

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
VICERRECTORADO
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN EMPRESARIAL**



**“MODELO DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN
MANUFACTURING EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DE
MANUFACTURA DE MUEBLES DE MADERA DE LA
CIUDAD DE EL ALTO”**

**PROYECTO FINANCIADO CON RECURSOS PROPIOS
Resolución HCC N° 026/2021**

EQUIPO DE INVESTIGADORES:

Ing. Hugo Johnny Mamani Choque
Univ. Dania Ribalda Quispe Mamani
Univ. Neyda Churqui Calsina

**EL ALTO – BOLIVIA
2021**

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

AUTORIDADES

Dr. Carlos Condori Titirico
RECTOR

Dr. Efraín Chambi Vargas
VICERRECTOR

Dr. Antonio López Andrade Ph. D.
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Ing. Roger Llanque Villavicencio
DECANO DE ÁREA DE INGENIERÍA DE DESARROLLO TECNOLÓGICO PRODUCTIVO

REGISTRO SENAPI RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA NRO. 1-3499/2021

DERECHOS RESERVADOS: Universidad Pública de El Alto

Dirección UPEA: Av. Sucre s/n Zona Villa Esperanza

Diciembre. 2021
El Alto – Bolivia

PRESENTACIÓN

El Instituto de Investigación de la Carrera de Ingeniería en Producción Empresarial de la Universidad Pública de El Alto como un aporte de la universidad a desarrollo científico de nuestra comunidad científica presenta el proyecto de investigación titulado “MODELO DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DE MANUFACTURA DE MUEBLES DE MADERA DE LA CIUDAD DE EL ALTO”

Este proyecto de investigación consiste en desarrollar un estudio técnico para la establecer un modelo de aplicación de herramientas de la manufactura esbelta en las unidades productivas de la ciudad de El Alto, en el rubro de la manufactura de muebles de madera. El estudio se concentra en aplicar procedimientos de diagnóstico e implementación de un modelo de Lean Manufacturing adecuado para una unidad productiva del rubro. Para todos, la metodología iniciara con un diagnóstico preliminar y el análisis de las 5`s, y en función a estos dos aspectos se implementara las demás herramientas del presente estudio.

Para el Instituto de Investigación de la Carrera de Ingeniería en Producción Empresarial, el estudio pretende coadyuvar en la mejora de la planificación y control de la producción de muebles de madera; asimismo, optimizar tiempos y movimientos de productivos, control de inventarios e incrementar los ingresos para la unidad productiva.

Ing. Roger Llanque Villavicencio
DECANO DE AREA DE INGENIERÍA
AREA DE DESARROLLO TECNOLOGICO PRODUCTIVO

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Agradecimiento a la Universidad Pública de El Alto, las autoridades y plantel administrativo, quien nos brindó la oportunidad de desarrollar el presente estudio.

Al Decano de Área de Ingeniería de Desarrollo Tecnológico Productivo, por su paciencia y entrega de su tiempo para viabilizar los trámites administrativos en la Universidad.

En general a todo el equipo investigador también conformado por los estudiantes, que no su esfuerzo y empeño, logramos consolidar las partes y/o contenido del estudio.

Finalmente, a todas y cada una de las personas, colegas de la Universidad y amigos que me brindaron su apoyo, tiempo, ánimo e información para el logro de los objetivos.

Ing. Hugo Johnny Mamani Choque
INVESTIGADOR PRINCIPAL
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
INGENIERIA DE PRODUCCIÓN EMPRESARIAL

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.3. EL OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos Específicos	5
1.4. LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	5
1.5.1. Justificación Teórica	5
1.5.2. Justificación Metodológica	6
1.5.3. Justificación Práctica	6
1.5.4. Justificación social	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. ANTECEDENTES E INVESTIGACIONES RELATIVOS AL TEMA	7
2.2. PUNTOS DE VISTA DE OTROS INVESTIGADORES	8
2.3. ENFOQUE ELEGIDO POR EL INVESTIGADOR	9
2.4. SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA	11
2.4.1. Las 5's para orden y limpieza	11
2.4.2. Procedimiento para implementar las 5's	12
2.4.3. Control visual	16
2.4.3.1. Tipos de control visual	16
2.4.3.2. Procedimiento para implementar Andon	17
2.5. DISEÑOS ESBELTOS	17
2.5.1. Tecnología de grupos	17
2.5.2. Calidad desde el origen	18

2.6.	PRODUCCIÓN ESBELTA	18
2.6.1.	Heijunka	18
2.6.2.	Kanban	19
2.7.	MEJORAMIENTO ESBELTO	20
2.7.1.	Lotes reducidos	20
2.8.	TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA	20
2.8.1.	La hoja de registro de datos	20
2.8.2.	El diagrama de Pareto	20
2.8.2.1.	Procedimiento de elaboración	21
2.8.3.	El histograma	22
2.8.4.	El diagrama de estratificación.	22
2.8.5.	El diagrama causa efecto	22
2.8.5.1.	Metodología para elaborar un diagrama de Causas-Efecto	23
2.8.6.	El diagrama de dispersión el análisis de correlación	24
2.8.6.1.	Metodología	25
2.8.7.	Los gráficos de control.	25
2.9.	HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA EFECTIVIDAD DE LOS EQUIPOS	25
2.9.1.	Mantenimiento Productivo Total (MPT)	25
2.9.2.	Procedimiento para llevar a cabo el Mantenimiento Productiva Total (MPT)	26
2.10.	HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL TIEMPO DE ENTREGA Y LA CAPACIDAD	26
2.10.1.	Manufactura celular.	26
2.10.2.	Procedimiento para implementar la manufactura celular	27
2.10.3.	Cambios rápidos de productos	27
2.10.3.1.	Procedimiento para implementar SMED	28
2.11.	HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA CALIDAD	28
2.11.1.	Prevención con AMEF.	29

2.11.1.1.	Procedimiento para llevar a cabo el AMEF de proceso	29
2.11.2.	A prueba de errores Poka Yoke.	30
2.11.2.1.	Procedimiento para implementar Poka Yoke	30
2.11.3.	Solución de problemas con las 8 D's.	31
2.11.3.1.	Procedimiento para implementar las 8 D's	31
2.11.4.	Seis Sigma para reducción de la variación.	32
2.11.4.1.	Procedimiento para implementar Seis Sigma	32
2.12.	HERRAMIENTAS PARA CONTROL DE MATERIALES Y DE PRODUCCIÓN	32
2.12.1.	<i>Kanban</i> , para control de materiales y de producción.....	32
2.12.1.1.	Procedimiento para implementar Kanban	33
2.12.2.	<i>Heijunka</i> , para la secuenciación de la producción.....	33
2.12.2.1.	Procedimiento para implementar Heijunka.....	33
2.13.	INTEGRACIÓN Y CONTROL DE LA INFORMACIÓN	33
2.13.1.	Trabajo estándar.....	33
2.13.1.1.	Procedimiento para implementar el trabajo estándar	34
2.13.2.	Contabilidad Lean para la toma de decisiones.	35
2.13.2.1.	Procedimiento para implementar Lean Accounting.....	35
2.14.	HERRAMIENTAS PARA LA REDUCCIÓN DE ENERGÍA	36
2.14.1.	Ahorro de energía.....	36
2.14.2.	Mediciones importantes.....	36
2.14.3.	Procedimiento para llevar a cabo un evento de ahorro de energía.....	38
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO		39
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	39
3.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	39
3.3.	VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	49
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	50
3.5.	AMBIENTE DE LA INVESTIGACIÓN	51

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	51
3.6.1. Operacionalización de las variables.....	51
3.7. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	52
3.7.1. FASES DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LEAN MANUFACTURING.....	52
7.3.1.1. Recolección de Datos	52
7.3.1.2. Formación del personal en Sistema de Lean Manufacturing	55
7.3.1.3. Análisis de las Operaciones y su Flujo.....	55
7.3.1.4. Mapeo de Flujo de Valor Actual	56
7.3.1.5. Fase de Estudio y Diseño.....	56
7.3.1.6. Mapa de Flujo de Valor Futuro	57
7.3.1.7. Fase de Implementación	57
7.3.1.7.1. Plan de Implementación de la 5's	59
7.3.1.7.2. ETAPAS DE CONTROL DE LAS 5S	64
CAPITULO IV: RESULTADOS	65
4.1. DIAGNÓSTICO LEAN	66
4.1.1. Interpretación y uso del diagnóstico.....	67
4.2. FASES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO LEAN	68
4.2.1. FASE 0. Tradicional: Preparación.....	68
4.2.2. FASE 1. Aplicación: Crear un flujo continuo en áreas piloto	70
4.2.3. FASE 2. Administración por cadenas de valor (FASE INICIAL)	72
4.2.4. FASE 2. Administración por cadenas de valor (FASE MADURA)	75
4.2.5. FASE 3. Organizaciones Lean: Pensamiento esbelto.....	77
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	80
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES	81
Bibliografía.....	82
ANEXOS	85
ANEXO 1: Resultado encuesta caracterización del carpintero (Sector Muebles)	86

ANEXO 2: Resultado encuesta factores de competitividad de las MyPE's	90
ANEXO 3: Resultado encuesta para identificar los programas y ayuda para fortalecimiento a las PyMEs	93

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Población de carpinteros y artesanos de la madera, según departamento, CENSO 2012	3
Figura 2: Esquema herramientas Lean Manufacturing “Casa Toyota”	10
Figura 3: Sistema de Producción Toyota	11
Figura 4: Sistema de Producción Toyota	13
Figura 5: Tecnología de grupos	18
Figura 6: Representación gráfica del diagrama de Pareto	21
Figura 7: La posición del efecto.	23
Figura 8: Principales categorías del Diagrama Causa-Efecto	23
Figura 9: Diagrama Causa-Efecto y sus niveles de analisis.	24
Figura 10: Diagrama de Ishikawa para más de un proceso	24
Figura 11: Mapa de proceso de manufactura de muebles	30
Figura 12: Parte de etapa de proceso para manufactura de muebles	31
Figura 13: Diagrama del árbol	41
Figura 14: Diagrama de objetivos	42
Figura 15: Estructura analítica	45
Figura 16: Fases de implementación del Sistema Lean Manufacturing	52
Figura 17: Fases de implementación de un proyecto Lean.	65
Figura 18: El camino de la maduración Lean	67
Figura 19: Procedimiento de preparación	68
Figura 20: Creación de un flujo continuo en áreas piloto	70
Figura 21: Administración por cadenas de valor (FASE INICIAL)	72
Figura 22: Administración por cadenas de valor (FASE MADURA)	75
Figura 23: Organizaciones Lean	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Hoja de medición de tiempos	34
Tabla 2: Capacidad de operación	34
Tabla 3: Selección de alternativas	43

Tabla 4: Análisis de alternativas	43
Tabla 5: Propuesta de evaluación 5's	59

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Análisis de involucrados.....	39
Cuadro 2: descripción del resumen narrativo	44
Cuadro 3: Indicadores de Marco lógico	46
Cuadro 4: Identificación de medios de verificación	47
Cuadro 5: Identificación de supuestos	48
Cuadro 6: Estructura de la Matriz de Marco Lógico	48
Cuadro 7: Identificación de Variables	49
Cuadro 8: Operacionalización de variables	51
Cuadro 9: Procesos, personal y maquinaria en Planta de Manufactura de Muebles de Madera.....	53
Cuadro 10: Matriz “Productos x Procesos”	54
Cuadro 11: Plan Kaizen propuesto para la manufactura de muebles de madera	58
Cuadro 12: Propuesta de evaluación 5's.....	59
Cuadro 13: Tarjeta roja (Registro de elementos innecesarios).....	61
Cuadro 14: Tarjeta roja (Registro de elementos innecesarios).....	61
Cuadro 15: Lista objetos y/o elementos necesarios.....	62
Cuadro 16: inventarios mínimo y máximo.....	62
Cuadro 17: Tradicional (Duración: 1 – 3 meses).....	69
Cuadro 18: Aplicación (Duración: 4 – 6 meses)	71
Cuadro 19: Administración por cadenas de valor (Duración: 12 meses).....	73
Cuadro 20: Administración por cadenas de valor (Duración: 12 – 24 meses).....	76
Cuadro 21: Organización Lean (Duración: Permanente)	78
Cuadro 23: Propuesta del Plan Kaizen para la manufactura de muebles de madera.....	79

RESUMEN

Actualmente, en el Municipio de El Alto se concentra una gran cantidad de MyPE's formales e informales en el rubro de la carpintería de elaboración de muebles de madera. Sin embargo, afrontan ciertas problemáticas en el mercado causados por productos sustitutos (Muebles de melamina y similares) a precios inferiores y/o competitivos; asimismo, presentan una gran variedad modelos minimalistas. Otra de las problemáticas, está en la dificultad de disponer de la materia prima (Variedad de madera), debido a las nuevas disposiciones de control por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT).

Para fines del presente estudio, se realiza el análisis sobre aspectos de mejora continua de la productividad, impulsados por nuestra casa superior; el estudio inicia con una revisión de las investigaciones referentes a la temática y metodologías adecuados aplicables según las herramientas de Lean Manufacturing.

La aplicación adecuada de un modelo para la mejora de los procesos de producción, requiere realizar un diagnóstico Lean y en función a la interpretación y/o análisis de la misma, permitirá establecer un punto de partida en la implementación, formular los planes y estrategias correspondientes. Por otro lado, de forma paralela se realizara una caracterización de las unidades productivas y los factores de competitividad, para identificar escenarios de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing adecuados de acuerdo a particularidad de cada PyME.

