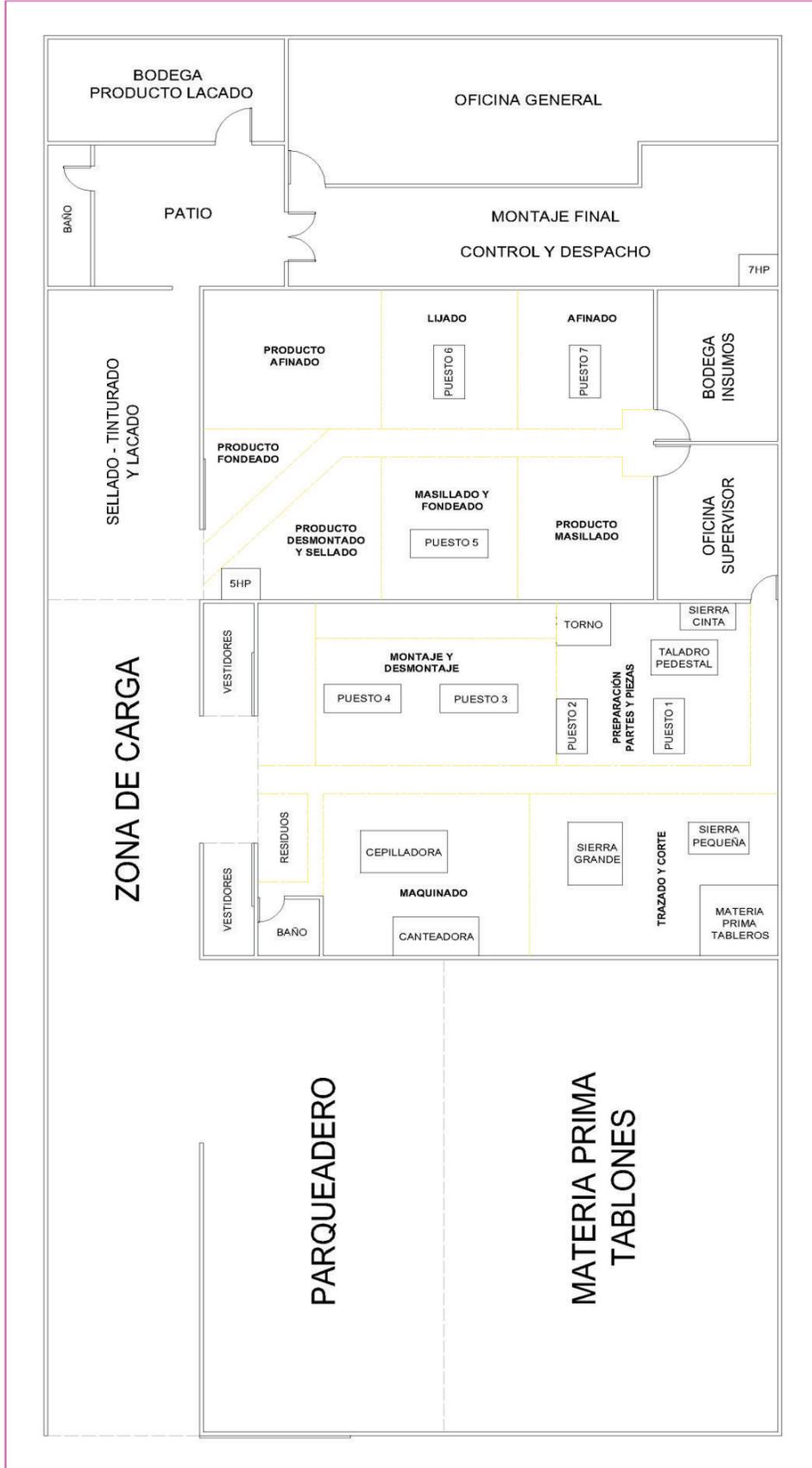


Fuente: Propia



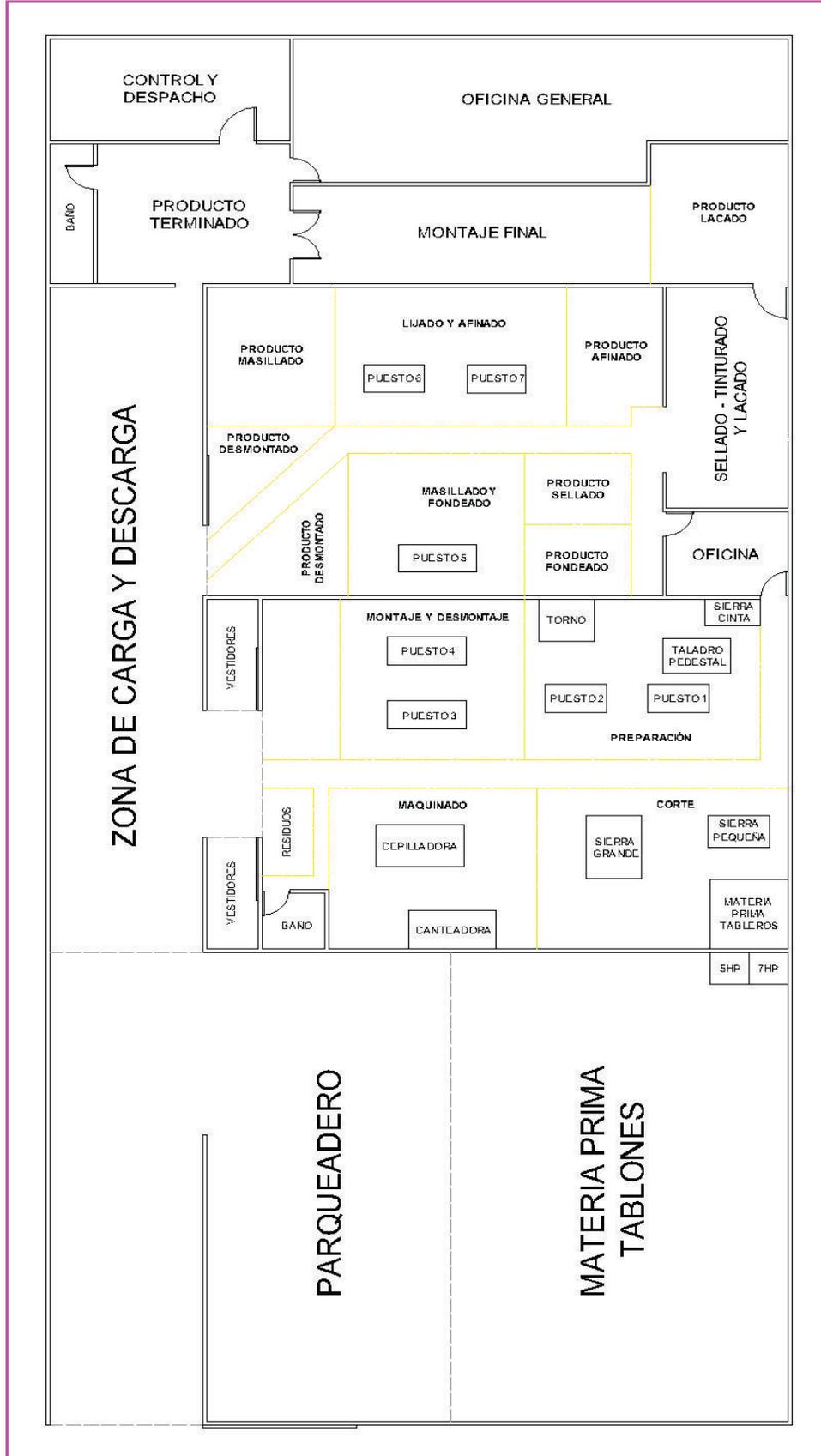
Fuente: Propia

Anexo C: Distribución de las Instalaciones



Fuente: Propia

Anexo D: Distribución de las Instalaciones Propuesta



Fuente: Propia