Seguidamente se elabora un modelo sujeto a las fases de la implementación de un proyecto Lean Manufacturing, con el objeto de mejorar los procesos de producción en la manufactura de muebles de madera. Las principales fases son las siguientes: Fase 0. (Tradicional: preparación), Fase 1. (Aplicación crear un flujo continuo en áreas piloto), Fase 2. (Administración por cadenas de valor) y Fase 3. (Organizaciones Lean: pensamiento esbelto)

ABSTRACT

Currently, in the Municipality of El Alto a large number of formal and informal MyPE's are concentrated in the area of carpentry for the manufacture of wooden furniture. However, they face certain problems in the market caused by substitute products (melanin furniture and the like) at lower and / or competitive prices; likewise, they present a great variety of minimalist models. Another problem is the difficulty of having the raw material (Variety of wood), due to the new control provisions by the Authority for the Supervision and Social Control of Forests and Land (ABT).

For the purposes of this study, the analysis is carried out on aspects of continuous improvement of productivity, promoted by our superior house; The study begins with a review of the research on the subject and appropriate methodologies applicable according to Lean Manufacturing tools.

The proper application of a model for the improvement of production processes requires a Lean diagnosis and based on its interpretation and / or analysis, it will allow to establish a starting point in the implementation, formulate the corresponding plans and strategies. . On the other hand, in parallel, a characterization of the productive units and the competitiveness factors will be carried out, to identify scenarios for the application of the appropriate Lean Manufacturing tools according to the particularity of each SME.

Next, a model is elaborated subject to the phases of the implementation of a Lean Manufacturing project, in order to improve the production processes in the manufacture of wooden furniture. The main phases are: Phase 0. (Traditional: preparation), Phase 1. (Application to create a continuous flow in pilot areas), Phase 2. (Management by value chains) and Phase 3. (Lean organizations: lean thinking)

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Los principales problemas en las empresas o PyMEs es la competitividad en el mercado con sus similares productos o por productos sustitutos. Por otro lado, de forma interna también se presentan procesos que no generan un valor agregado esperado, reduciendo una ventaja competitiva. Para revertir estos aspectos, será importante mejorar los procesos que permitan disminuir tiempos de producción y otras variables de producción.

En tal sentido, el presente estudio busca aplicar conceptos y herramientas Lean Manufacturing en líneas de producción; con la finalidad de agregar valor agregado a la empresa a través del aumento de la eficiencia productiva. Por consiguiente la disminución en tiempos de producción, minimizar costos de producción y tiempos de entrega de los productos, brindará competitividad y satisfacción del cliente.

El estudio inicia con una revisión de las investigaciones referentes al tema y la elaboración del marco teórico; con la finalidad de identificar los conceptos metodológicos de la teoría Lean Manufacturing.

Posteriormente, se elabora la caracterización de las unidades productivas y los factores de competitividad, para identificar escenarios para la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing adecuados de acuerdo a particularidad de una PyME.

Seguidamente se elabora un modelo sujeto a una serie de procedimientos específicos según la teoría de Lean Manufacturing, con el objeto de mejorar los procesos de producción en la manufactura de muebles de madera.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Bolivia la mayor parte de la fábrica de muebles y complementos en madera son artesanales; generalmente tienen un sistema de producción ineficiente y poco productivo; en la cual, se puede evidenciar gran cantidad de inventarios atrapados, incumplen los tiempos de producción y comercialización.

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), en el Estado Plurinacional de Bolivia, 55.598 personas declararon realizar la actividad de carpintería y artesanía de la madera; de esta cifra, 92,1% es varón y 7,9%, mujer, informó el Instituto Nacional de Estadística a propósito de celebrarse el Día del Carpintero. (INE, 2017)

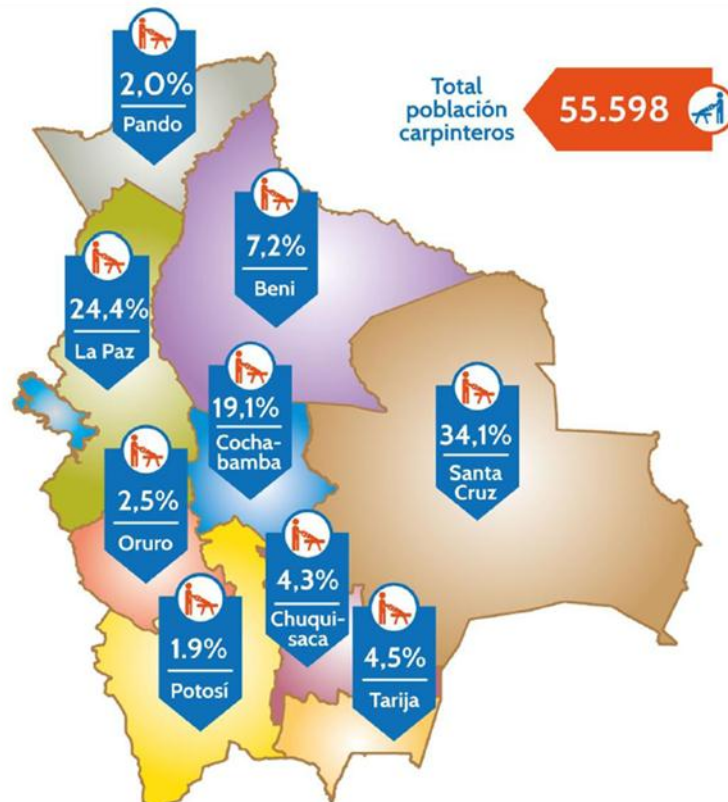


Figura 1: Población de carpinteros y artesanos de la madera, según departamento, CENSO 2012

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), 19 de marzo de 2017

Nota: Incluyen operadores de instalaciones de procesamiento de madera y fabricación de productos de madera

Actualmente, en La ciudad de El Alto se cuenta con un sin número de talleres, empresas y microempresas dedicados al rubro de la fabricación de muebles de madera; según información del INE, no tiene segmentada la cantidad de carpinteros en esta Ciudad. Sin embargo, la mayoría de estas actividades están concentrados principalmente en la zona 16 de Julio (Calle: Nery y su alrededor) y Zona Villa Dolores (Av. Tihuanacu), asimismo sus puntos de exposición y ventas.

Durante los últimos años, dentro del rubro de la manufactura de muebles de madera se hizo más complejo, a falta de oferta de materia prima debido a las nuevas disposiciones de control por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra (ABT).

En virtud a la misma, muchas empresas del rubro referido optaron por utilizar sustitutos de la materia prima (madera) por la melanina, tablero aglomerado forrado con formica y combinación con estructura metálica.

Con la finalidad de analizar el problema fundamental en la manufactura de muebles de madera, se desarrolló una encuesta preliminar en la Feria de la 16 de julio (Ver Anexo 1), identificado como el punto de venta más representativo de la ciudad de El Alto. En resumen podríamos concluir el desconocimiento de las herramientas de Lean Manufacturing como tal; sin embargo, el 47% de los entrevistados se dedicó en el negocio por aspectos familiares y el 53% por herencias de los inmuebles con el referido rubro.

Los problemas o inconvenientes para sostener este negocio, el 60% de los entrevistados indica la falta de Inversión y el 33% indican la inexperiencia de los mismos propietarios y/o trabajadores; en general, la mayoría inicio como trabajador en otras actividades similares.

Por otro lado, también se observa la presencia de productos sustitutos a los muebles de madera, en la cual el 27% también elabora muebles de melanina y un 40% fabrica muebles de aluminio y/o combinados. Por tal situación, entendemos por los requerimientos relevantes de los clientes que son: Costo del producto, calidad del producto y tiempo de entrega.

También se puede evidenciar, que más del 90% son adquiridos los muebles de madera por comerciantes minoristas; en tal sentido, las empresas y/o microempresas deben cumplir con los tiempos de entrega, calidad del producto y costos bajos y/o competitivos para llegar al consumidor final.

Por lo expuesto, se puede deducir que el principal problema en las manufactureras de muebles de madera, la falta de mejora en los sistemas productivos. En tal sentido, será pertinente la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta adecuados para cada unidad productiva.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo lograr una mejora en el sistema de producción de muebles de madera mediante la gestión de las herramientas de Lean Manufacturing?

1.3. EL OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

Elaborar un modelo de mejora del sistema de producción en las unidades productivas de manufactura de muebles de madera, aplicando herramientas de Lean Manufacturing.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del sector manufactura de muebles de madera para la caracterización del microempresario carpintero y los factores de competitividad.
- Identificar los principales procesos de manufactura de muebles de madera para su posterior estandarización.
- Plantear modelos de herramientas de Lean Manufacturing adecuados para la mejora del sistema de producción de una unidad productiva.

1.4. LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

A partir de la aplicación de un modelo de herramientas Lean Manufacturing, contribuye a la mejora del proceso de producción en las unidades productivas de manufactura de muebles de madera de la ciudad de El Alto.

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.5.1. Justificación Teórica

El estudio se toma como directriz fundamental en aplicar un modelo de gestión mediante las herramientas de Lean Manufacturing; es uno de los modelos mayormente aplicados en las industrias de manufactura y ensamblaje. Lean Manufacturing se fundamenta como un estudio integrado de actividades diseñado para la mejora de la producción.

1.5.2. Justificación Metodológica

La metodología que se pretende emplear, se basará en la administración de operaciones, producción y cadena de suministros. A partir de la misma, se mejorará los procesos de producción. Asimismo, permitirá el analizar aspectos internos y externos de la empresa y/o microempresa.

1.5.3. Justificación Práctica

Con el presente estudio se propone una mejora en el sistema de producción dedicada a la manufactura de muebles de madera; también coadyuvará 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.

1.5.4. Justificación social

Las PyMEs se han convertido en un flujo de salida del desempleo y concentra la gran masa de la Población Económicamente Activa (PEA). En tal sentido, la aplicación de un modelo Lean Manufacturing adecuado para una unidad productiva, podría mantener vigente en el mercado los muebles de madera y competir con los productos sustitutos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES E INVESTIGACIONES RELATIVOS AL TEMA

Con la finalidad de establecer aspectos importantes sobre la implementación de herramientas Lean Manufacturing, se desarrolló investigaciones previas y análisis sobre información de tesis, artículos y proyectos referente a la temática en estudio; de las cuales se resaltan los siguientes:

En el trabajo de grado bajo el Título “FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESARROLLO DE LAS MYPES CASO: EMPRESAS DE FABRICACIÓN Y ARMADO DE MUEBLES DE MELAMINA DE LA CIUDAD DE EL ALTO; ZONA 16 DE JULIO”, Autores: Franz Alejandro Alave Figueroa y Jhonny Fredd Mamani Mamani; en la cual plantean en identificar los factores que inciden en el desarrollo de las microempresas dedicadas a la fabricación y armado de muebles de melanina; la principal conclusión demuestra el desconocimiento por parte de los microempresarios del sector, respecto a los programas, servicios y capacitaciones que brindan las diferentes instituciones para fortalecer sus conocimientos en materia de innovación y nuevas tendencias para aplicar las herramientas de Lean Manufacturing. (Alave Figueroa & Mamani Mamani, 2018)

El trabajo de investigación titulado: “ANÁLISIS DE LAS HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA ELIMINACIÓN DE DESPERDICIOS EN LAS PYMES” Autora: Yenny Alejandra Aguirre, en la cual aplican herramientas de Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios, disminución en los tiempos de espera, defectos y eficiencia en la mano de obra; la misma se concluye identificando un mayor impacto en la eficiencia productiva, mediante la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing en conjunto, dando como resultado de esta aplicación combinada. (Aguirre Alvarez, 2014)

El desarrollo de una “GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LEAN DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE DORMITORIOS DE LA FÁBRICA DE MUEBLES LA CARPINTERÍA DEL GRUPO COLINEAL”; en la cual, los autores Juana Soledad Carrillo Estrella y Aida Priscila López Vintimilla, establecieron el levantamiento de información de la labor productiva en dicho rubro, para identificar actividades que no agregan valor al proceso. El objetivo de la guía es para plantear propuestas de aplicación que permita

reducir los costos, entregar los productos justo a tiempo, y obtener una reducción del tiempo de ciclo de producción. (Carrillo Estrella & López Vintimilla, 2012)

En la Revista 3C TECNOLOGÍA, en el artículo científico bajo el Título: LEAN MANUFACTURING, QUE ES Y QUE NO ES, ERRORES EN SU APLICACIÓN E INTERPRETACIÓN, Publicado en la Edición número 13, Vol. 4; en la misma explica cuáles son los errores más comunes en la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing; asimismo, recomienda en conjugar con la metodología o filosofía Kaizen, para conseguir otros objetivos importantes como: el bienestar del personal, crear empleados polivalentes, capaces de realizar tareas diferentes con agilidad, buen espíritu de trabajo en equipo, cultura de innovación, empleados proactivos, condiciones laborales placenteras y larga vida de las maquinarias. (Gisbert Soler, 2015)

2.2. PUNTOS DE VISTA DE OTROS INVESTIGADORES

De la misma forma se revisó los puntos de vista de otros investigadores sobre la implementación de herramientas Lean Manufacturing en las unidades productivas, en las tesis y proyectos de grado enfocado a la mejora del sistema productivo, de las cuales se resaltan los siguientes:

En el trabajo de grado titulado “MEJORAR EL SISTEMA PRODUCTIVO DE UNA FÁBRICA DE CONFECCIONES EN LA CIUDAD DE CALI APLICANDO HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING”, Autores: David Felipe Cabrera y Daniela Vargas de la Universidad ICESI, utilizaron las herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad y competitividad en el área productiva. A partir del uso de las metodologías que implementan una mejora continua, para reducir inventarios y desperdicios; con el estudio demostraron que con una mínima inversión es posible obtener cambios para aumentar la productividad. (CABREA MARTINEZ & VARGAS OCAMPO, 2011)

El proyecto de grado denominado: “PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA INDUSTRIAS ROMIL S.A.S.” elaborado por los autores Angie Valentina Ordóñez Rendón y Jhon Steven Milques Vargas; en la cual, plantean en uno de los objetivos específicos a identificar los métodos y herramientas de ingeniería industrial necesarias para mejorar la productividad en el área de producción. Efectuada el análisis, concluyen proponiendo una secuencia estructurada de metodología de implementación de

herramientas específicas de Lean Manufacturing e ingeniería Industrial, fundamentada en la literatura para el aumento de la productividad en el área de producción; además, puede ser adaptada e integrada hacia los demás departamentos de acuerdo a los desperdicios que se decidan eliminar. (Ordóñez Rendón & Milques Vargas, 2019)

De acuerdo al “ESTUDIO TÉCNICO Y REINGENIERÍA DE OPERACIONES DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LA FÁBRICA DE MUEBLES MADERAS MELGAR MEDIANTE EL MODELO DE GESTIÓN LEAN MANUFACTURING” del autor Juan Fernando Melgar Poluche, en uno de los objetivos específicos plantean en 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. En la cual concluyo, 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 de Lean Manufacturing. (Melgar Poluche, 2016)

Considerando el Proyecto de Grado “DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA FÁBRICA DE MUEBLES NIKELCROM” del autor Jhonatan Adalid Sossa Humerez, establece dentro de sus objetivos específicos en realizar un estudio para mejorar el proceso de control de calidad, y manejo adecuado de los desechos generados en el proceso de cromado y pintado; en función a la misma concluye y recomienda realizar la aplicación de SMED (cambios rápidos), las 5 S que forman parte esencial de cualquier programa de manufactura esbelta. (Sossa Humerez, 2015)

2.3. ENFOQUE ELEGIDO POR EL INVESTIGADOR

Efectuada los análisis de las investigaciones referidos al tema, será importante aplicar las herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad y competitividad en el área productiva identificando las actividades que no agregan valor al proceso productivo y eliminación de desperdicios, disminución en los tiempos de espera, defectos y eficiencia en la mano de obra.

En 1950 la empresa japonesa Toyota desarrolló una estrategia de producción con el objetivo de eliminar procesos y operaciones que no aportaban valor y reducir los

desperdicios. Pero fueron más allá al descubrir que para alcanzar este nuevo sistema de gestión de la producción será necesario implicar en lo posible al trabajador.

Lean Manufacturing es sentido común y requiere, además de metodologías y herramientas, implicación de las personas que componen la empresa y el compromiso de cambio. (Garatu, 2020)

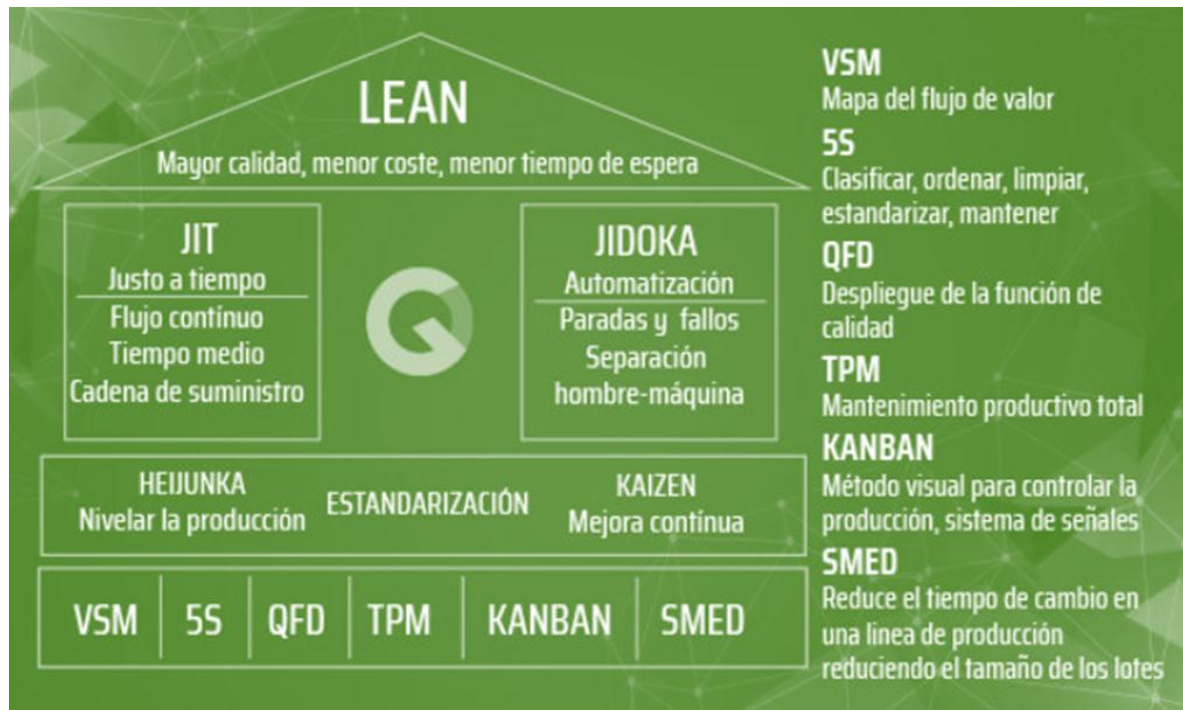


Figura 2: Esquema herramientas Lean Manufacturing “Casa Toyota”

Fuente: <https://grupogaratu.com/que-es-y-para-que-sirve-lean-manufacturing/> (Garatu, 2020)

Este apartado también plantea 5 principios de Lean Manufacturing, de acuerdo al siguiente detalle: (Garatu, 2020)

- El consumidor final, el cliente, es quien determina qué es importante y le aporta valor.
- En el proceso: se determinan las fases productivas que añaden valor y se cambian o descartan las que no.
- Con los obstáculos: se eliminan procesos innecesarios para optimizar el flujo.
- Implicación del cliente con los equipos de proceso, no existe producción sin un pedido previo.

- e) Búsqueda de la perfección como objetivo: Eliminar pasos innecesarios, flujos de trabajo optimizados, pedidos adaptados al cliente, reducción de costes, de esfuerzo y de tiempos de trabajo.

2.4. SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA

Actualmente, el Sistema de Producción Toyota 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. 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)



Figura 3: Sistema de Producción Toyota
Fuente: <https://www.flickr.com/photos/urbangarden/336062325/>

2.4.1. Las 5's para orden y limpieza

Las organizaciones han trabajado en este concepto de limpieza para incluir una lista de verificación que se la conoce como las 5S. 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 esbeltos. (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008)

- 1) **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.
- 2) **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.
- 3) **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.
- 4) **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.
- 5) **Shitsuke (Mantener la disciplina):** Fomentar los esfuerzos en este sentido, revisando periódicamente para reconocer esfuerzos y motivar el emprendimiento del progreso.

2.4.2. Procedimiento para implementar las 5's

Etapas 0. Planeación y preparación

- 1) Proporcione un curso de capacitación a todo el personal, en el que se explique qué son las 5's, para qué servirán y como se llevara a cabo su implementación.
- 2) Prepare una campaña de difusión en la compañía sobre las 5's, expresando la utilidad y los beneficios que representara para toda su implementación,

- 3) Realice visitas a otras plantas donde se hayan implementado las 5's.
- 4) Aplique las 5's en una o dos áreas de muestra, para que todos comprendan el proceso.
- 5) Establezca las áreas de las que cada uno será responsable en cada etapa.
- 6) Haga un tablero en el que se vean todas las áreas donde se realizó la implementación y su avance gradual.
- 7) Establezca un día para iniciar formalmente la implementación. La persona de mayor rango en la empresa debe dar el banderazo de arranque, así como un mensaje a todos los miembros de la empresa en el que les haga ver que este proyecto es un esfuerzo estratégico para alcanzar un nivel de empresa limpia, segura y productiva. Este arranque se podrá complementar con dinámicas, juegos, videos u otras actividades que le confieran la importancia debida.
- 8) Fotografié las áreas antes de iniciar para establecer el punto de partida.

Etapas I. Implementación de la primera S (Seleccionar)

- 1) Asigne un grupo líder o grupo guía para esta fase. Este grupo será responsable, entre otras cosas, de fotografiar las áreas designadas y generar una evaluación inicial de todas las áreas.
- 2) Seleccionar es retirar del lugar de trabajo todos los artículos que no son necesarios; así que en esta etapa debe eliminar todo aquello que no necesita o no sabe si realmente lo necesita.
- 3) Al seleccionar, tome en cuenta todos los objetos que no se han utilizado y no se utilizarán en el futuro, y retírelos para liberar espacio.
- 4) Establezca criterios de selección como los de la figura siguiente:

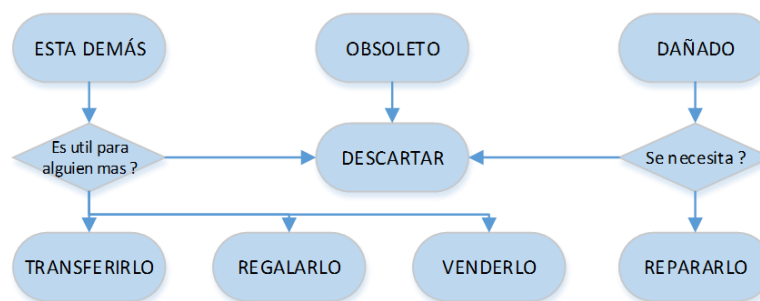


Figura 4: Sistema de Producción Toyota
Fuente: (Socconini, 2005, pág. 152)

- 5) Los objetos seleccionados como no necesarios se identifican y confinan en un área de cuarentena definida previamente. Se puede usar como herramienta de control la tarjeta roja.
- 6) Un entregable para esta etapa es una lista de objetos necesarios en cada área donde se aplique.

Etapa 2. Implementación de la segunda S (Ordenar)

En esta etapa debemos ordenar los artículos que seleccionamos como necesarios en nuestro trabajo, estableciendo un lugar específico para cada cosa, de manera que se facilite su identificación, localización, disposición y regreso al mismo lugar después de usarla. Para ello necesitamos

- 1) Dividir nuestra área de trabajo en partes manejables y fácilmente identificables.
- 2) Generar una guía de ubicaciones.
- 3) Establecer sitios para cada objeto.
- 4) Hacer las siluetas o delimitar con colores las posiciones de los objetos en las áreas designadas.

Etapa 3. Implementación de la tercera S (Limpiar)

Limpiar es básicamente eliminar la suciedad, tomando en cuenta que al hacer limpieza también estamos inspeccionando. Así podemos descubrir problemas potenciales antes de que se conviertan en críticos.

- Diseñar el programa de limpieza.
- Definir los métodos de limpieza.
- Establecer la disciplina.
- Asignar responsables de las actividades de limpieza.
- Definir su Frecuencia y cuando se deben llevar a cabo.
- Enlistar cada una de las actividades de limpieza por realizar.
- Enlistar los artículos y equipos de limpieza que se necesitan.
- Documentar las actividades de limpieza en un procedimiento.

Etapla 4. Implementación de la cuarta S (Estandarizar)

Estandarizar es lograr que los procedimientos, prácticas y actividades se ejecuten consistentemente y de manera regular para asegurar que la selección, la organización y la limpieza se mantengan en las áreas de trabajo. (Socconini, 2005).

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

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

Etapla 5. Implementación de la quinta S (Seguimiento)

Seguimiento es convertir en un hábito las actividades de las 5's, manteniendo correctamente los procesos generados a través del compromiso de todos. (Socconini, 2005)

En esta etapa se recomienda:

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

2.4.3. Control visual

El trabajo se relaciona con simples señales visuales y de audio que se identifican y entienden con Facilidad, Estas señales son eficientes, autorreguladas y las manejan los operadores. (Socconini, 2005, pág. 164)

Esta información se puede utilizar para identificar, instruir o indicar que existe una condición normal O anormal y que se puede requerir alguna acción.

Andon es un elemento del principio Jidhoka que, mediante ingeniosos mecanismos, detecta cuando ocurre una falla y entonces, con una señal generalmente visual, avisa al operador que se ha generado un problema.

Andon es una señal que incorpora elementos visuales, auditivos y de texto que sirven para notificar problemas de calidad o paros por ciertos motivos. Proporciona información en tiempo real y retroalimentación del estado de un proceso.

¿Cuándo se utiliza Andon?

Cuando queremos dar una señal para tomar alguna acción o decisión en áreas como: Almacenes, operaciones, equipo, calidad, seguridad. (Socconini, 2005, pág. 165)

2.4.3.1. Tipos de control visual

- 1) **Alarmas:** Proporcionan una señal de aviso en situaciones urgentes y pueden utilizarse con diferentes sonidos según sea su aplicación.
- 2) **Lámparas y torretas:** Para conocer el estado de los equipos, celdas o áreas, se utilizan señales de colores en torretas o banderas. Cada uno de los colores indica los siguientes conceptos:

Azul: Problemas relacionados con los materiales (surtimiento o falta de material).

Verde: Línea o célula corriendo satisfactoriamente.

Amarillo: Línea o célula parada por falta de mantenimiento, o a punto de hacer algún cambio si esta intermitente.

Rojo: Parada por problemas de calidad o accidente.

Las lámparas o torretas se utilizan cuando se desea resaltar visualmente alguna condición de operación para llamar la atención del responsable de tomar alguna decisión.

- 3) **Kanban:** Es un sistema de información visual que indica a los operadores cuando iniciar una actividad de producción.
- 4) **Tableros de información:** Estos tableros son útiles para dar seguimiento continuo y automático al plan de producción. En un tablero de información se programa el ritmo al que se debe producir, que es al que el cliente compra (*Tiempo Takt*), y automáticamente inicia el conteo y lo compara con los datos que se mandan desde, la línea para contabilizar en tiempo en tiempo real la producción que se va obteniendo.
- 5) Listas de verificación
- 6) Marcas en piso

Verde:	Indica producto bueno,
Amarillo:	Delimita pasillos.
Azul;	Indica materia prima y producto en proceso
Rojo:	Indica producto no conforme.
Rojo y blanco:	Delimitan áreas de seguridad.
Negro y blanco:	Delimitan áreas de mantenimiento,
Negro y amarillo:	Delimitan áreas de precaución.

2.4.3.2. Procedimiento para implementar Andon

- Decidir qué información se tiene que dar y a quién va dirigida,
- Crear el tipo de Andon o señal que sea necesario.
- Capacitar al personal para utilizar las señales,
- Crear disciplina con un buen liderazgo para hacer respetar las señales. (Socconini, 2005, pág. 168)

2.5. DISEÑOS ESBELTOS

2.5.1. Tecnología de grupos

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)

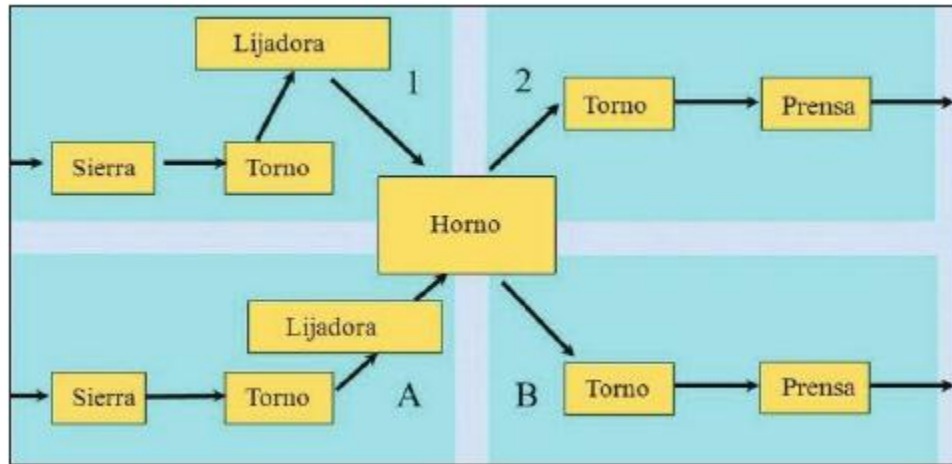


Figura 5: Tecnología de grupos
Fuente: (MELGAR POLUCHE, 2016, pág. 16)

2.5.2. Calidad desde el origen

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

2.6. PRODUCCIÓN ESBELTA

2.6.1. Heijunka

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)

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)

2.6.2. Kanban

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; para devolver al área de almacenamiento. El ciclo vuelve a empezar cuando el trabajador toma el contenedor con la tarjeta adjunta (Chase & Jacobs, 2014, pág. 14).

2.7. MEJORAMIENTO ESBELTO

2.7.1. Lotes reducidos

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; por lo tanto, complican la programación de la producción. Aun cuando los lotes pequeños son convenientes para la producción, estos poseen la desventaja de que incrementan la frecuencia de los reajustes de preparación; toda vez, las operaciones de preparación tardan el mismo tiempo e 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)

2.8. TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA

2.8.1. La hoja de registro de datos.

Es un recurso para registrar datos. Conforme ocurren eventos de una categoría, se coloca una marca en la categoría. Dada una lista de eventos, el usuario de la hoja de verificación marca la cantidad de ocasiones que ocurre un evento. (Summers D. C., 2006)

2.8.2. El diagrama de Pareto.

El diagrama de Pareto es una herramienta gráfica para clasificar las causas de un problema desde la más significativa hasta la menos significativa. En 1950 el doctor Joseph M. Juran aplicó este principio. (Summers D. C., 2006)

Este enunciado se conoce también como los pocos vitales y los muchos triviales, o también como la ley 80-20, que quiere decir, el 20% de las causas ocasionan el 80% de los fenómenos. Aunque no siempre es 80-20, el diagrama es un método visual para identificar cuáles problemas son más significativos.

Esta herramienta es usada para encontrar las causas que generan los defectos de producción, de esta manera podremos encontrar que ocasiona el fallo, y así atacarlo directamente y lograr la calidad del producto. El uso de los diagramas de Pareto también limita la tendencia de la gente a enfocarse en los problemas más recientes en lugar de los más importantes. (Summers D. C., 2012)

2.8.2.1. Procedimiento de elaboración

- 1) Seleccionar el problema que se desea solucionar
- 2) Identificar los datos a recopilar
- 3) Preparar la tabla para recolectar los datos
- 4) Ordenar los datos en orden de frecuencia
- 5) Obtener un porcentaje relativo de cada causa
- 6) Calcular los porcentajes acumulados
- 7) Dibujar los ejes: eje horizontal, de izquierda a derecha, en orden decreciente de frecuencia se colocan los factores; % a la derecha y a la izquierda el número de datos observados. En el eje x se muestran las categorías de no conformidades, defectos o elementos de interés.
- 8) Dibujar las barras de acuerdo a su frecuencia
- 9) Graficar los porcentajes. Las barras más grandes representan los pocos problemas importantes.

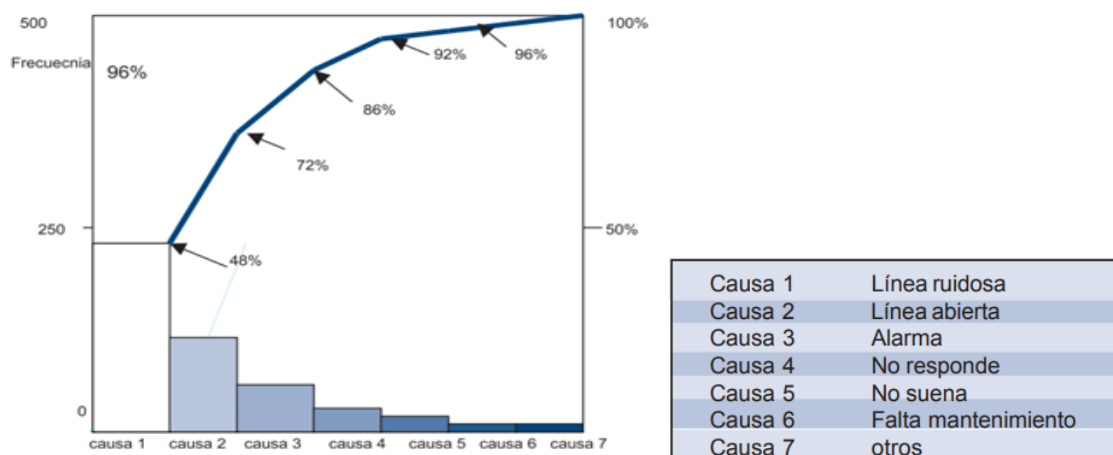


Figura 6: Representación gráfica del diagrama de Pareto
Fuente: <https://es.slideshare.net/rafaeltic/diagrama-de-pareto>

2.8.3. El histograma.

Representación gráfica de la variación de un conjunto de datos que muestra la frecuencia de un determinado valor, o de un grupo. Al analizar una distribución, es importante recordar que tiene las siguientes características: forma, posición y dispersión. (Summers D. C., 2006)

2.8.4. El diagrama de estratificación.

Es analizar problemas, fallas, quejas o datos, clasificándolos o agrupándolos de acuerdo con los factores que se cree puedan influir en la magnitud de los mismos, para así localizar las mejores pistas para resolver los problemas de un proceso o para mejorarlo. (Gutiérrez H. y de la Vara, 2004)

2.8.5. El diagrama causa efecto.

El diagrama de causas-efecto de Ishikawa, así llamado en reconocimiento a Kaoru Ishikawa ingeniero japonés que lo introdujo y popularizó con éxito en el análisis de problemas en 1943 en la Universidad de Tokio durante una de sus sesiones de capacitación a ingenieros de una empresa metalúrgica explicándoles que varios factores pueden agruparse para interrelacionarlos. (Técnicas, 2009, pág. 22)

Este diagrama es también conocido bajo las denominaciones de cadena de causas-consecuencias, diagrama de espina de pescado o "Fish-Bone".

El diagrama de Ishikawa es un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables.

Se usa el diagrama de causas-efecto para:

- Analizar las relaciones causas-efecto
- Comunicar las relaciones causas-efecto y
- Facilitar la resolución de problemas desde el síntoma, pasando por la causa hasta la solución.

2.8.5.1. Metodología para elaborar un diagrama de Causas-Efecto

- 1) Decidir el efecto (por ejemplo, una característica de la calidad) que se quiere controlar y/o mejorar o un problema (real o potencial) específico.
- 2) Colocar el efecto en un rectángulo en el extremo de una flecha.



Figura 7: La posición del efecto.
Fuente: (Técnicas, 2009, pág. 22)

- 3) Escribir los principales factores vinculados con el efecto sobre el extremo de flechas que se dirigen a la flecha principal (en general se considera aquí los factores de variabilidad más comunes). Cada grupo individual forma una rama. Como ejemplo las principales categorías consideradas son 6: Dinero, Máquinas, Material, Métodos, Mano de obra y Administración. Tener presente que no todas las 6 categorías se aplican a todos los problemas. Otras categorías pueden ser: datos y sistemas de información; ambiente; mediciones; etc.
Las categorías definidas en un diagrama de afinidades, derivado de un torbellino de ideas, puede ser utilizadas como contribuciones para estos factores principales.

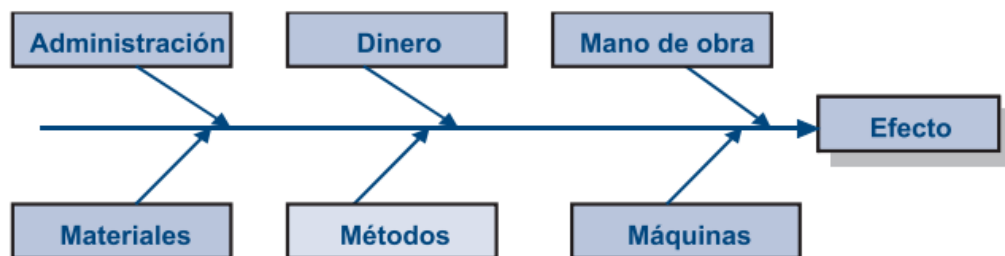


Figura 8: Principales categorías del Diagrama Causa-Efecto
Fuente: (Técnicas, 2009, pág. 23)

- 4) Escribir, sobre cada una de estas ramas, los factores secundarios. Un diagrama bien definido tendrá ramas de al menos dos niveles y varias ramas tendrán tres o más niveles
- 5) Continuar de la misma forma hasta agotar los factores.
- 6) Completar el diagrama, verificando que todas las causas han sido identificadas.

Un buen diagrama de causas-efecto es el que se ajusta al propósito para el cual se elabora y que no tiene una forma definida. Un mal diagrama de causas-efecto es aquel que solamente identifica efectos primarios.

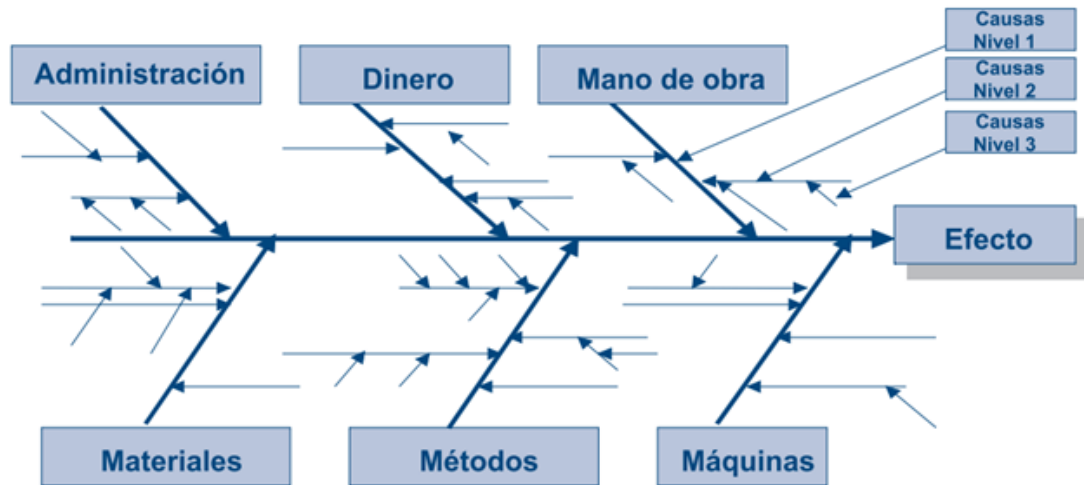


Figura 9: Diagrama Causa-Efecto y sus niveles de analisis.
Fuente: (Técnicas, 2009, pág. 23)

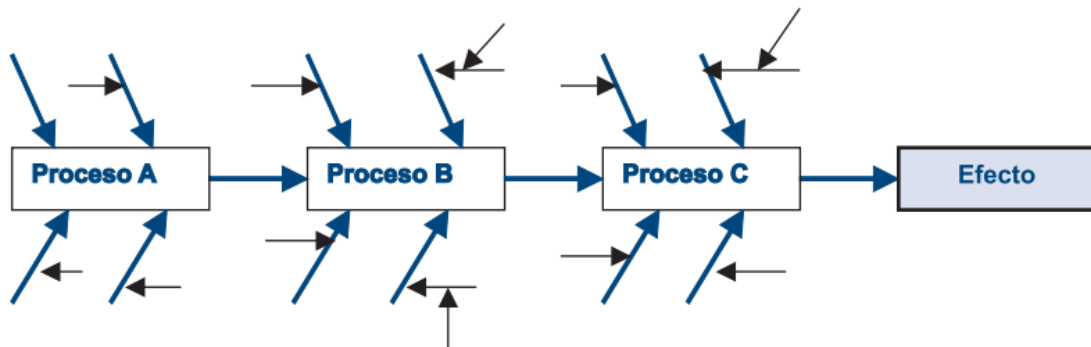


Figura 10: Diagrama de Ishikawa para más de un proceso
Fuente: (Técnicas, 2009, pág. 23)

2.8.6. El diagrama de dispersión el análisis de correlación.

Estos diagramas señalan relaciones entre variables puesto que no son rigurosamente estadísticos, existen tres tipos de correlación. Si la correlación es positiva, un aumento de la variable x se relaciona con un aumento de la variable y; si es negativa, un aumento en la variable x se relaciona con una disminución en la variable y; y si la correlación se acerca a cero, no hay relación lineal entre las variables. (Summers D. C., 2012)

2.8.6.1. Metodología

- a) Recoger resultados pareados (x, y) de dos conjuntos de resultados asociados, es deseable tener aproximadamente 30 pares de resultados.
- b) Marcar los ejes x e y
- c) Encontrar los valores mínimo y máximo para x e y, usar estos valores para los ejes de las escalas horizontal (x) y vertical (y), ambos ejes deben ser, aproximadamente de igual longitud. Es importante que se seleccione adecuadamente las escalas en las cuales se representará cada conjunto de resultados, esto puede llevar a que se encuentren correlaciones inadecuadas.
- d) Graficar los resultados pareados (x, y); cuando dos pares de datos tienen los mismos valores, dibujar círculos concéntricos alrededor del punto graficado o graficar el segundo punto próximo al anterior
- e) Examinar la forma de la nube de puntos para descubrir los tipos y las potencias de las relaciones. Asimismo, debe recordarse que pueden usarse diversas herramientas matemáticas para estudiar los tipos de correlación y encontrar, incluso, coeficientes de correlación para los casos de relaciones rectilíneas (sean positivas o negativas). (ESTUDIOS, 2015)

2.8.7. Los gráficos de control.

Gráfica con una línea central que muestra el promedio de los datos producidos. Tiene límites de control superiores e inferiores basados en cálculos estadísticos. (Summers D. C., 2006)

Con frecuencia, el análisis del desempeño de un proceso comienza con la elaboración de un histograma y el cálculo de rangos, promedios y desviaciones estándar. La única desventaja de este tipo de análisis es que no muestra el desempeño del proceso.

2.9. HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA EFECTIVIDAD DE LOS EQUIPOS

2.9.1. Mantenimiento Productivo Total (MPT)

El mantenimiento productivo total es una metodología de mejora que permite la continuidad de la operación, en los equipos y plantas, al introducir los conceptos de: (Socconini, 2005, pág. 177)

- Prevención.
- Cero defectos ocasionados por máquinas.
- Cero accidentes.
- Cero defectos.
- Participación total de las personas.

2.9.2. Procedimiento para llevar a cabo el Mantenimiento Productiva Total (MPT)

Antes de realizar el evento Kaizen

- Definir la maquina o equipo en el que se realizara el evento Kaizen de TPM.
- Crear el equipo de implementación,
- Capacitar al personal en los temas del TPM.
- Crear planes y políticas para la implementación.
- Preparar documentos (tarjetas de oportunidad, registros, instructivos, manuales, etc.).

Durante el evento Kaizen (Cuatro a ocho días)

- Hacerle una súper limpieza a la máquina y a su área.
- Implementar mantenimiento autónomo en el equipo.
- Establecer un programa de mantenimiento preventivo y predictivo,
- Establecer un análisis de confiabilidad.
- Realizar una presentación de los logros obtenidos.

2.10. HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL TIEMPO DE ENTREGA Y LA CAPACIDAD

2.10.1. Manufactura celular.

Manufactura celular es un concepto de Fabricación en el que la distribución de la planta se mejora de manera significativa haciendo Huir la producción ininterrumpidamente entre cada operación, reduciendo drásticamente el tiempo de respuesta, maximizando las habilidades del personal y haciendo que cada empleado realice varias operaciones. (Socconini, 2005, pág. 193)

2.10.2. Procedimiento para implementar la manufactura celular

Antes de realizar el evento Kaizen (uno a dos meses por equipo)

- Establecer el objetivo, el alcance y la documentación del proyecto.
- Dibujar el plano actual del sistema de producción.
- Formar el equipo (incluyendo operadores).
- Proporcionar capacitación sobre Lean Manufacturing y especialmente sobre manufactura celular.

Durante el evento Kaizen (cuatro a ocho días)

- Realizar un diagrama spaghetti.
- Dibujar el mapa de valor actual.
- Hacer un análisis de mudas y detectar oportunidades.
- Determinar el tiempo takt y el número de operadores.
- Dibujar el mapa de valor futuro.
- Dibujar el diseño de la nueva célula.
- implementar la célula en el proceso.

2.10.3. Cambios rápidos de productos.

SMED (Single Minute Exchange of Die) significa cambio de herramientas en un solo dígito de minuto, es decir, en menos de 10 minutos.

El tiempo de cambio es el tiempo que transcurre desde que sale la última pieza buena de un lote anterior, hasta que sale la primera pieza buena del siguiente lote después del cambio.

Imagine en una parada de pits a un auto de carreras que tiene que regresar a la pista lo antes posible. Lo mismo pasa en las empresas que buscan hacer más rápidos sus procesos maximizando las actividades que agregan valor y minimizando tiempos de cambio que no lo agregan. (Socconini, 2005, pág. 211)

2.10.3.1. Procedimiento para implementar SMED

Antes de realizar el evento Kaizen (uno a dos meses)

- Realice un mapa de la cadena de valor (Value Stream Map) y utilícelo para determinar si la máquina es un cuello de botella. Determine el impacto de hacer un evento Kaizen ya que las máquinas que tienen tiempos largos de cambio no siempre son las que tienen mejores oportunidades para mejorar, especialmente si no son cuellos de botella.
- Establezca el equipo o máquina en la que debe enfocarse dada la oportunidad que ha encontrado para mejorar el tiempo de cambio. Esto es importante ya que le permitirá obtener grandes mejoras en esa máquina o equipo.
- Establezca un equipo multidisciplinario de personas de diversas áreas, como operadores de producción, calidad, mantenimiento, etc.
- Revise el programa de producción para establecer una fecha de inicio del evento Kaizen.
- Establezca una agenda para el evento y distribuir entre todos los miembros del equipo.
- Consiga una cámara de video.
- Realice una introducción al tema de cambios rápidos para el personal que integra el equipo Kaizen.

Durante el evento Kaizen

Durante el evento Kaizen se realizan los siguientes pasos para mejorar los tiempos cambio.

- 1) Separar las actividades internas de las externas.
- 2) Convertir actividades internas en externas y mover actividades externas fuera del paro.
- 3) Eliminar desperdicio de las actividades internas
- 4) Eliminar desperdicio de las actividades externas
- 5) Estandarizar y mantener el nuevo procedimiento.

2.11. HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA CALIDAD

2.11.1. Prevención con AMEF.

El AMEF es una herramienta muy poderosa que permite identificar fallas en productos y procesos y evaluar objetivamente sus efectos, causas y elementos de detección para evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención.

Además, el AMEF es un documento vivo en el que podemos almacenar una gran cantidad de datos sobre nuestros procesos y productos, por lo que constituye una Fuente invaluable de información. (Socconini, 2005, pág. 223)

2.11.1.1. Procedimiento para llevar a cabo el AMEF de proceso

- Desarrollar el mapa del proceso.
- Formar un equipo de trabajo y documentar el proceso, el producto, etc.
- Determinar los pasos críticos del proceso.
- Determinar las fallas potenciales de cada paso, definir los efectos de las fallas y evaluar su nivel de severidad.
- Indicar las causas de cada Falla y evaluar la ocurrencia de las fallas.
- Indicar los controles que se tienen para detectar Fallas y evaluarlas.
- Obtener el número de prioridad para cada Falla y tomar decisiones.
- Empezar acciones preventivas, correctivas o de mejora.

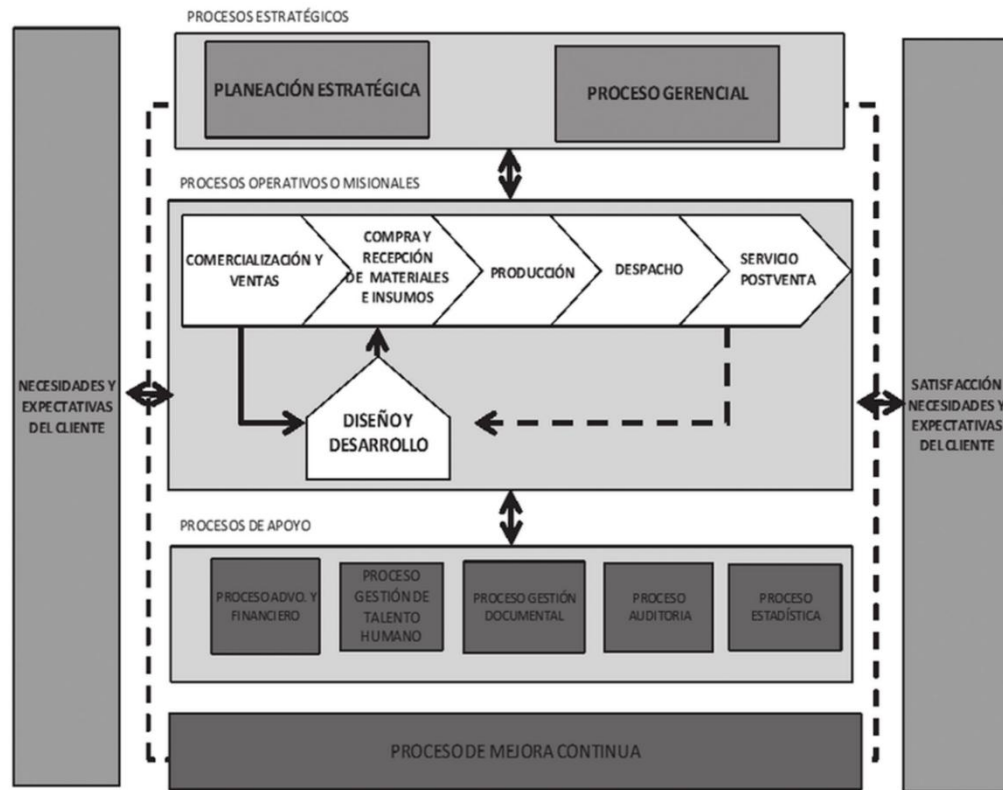


Figura 11: Mapa de proceso de manufactura de muebles

Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Mapa-de-procesos-SAJAC-LTDA_fig1_294117615

2.11.2. A prueba de errores Poka Yoke.

Los dispositivos Poka Yoke son métodos que evitan los errores humanos en los procesos antes de que se conviertan en defectos, y permiten que los operadores se concentren en sus actividades. (Socconini, 2005, pág. 239)

Los Sistemas Poka Yoke permiten realizar la inspección al 100% y, por ende, tomar acciones inmediatas cuando se presentan defectos.

2.11.2.1. Procedimiento para implementar Poka Yoke

Antes de realizar el evento Kaizen (una o dos semanas antes): Se debe planear el evento con base en el problema o sistema que se quiere mejorar.

- Utilizar el análisis del modo y efecto de fallas del proceso
- Identificar el RPN (Risk Priority Number) más alto o de mayor importancia.
- Identificar procesos y/u operaciones con Fallas de mayor gravedad.

- Establecer el alcance del proyecto.
- Elegir al líder del equipo.
- Identificar a los miembros del equipo.
 - Cuatro o cinco personas con conocimientos del producto, proceso y control.
 - Invitar por lo menos a dos operadores.
- Establecer la fecha del evento.

Durante el evento Kaizen (cuatro a ocho días)

- Identificar las etapas del proceso.



Figura 12: Parte de etapa de proceso para manufactura de muebles
Fuente: (Socconini, 2005, pág. 226)

- Identificar el tipo de elementos Poka Yoke a utilizar de acuerdo con la falla.
- Caracterizar las entradas y salidas.

2.11.3. Solución de problemas con las 8 D's.

Las 8 D's constituye una metodología para resolver problemas de una manera sistemática y documentada mediante el registro de las acciones tomadas en una serie de 8 pasos que son desarrollados por un equipo multidisciplinario. (Socconini, 2005, pág. 251)

2.11.3.1. Procedimiento para implementar las 8 D's

- 1) Definir el problema.
- 2) Formar el equipo.
- 3) Describir el problema.
- 4) Desarrollar acciones de contención
- 5) Definir la causa raíz,
- 6) Desarrollar acciones correctivas.
- 7) Desarrollar acciones preventivas.
- 8) Reconocer el trabajo del equipo.

2.11.4. Seis Sigma para reducción de la variación.

Seis Sigma tiene varias definiciones:

- Es una métrica que permite medir cualquier proceso y compararlo con cualquier otro.
- Es una metodología de mejora que sirve para disminuir drásticamente la variación.
- Es un sistema de dirección para lograr el liderazgo en los negocios y el máximo desempeño.

Cuando las variaciones se miden estadísticamente, la desviación estándar representa la variación de los datos respecto al promedio y se representa con la letra griega sigma, de ahí el nombre de sigma.

Seis Sigma significa que pueden caber seis desviaciones estándar entre el promedio y la especificación del cliente, lo cual hace que la variación sea tan poca que solo existan 3,4 defectos por cada millón. (Socconini, 2005, págs. 264-265)

2.11.4.1. Procedimiento para implementar Seis Sigma

Seis Sigma utiliza una metodología llamada DMAIC (siglas en inglés de Define, Measure, Analyze, Improve, Control) que consiste en:

- Definir: Se define el proyecto a realizar.
- Medir: Se obtienen datos y mediciones.
- Analizar: Se analizan los datos y se convierten en información.
- Mejorar: Se llevan a cabo acciones para mejorar.
- Controlar: Se verifica que se sostengan las mejoras.

2.12. HERRAMIENTAS PARA CONTROL DE MATERIALES Y DE PRODUCCIÓN

2.12.1. Kanban, para control de materiales y de producción.

El sistema jalar (Pull System) es un sistema de comunicación que permite controlar la producción, sincronizar los procesos de manufactura con los requerimientos del cliente y apoyar Fuertemente la programación de la producción. (Socconini, 2005, pág. 277)

2.12.1.1. Procedimiento para implementar Kanban

- Seleccionar los números de parte que se van a establecer en Kanban.
- Calcular la cantidad de piezas por Kanban.
- Escoger el tipo de señal y el tipo de contenedor estándar.
- Calcular el número de contenedores y la secuencia pitch.
- Dar seguimiento (WIP to SWIP).

Dar seguimiento (WIP to SWIP), se calcula dividiendo la cantidad de inventario dentro de la celda entre la cantidad de SWIP.

2.12.2. *Heijunka*, para la secuenciación de la producción.

La nivelación de la producción *Heijunka* es un sistema de control que sirve para nivelar la producción al ritmo de la demanda del cliente final, variando la carga de trabajo de los procesos de manufactura. (Socconini, 2005, pág. 290)

2.12.2.1. Procedimiento para implementar Heijunka

- Calcular el tiempo *Takt*. Es la división del tiempo disponible sobre la demanda.
- Calcular el pitch para cada producto. Representa el tiempo de producción y empaque de una unidad de producción en su correspondiente cantidad de productos por empaque.
- Establecer el ritmo de producción. Para establecer la secuencia, tomamos el valor más bajo de los cálculos anteriores, que en este caso es de 9 minutos.
- Crear la caja Heijunka. También conocida como caja de nivelación de producción, es una matriz que se puede hacer en madera u otro material y sirve para establecer como se realizara la secuencia de la producción en los periodos calculados en el paso anterior.

2.13. INTEGRACIÓN Y CONTROL DE LA INFORMACIÓN

2.13.1. Trabajo estándar.

El trabajo estándar tiene su fundamento en la excelencia operacional. Sin el trabajo estandarizado no se puede garantizar que en las operaciones siempre se elaboren los productos de la misma manera. El trabajo estandarizado hace posible aplicar los

elementos de Lean Manufacturing ya que define de la manera más eficiente los métodos de trabajo para lograr la mejor calidad y los costos más bajos. (Socconini, 2005, pág. 297)

Para entender el trabajo estándar no hace falta más que observar (midiendo) el trabajo de los operadores. El trabajo estándar se compone de tres elementos:

- Tiempo *Takt* (rapidez de la demanda).
- Secuencia estándar de las operaciones.
- Inventario estándar en proceso.

2.13.1.1. Procedimiento para implementar el trabajo estándar

- 1) Seleccionar un proceso específico o una operación de un proceso.
- 2) Realizar las mediciones de tiempo correspondientes y capturarlas en la forma "Hoja de medición de tiempos".

Tabla 1: Hoja de medición de tiempos

Nº	Elemento de trabajo	Punto de medición	1	2	3	4	5	Tiempo repetido más bajo

Fuente: Elaboración propia

- 3) Calcular la capacidad de operación y llenar la forma "Capacidad de operación".

Tabla 2: Capacidad de operación

Nº	Nombre del proceso	Numero de maquina	Manual		Automático		Cambio de herramientas	Capacidad de manufactura
			Min	Seg	Min	Seg		

Fuente: Elaboración propia

- 4) Diseñar o documentar la secuencia optimizada de la capacidad en la forma "Tabla combinada de operaciones estandarizadas"
- 5) Dibujar el proceso en la forma "Trabajo estándar"

- 6) Documentar las instrucciones de operación en la forma "Instrucciones de operación".

2.13.2. Contabilidad Lean para la toma de decisiones.

La contabilidad ágil o esbelta (*Lean Accounting*) es un método innovador para obtener datos, convertirlos en información valiosa y generar indicadores que apoye el plan estratégico de la compañía, y para entender el mundo de los costos e indicadores clave de la compañía. (Socconini, 2005, pág. 309)

2.13.2.1. Procedimiento para implementar Lean Accounting

Fase 0. Preparación: En la Fase de preparación se debe capacitar al personal de finanzas y a los líderes de la implementación en los siguientes temas (esta preparación dura de 40 a 80 horas):

- 1) Introducción a Lean Accounting,
- 2) Diagnostico Lean Accounting,
- 3) Importancia de las mediciones.
- 4) Box score.
- 5) Estados Financieros.
- 6) Contabilidad operacional.
- 7) Contabilidad administrativa.
- 8) Contabilidad de costos.
- 9) implementación.

Fase I. Aplicación de mediciones Lean en células piloto

Una empresa que ha iniciado esta etapa puede emprender las siguientes acciones:

- Calcular los beneficios de los cambios Lean.
- Eliminar varios reportes.
- Identificar cadenas de valor.
- Eliminar desperdicios.
- Implementar flujo continuo.
- Reducir tiempos de cambio.
- Implementar mantenimiento productivo.

Fase 2. Administración por cadenas de valor

Al inicio de la fase de administración por cadenas, todos los integrantes de la empresa conocen ampliamente la manufactura celular. Podemos decir entonces que hemos aprendido buenas lecciones de mejora al haberla aplicado primero en áreas piloto.

En esta Fase los equipos de mejora Kaizen ya comprenden la importancia del trabajo organizado y bien enfocado y están listos para iniciar una transformación en toda la compañía.

Fase 3. Maduración: En la fase de maduración se introducen mediciones como costeo por objetivos, se eliminan muchas transacciones y se utilizan indicadores Financieros para dirigir la mejora y el cambio.

Al iniciar esta fase, la Compañía ya está organizada por cadenas de valor, existe una extensa cooperación entre clientes y proveedores y la mejora continua ya es una forma de vida.

2.14. HERRAMIENTAS PARA LA REDUCCIÓN DE ENERGÍA

2.14.1. Ahorro de energía.

Un evento de ahorro de energía es un trabajo realizado por un equipo que comprende los conceptos relativos al consumo y aprovechamiento de la energía, como parte integral de los proyectos relacionados con Lean Manufacturing. Basta con recordar que el ultimo de Lean es la reducción o eliminación de desperdicios donde sea que se encuentren. En México y Latinoamérica el tema del ahorro de energía ha tomado fuerza, pero sigue siendo un área frecuentemente olvidada. (Socconini, 2005, pág. 335)

2.14.2. Mediciones importantes

I. Consumo (Representado como "Carga por Energía" en el recibo)

- a) KWh:** Son los kilowatts consumidos por cada aparato, multiplicados por el número de horas que estuvo funcionando a lo largo del mes. Se registran lecturas separadas en los diferentes horarios ya mencionados (BASE, INTERMEDIO y PUNTA).

- b) **Precio unitario:** Es el monto a pagar en pesos por cada kWh consumido, El precio varía de acuerdo con el horario en que se utilice, ya sea BASE, INTERMEDIO o PUNTA.

II. Demanda (Representado como “Cargo por Demanda” en el recibo)

- c) **kW:** Es la máxima cantidad de energía requerida por la empresa durante un intervalo de 15 minutos a lo largo de todo el mes.

III. Factor de potencia y de carga

- d) **Factor de potencia:** Es la fracción de potencia utilizada realmente por un equipo eléctrico comparada con el total de potencia aparente suministrada. Se expresa como porcentaje. El factor de potencia indica que un equipo eléctrico (o un grupo) provoca que la corriente eléctrica suministrada en el punto de uso esté fuera de fase con el voltaje.

Para fines prácticos, lo importante aquí es que el apartado donde dice “Factor de potencia” sea de 90,00% o mayor, ya que la CFE penaliza con un “Cargo por Factor de Potencia” a los usuarios que tengan un factor menor a 90%, pero también otorga bonificaciones a aquellos usuarios con un Factor de potencia superior a 90%.

- e) **Factor de carga:** A diferencia del Factor de potencia, en este caso no hay penalizaciones ni bonificaciones; esta medición sólo nos informa que tan bien están balanceadas las cargas en nuestra empresa. Simplemente es una división entre el consumo promedio del mes y el máximo. Por ejemplo, si normalmente consumimos un promedio de 70 kW al mes y el máximo alcanzado fue de 100 kW nuestro factor de carga es de 70%.

Un bajo nivel del Factor de carga quiere decir que durante cierto periodo del mes se ponen a trabajar de manera simultánea varios equipos cuyo consumo supera por mucho lo que se consume en promedio. Esta es una invitación para analizar que equipos son los que realmente se necesita que operen de manera simultánea y cuales pueden permanecer apagados durante ese periodo y encenderse antes o después.

2.14.3. Procedimiento para llevar a cabo un evento de ahorro de energía

- 1) Obtener los recibos de electricidad de los últimos 12 meses.
- 2) Buscar tendencias, patrones en el consumo y/o áreas de oportunidad.
- 3) Aplicar medidas correctivas.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio es de tipo descriptivo, inductivo y deductivo; toda vez, la información del entorno sobre las unidades productivas de manufactura de muebles de madera, los procesos de producción, serán obtenidas por observación, entrevistas y expresar la investigación mediante la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se desarrollará en base a investigación científica; toda vez, la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing es un proceso dinámico que se caracteriza para la mejora de procesos productivos en las unidades productivas de manufactura de muebles de madera y otros rubros industriales.

A partir de la presente investigación, se describirá, explicará, comprenderá, controlará, predecirá hechos, fenómenos y comportamientos, sobre la planificación y control de la producción de muebles de madera.

3.2.1. Análisis de los involucrados

Los principales involucrados que directa o indirectamente, se muestra en el siguiente cuadro; con la finalidad de generar interés, expectativa y la necesidad de coordinación para definir estrategias de intervención para la consumación del presente estudio.

Cuadro 1: Análisis de involucrados

ACTORES	INTERESES	PROBLEMAS PERCIBIDOS	RECURSOS Y MANDATOS	INTERÉS EN EL PROYECTO
Unidades productivas de muebles de madera	- Automatizar su proceso de producción - Calidad de la materia prima (Madera) - Incrementar sus ingresos	- Falta de maquinaria y equipos modernos - Escases de maderas de calidad	Ninguno	Ninguno
Proveedores de materia prima	Incrementar sus ingresos	Cumplimiento parcial de las	Ninguno	Ninguno

“MODELO DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DE MANUFACTURA DE MUEBLES DE MADERA DE LA CIUDAD DE EL ALTO”

ACTORES	INTERESES	PROBLEMAS PERCIBIDOS	RECURSOS Y MANDATOS	INTERÉS EN EL PROYECTO
(Madera)	Mejorar su calidad de vida	Normativas vigentes del desarrollo forestal sostenible		
Proveedores de insumos y materiales (Madera)	- Incrementar sus ingresos - Mejorar su calidad de vida	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Entidades públicas (Gobierno Central, Departamental y Municipal)	Mayor disposición de recursos económicos	Falta materializar políticas establecidas en la normativa de desarrollo forestal sostenible	Ley Forestal N° 1700 y normativas conexas	Las Entidades Públicas deben establecer políticas para promocionar y/o adquisición de muebles de madera para sus oficinas
Clientes	- Innovación de muebles - Calidad de los muebles - Precios accesibles para adquisición de muebles	Falta de alternativas de consumo de combustibles	Ninguno	Ninguno
Universidad	Cumplir con los objetivos de la investigación	Ninguno	Ninguno	Ninguno

Fuente: Elaboración propia

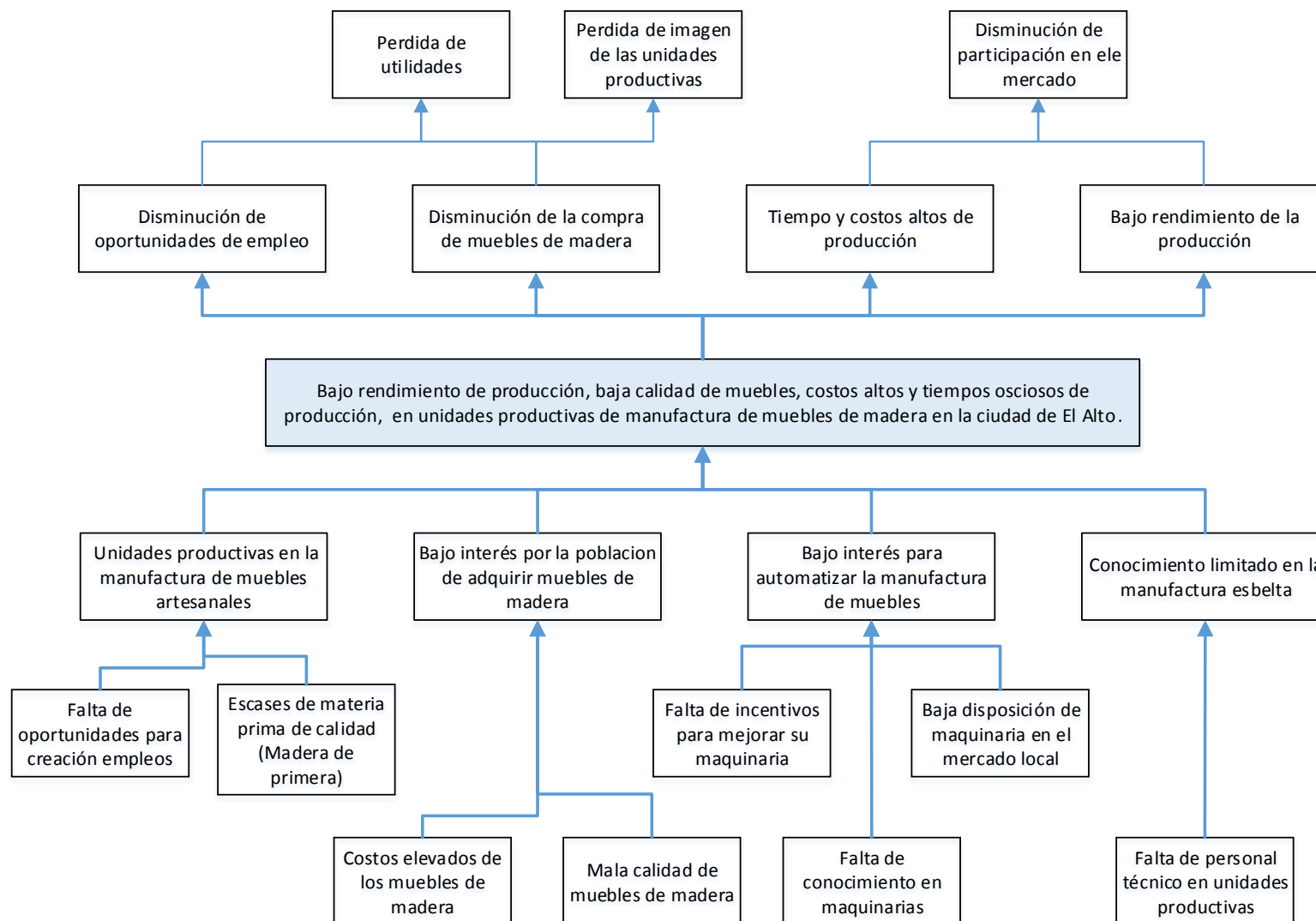
3.2.2. El árbol de problemas

Esta herramienta permitirá la representación de la situación problemática ubicando sus causas en la raíz, el conflicto central en el tronco y efectos en las hojas. (Ver Figura 11)

3.2.3. El árbol de objetivos

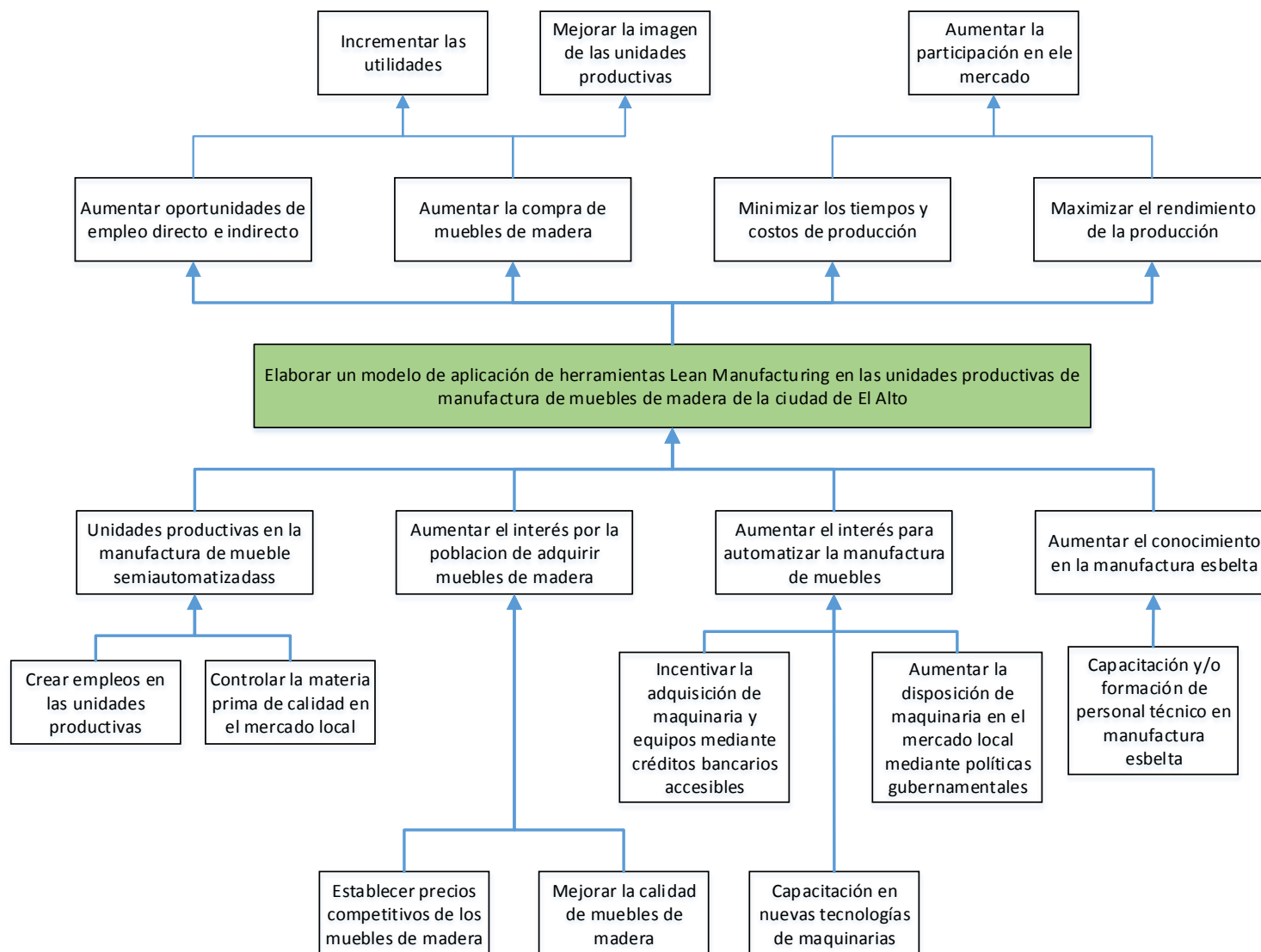
Las causas son convertidas en medios y las hojas se transforman en fines. Pasando de un estado negativo actual a un estado positivo deseado, lo que significa que el problema central del proyecto cambia hacia el propósito central. (Ver Figura 12)

Figura 13: Diagrama del árbol



Fuente: Elaboración propia

Figura 14: Diagrama de objetivos



Fuente: Elaboración propia

**"MODELO DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING
EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DE MANUFACTURA DE MUEBLES DE
MADERA DE LA CIUDAD DE EL ALTO"**

3.2.4. Análisis de alternativas

Con el propósito de alcanzar los objetivos establecidos en el árbol de objetivos se plantean las siguientes estrategias.

Tabla 3: Selección de alternativas

ESTRATEGIA	
E. 1	Las unidades productivas de manufactura de muebles de madera, implementen herramientas de Lean Manufacturing para maximizar su producción y calidad, minimizar el tiempo y su costo de producción.
E. 2	Las unidades productivas manejen adecuadamente las herramientas adecuados de Lean Manufacturing.
E. 3	Innovación de procesos de manufactura de muebles de madera, mediante la automatización.
E. 4	Incrementar la compra de muebles de madera hecho en Bolivia y generación de nuevos empleos.

Fuente: Elaboración propia

Considerando lo precedente, se identifica las alternativas o conjunto de medios que pueden significar estrategias para dar solución a la situación problemática. La misma está dada en términos de costos, riesgos, relación con la política social y tiempo de implementación, entre otros:

Tabla 4: Análisis de alternativas

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS		ALTERNATIVAS							
		1		2		3		4	
		ESTRATEGIA 1		ESTRATEGIA 2		ESTRATEGIA 3		ESTRATEGIA 4	
CRITERIOS	PONDERACION	VALOR ABSOLUTO	VALOR PONDERADO	VALOR ABSOLUTO	VALOR PONDERADO	VALOR ABSOLUTO	VALOR PONDERADO	VALOR ABSOLUTO	VALOR PONDERADO
Tiempo	2	8	16	2	4	5	10	3	6
Costo	4	8	32	5	20	4	16	5	20
Concentración de beneficiarios	3	5	15	6	18	6	18	5	15
Impactó	3	7	21	7	21	5	15	4	12
Viabilidad	4	8	32	8	32	4	16	7	28
TOTAL			116		95		75		81

Fuente: Elaboración propia

Una vez analizadas las alternativas propuestas en base a los criterios de evaluación, la mejor opción será implementar la manufactura esbelta; por la cual, se propone elaborar un modelo de aplicación de herramientas Lean Manufacturing en las unidades productivas de manufactura de muebles de madera de la ciudad de El Alto.

3.2.5. Estructura analítica de proyecto

En la estructura analítica de proyecto de investigación, se construye según a los niveles jerárquicos de la siguiente manera:

- **Primer nivel:** Actividades
- **Segundo nivel:** Componentes
- **Tercer nivel:** Propósito
- **Cuarto nivel:** Fin

El resultado de estos niveles se muestra en la Figura 3.

3.2.6. Resumen narrativo de proyecto

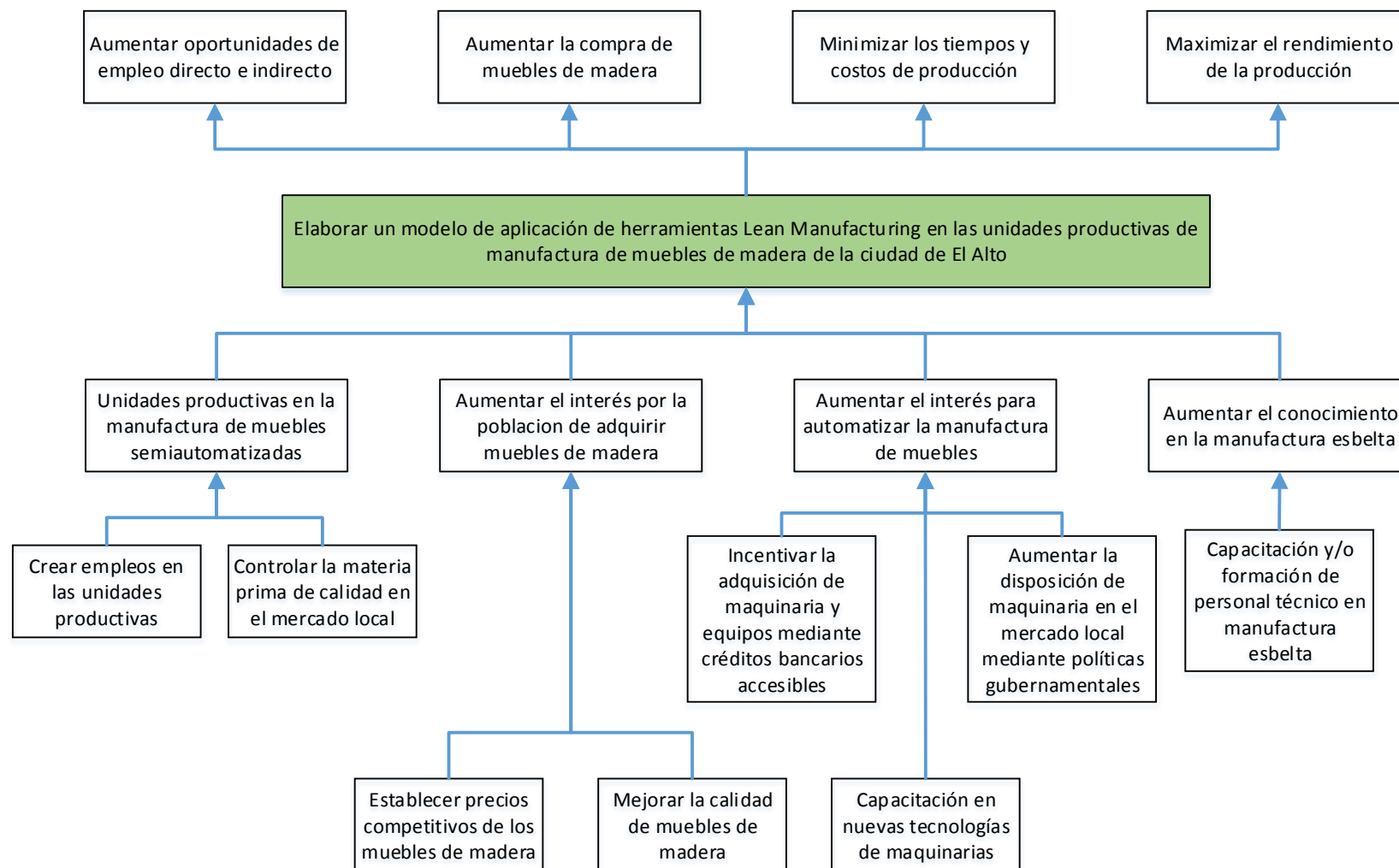
El fin (F), propósito (P), componentes (C) y actividades (A) son las filas de la matriz de marco lógico.

Cuadro 2: descripción del resumen narrativo

F1	Aumentar oportunidades de empleo directo e indirecto
F2	Aumentar la compra de muebles de madera
F3	Minimizar los tiempos y costos de producción
F4	Maximizar el rendimiento de la producción
P	Elaborar un modelo de aplicación de herramientas Lean Manufacturing en las unidades productivas de manufactura de muebles de madera de la ciudad de El Alto
C	Aumentar el interés para automatizar la manufactura de muebles
A1	Incentivar la adquisición de maquinaria y equipos mediante créditos bancarios accesibles
A2	Capacitación en nuevas tecnologías de maquinarias
A3	Aumentar la disposición de maquinaria en el mercado local mediante políticas gubernamentales

Fuente: Elaboración propia

Figura 15: Estructura analítica



Fuente: Elaboración propia

3.2.7. Indicadores objetivamente verificables

Los indicadores serán las formas de conocer el seguimiento del proyecto; a continuación, muestra en la siguiente Matriz:

Cuadro 3: Indicadores de Marco lógico

NIVEL	RESUMEN NARRATIVO	INDICADOR	META FINAL	RESULTADO PARCIAL				
				AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
FIN	Aumentar oportunidades de empleo directo e indirecto	Tasa de empleo	Incrementar la tasa de empleo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Aumentar la compra de muebles de madera	Porcentaje de utilidades	Vender todos los productos elaborados	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Minimizar los tiempos y costos de producción	Porcentaje de utilidades	Aumentar el rendimiento de producción	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Maximizar el rendimiento de la producción	Porcentaje del rendimiento de producción	Aumentar el rendimiento de producción	100%	80%	40%	20%	5%
PROPOSITO	Elaborar un modelo de aplicación de herramientas Lean Manufacturing en las unidades productivas de manufactura de muebles de madera de la ciudad de El Alto	Cantidad de unidades productivas con la manufactura esbelta	Implementación de la manufactura esbelta	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
COMPONENTE	Aumentar el interés para automatizar la manufactura de muebles	Porcentaje del rendimiento de producción	Aumentar el rendimiento de producción	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ACTIVIDAD	Incentivar la adquisición de maquinaria y equipos mediante créditos bancarios accesibles	Cantidad de maquinaria adquirida	Adquisición de máquinas con alta capacidad de producción	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Capacitación en nuevas tecnologías de maquinarias	Cantidad de cursos / talleres realizados	Capacitación a todo el personal de producción	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Aumentar la disposición de maquinaria en el mercado local mediante políticas gubernamentales	Cantidad de políticas de incentivo	Disposición de maquinaria a precios accesibles en el mercado	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Elaboración propia

3.2.8. Medios de verificación

Considerando las fuentes o medios de verificación, se evaluará y monitoreará los indicadores.

Cuadro 4: Identificación de medios de verificación

NIVEL	RESUMEN NARRATIVO	INDICADOR	META FINAL	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
FIN	Aumentar oportunidades de empleo directo e indirecto	Tasa de empleo	Incrementar la tasa de empleo	Otros medios de verificación externos
	Aumentar la compra de muebles de madera	Porcentaje de utilidades	Vender todos los productos elaborados	Libros contables y/o estado de resultados
	Minimizar los tiempos y costos de producción	Porcentaje de utilidades	Aumentar el rendimiento de producción	Informes de la producción
	Maximizar el rendimiento de la producción	Porcentaje del rendimiento de producción	Aumentar el rendimiento de producción	Informes de la producción
PROPOSITO	Elaborar un modelo de aplicación de herramientas Lean Manufacturing en las unidades productivas de manufactura de muebles de madera de la ciudad de El Alto	Cantidad de unidades productiva con la manufactura esbelta	Implementación de la manufactura esbelta	Implementación en las unidades productivas
COMPONENTE	Aumentar el interés para automatizar la manufactura de muebles	Porcentaje del rendimiento de producción	Aumentar el rendimiento de producción	Informes de la producción
ACTIVIDAD	Incentivar la adquisición de maquinaria y equipos mediante créditos bancarios accesibles	Cantidad de maquinaria adquirida	Adquisición de máquinas con alta capacidad de producción	Fotografías de implementación en las unidades productivas
	Capacitación en nuevas tecnologías de maquinarias	Cantidad de cursos / talleres realizados	Capacitación a todo el personal de producción	Registros de participación de las capacitaciones
	Aumentar la disposición de maquinaria en el mercado local mediante políticas gubernamentales	Cantidad de políticas de incentivo	Disposición de maquinaria a precios accesibles en el mercado	Fotografías de implementación en las unidades productivas

Fuente: Elaboración propia

3.2.9. Supuestos

Las condiciones o factores que consideramos ciertos y que no son controlables por el investigador y que podrían afectar los resultados, se muestra en el siguiente Cuadro.

Cuadro 5: Identificación de supuestos

NIVEL	SUPUESTOS	FACTORES DE RIESGO			
		Financiero	Legal	Social	Ambiental
FIN	Aumentar oportunidades de empleo directo e indirecto	X	X	X	
	Aumentar la compra de muebles de madera	X			
	Minimizar los tiempos y costos de producción	X			
	Maximizar el rendimiento de la producción			X	
PROPOSITO	Generar incentivos para la manufactura de muebles de madera			X	X
	Mejorar la planificación y control de la producción a través manufactura de muebles de madera	X		X	
COMPONENTE	La investigación y el estudio facilitan el cambio para la implementación de la manufactura esbelta		X	X	
ACTIVIDAD	Las actividades planteadas se ejecutan de acuerdo con lo programado	X	X	X	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6: Estructura de la Matriz de Marco Lógico

RESUMEN NARRATIVO	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
Aumentar oportunidades de empleo directo e indirecto	Tasa de empleo	Otros medios de verificación externos	
Aumentar la compra de muebles de madera	Porcentaje de utilidades	Libros contables y/o estado de resultados	
Minimizar los tiempos y costos de producción	Porcentaje de utilidades	Otros medios de verificación externos	

RESUMEN NARRATIVO	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
Maximizar el rendimiento de la producción	Porcentaje del rendimiento de producción	Libros contables y/o estado de resultados	
Elaborar un modelo de aplicación de herramientas Lean Manufacturing en las unidades productivas de manufactura de muebles de madera de la ciudad de El Alto	Cantidad de unidades productiva con la manufactura esbelta	Informes de la producción Informes de la producción Implementación en las unidades productivas Informes de la producción Fotografías de implementación en las unidades productivas Registros de participación de las capacitaciones Otros medios de verificación externos	Generar incentivos para la manufactura de muebles de madera Generar incentivos para la manufactura de muebles de madera
			Mejorar la planificación y control de la producción a través manufactura de muebles de madera
Aumentar el interés para automatizar la manufactura de muebles Incentivar la adquisición de maquinaria y equipos mediante créditos bancarios accesibles Capacitación en nuevas tecnologías de maquinarias	Porcentaje del rendimiento de producción Cantidad de maquinaria adquirida Cantidad de cursos / talleres realizados	Libros contables y/o estado de resultados Informes de la producción Informes de la producción	La investigación y el estudio facilitan el cambio para la implementación de la manufactura esbelta
Aumentar la disposición de maquinaria en el mercado local mediante políticas gubernamentales	Cantidad de políticas de incentivo	Implementación en las unidades productivas	Las actividades planteadas se ejecutan de acuerdo con lo programado
Aumentar el interés para automatizar la manufactura de muebles	Porcentaje del rendimiento de producción	Informes de la producción	
Incentivar la adquisición de maquinaria y equipos mediante créditos bancarios accesibles	Cantidad de maquinaria adquirida	Fotografías de implementación en las unidades productivas	

Fuente: Elaboración propia

3.3. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

Son las características y propiedades cuantitativas o cualitativas de un objeto o fenómeno que adquieren distintos valores y varían respecto a las unidades de observación.

Cuadro 7: Identificación de Variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE
Muebles de madera	Cantidad, tiempo, calidad y costo de producción

Fuente: Elaboración propia

Estas variables se modifican de acuerdo al tipo de mueble que se elabora; en tal sentido, se pretenderá estandarizar procesos de producción de acuerdo al tipo de producto.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población y muestra de estudio, está determinado por microempresas del rubro de la manufactura de muebles de madera; que en su mayoría en la fabricación y/o ensamblado de muebles de melamina. Que en su gran mayoría se localizan en la Calle: Pascué y José Arzabe de la zona 16 de julio de la ciudad de El Alto. Según información obtenida por Pro Bolivia, se tiene 125 microempresas legalmente establecidas en este rubro.

En virtud a la misma, se procede a calcular el tamaño de muestra para cada tarea con base del método estadístico propuesto por la Organización Internacional del Trabajo. El referido método consiste en efectuar un cierto número de observaciones preliminares (n') y luego aplicar la fórmula para un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5%.

$$n = \frac{z^2(p * q)}{e^2 + \frac{z^2(p*q)}{N}}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra que se desea determinar

z = Nivel de confianza deseado (95%) = 1,96

p = Proporción de la población con la característica deseada (Éxito) = 0,5

q = Proporción de la población con la característica deseada (Fracaso) = 0,5

e = Margen de error = 0,05

N = Tamaño de la población = 125

El tamaño de muestra calculado es de 95 encuestas, para realizar a la población en estudio de las microempresas dedicadas a la manufactura de muebles de madera en la ciudad de El Alto, específicamente en la zona de la 16 de julio. Los resultados y análisis de la encuestas se muestra en el Anexo 1.

3.5. AMBIENTE DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio se realizará en el Municipio de El Alto, en coordinación con las unidades productivas de manufactura de muebles de madera y en las oficinas del Instituto de Investigaciones de la carrera de Ingeniería en Producción Empresarial.

Para fines comparativos, se pretenderá realizar estudios de procesos productivos, consideradas como automatizadas, semiautomatizadas y manuales.

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Se trata de la recolección de datos relacionado a tiempos, cantidad, calidad y cantidad de producción. Se considerará encuestas, entrevistas, análisis documental y observaciones experimentales y no experimentales.

Inicialmente, se analizará la situación actual del sector mediante el uso de formularios que nos recomiendan la herramienta de Lean Manufacturing.

3.6.1. Operacionalización de las variables

Cuadro 8: Operacionalización de variables

Variables	Tipo de variable	Definición conceptual	Categorización o Dimensión	Indicadores	Instrumento
Modelo de herramientas Lean Manufacturing	Independiente	Búsqueda de una mejora del sistema productivo, eliminando actividades que no agregan valor al producto	➤ 5 S ➤ KANBAN ➤ SMED ➤ JIDOKA	➤ Disminución desperdicios ➤ Disminución de tiempos	➤ Encuestas ➤ Cuestionarios ➤ Planillas de registros ➤ Procedimiento
Mejora del proceso de producción	Dependiente	Secuencia ordenada de actividades para transformar la madera en muebles	➤ Calidad ➤ Tiempo ➤ Productividad (Cantidad) ➤ Costo	➤ Calidad ➤ Competitividad ➤ Costos de producción ➤ Tiempos de producción	

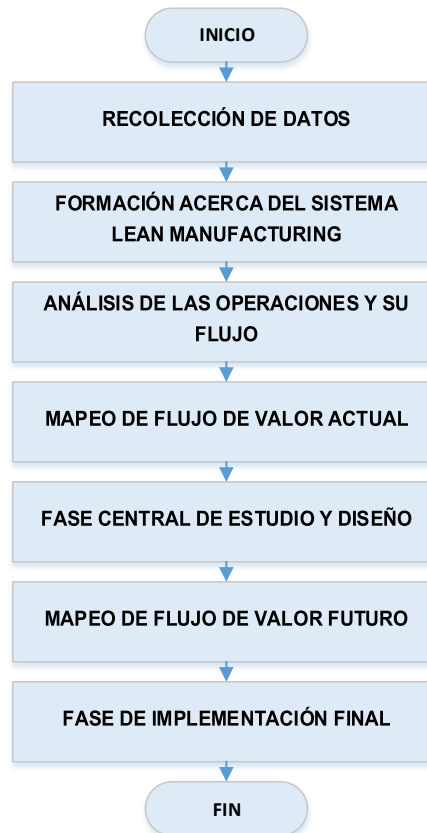
Fuente: Elaboración propia

3.7. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

3.7.1. FASES DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LEAN MANUFACTURING

Para la implementación eficiente de un Sistema Lean Manufacturing, se considerará las siguientes fases:

Figura 16: Fases de implementación del Sistema Lean Manufacturing



Fuente: Elaboración propia

7.3.1.1. Recolección de Datos

Esta fase inicia con la realización de un diagnóstico organizacional en base a datos reales que permitirán visualizar de mejor manera las condiciones en las que se desarrolla el proceso productivo de la manufactura de muebles de madera.

Estos datos harán referencia a los productos, los volúmenes requeridos de los productos; con la finalidad de adaptar el ritmo de producción a la demanda. Además, información

referente a los procesos y subprocesos, su capacidad, tiempos, calidad, maquinaria, personal y otros recursos utilizados para el proceso de producción de muebles de madera.

Generalmente, las operaciones unitarias son: Maquinado, lijado, montaje inicial, tinturado y lacado, montaje final y despachos; cada uno de las operaciones unitarias, debe disponer de personal y maquinaria especializada, detallada a continuación.

Cuadro 9: Procesos, personal y maquinaria en Planta de Manufactura de Muebles de Madera

PROCESO	# PERSONAL	MAQUINARIA
Maquinado	5	1 Sierra circular, 1 Perforadora de patas, 1 Tupy simple, 1 Centro master, 1 Taladro de pedestal
Lijado	6	1 Lijadora SCM, 1 Lijadora de banda, 1 Lijadora de molduras, 1 Tupy lijador, 1 Lijadora de disco, 1 Cepillo
Montaje Inicial	3	3 Prensas
Tinturado y Lacado	4	1 Pistola de Tinte, 1 Pistola de sello, 1 Pistola de retoque, 1 Pistola de laca
Montaje Final	4	1 Pistola de retoque
Despachos	1	

Fuente: Elaboración propia

El primer paso de la fase de recolección de datos es elegir el flujo de valor, considerando los tipos de productos y las operaciones que lleva cada uno de los mismos. Los productos que llevan operaciones iguales, deberán agruparse como una familia.

Al formar la Matriz “Productos x Procesos”, se comprueba que todos los productos de manufactura de muebles de madera, requieren las mismas operaciones: Maquinado, lijado, montaje inicial, tinturado y lacado, montaje final y despachos; por tanto, todos éstos forman parte de una misma familia que tendrá un único flujo de valor.

Cuadro 10: Matriz “Productos x Procesos”

Proceso Producto	Maquinado	Lijado	Montaje inicial	Tinturado y Lacado	Montaje final	Despacho
Producto 1	X	X	X	X	X	X
Producto 2	X	X	X	X	X	X
Producto 3	X	X	X	X	X	X
Producto 4	X	X	X	X	X	X
Producto 5	X	X	X	X	X	X

Flujo de
Valor

Fuente: Elaboración propia basada en el modelo de “Qualiplus Consultoría” (GONZÁLEZ, 2010)
(http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/manufacturaesbelta/default.asp)

El siguiente paso consiste en recolectar datos sobre el tiempo de ciclo de cada operación u operación unitaria. El tiempo de ciclo es igual al tiempo de trabajo manual más el tiempo de trabajo realizado en una máquina.

$$T/C = T/O + T/M$$

Donde:

T/C = Tiempo de ciclo

T/O = Tiempo del operador

T/M = Tiempo de máquina

A partir de los datos del tiempo de ciclo, se calcula la tasa de salida de cada proceso, considerando la siguiente fórmula:

$$T/S = \frac{T/C}{N}$$

Donde:

T/S = Tasa de salida

T/C = Tiempo de ciclo

N = Número de personas

Por otro lado, se deben recolectar datos correspondientes a tiempos de cambios en la maquinaria, tiempo disponible del personal, tiempo disponible de la maquinaria y el

porcentaje de reprocesos que se tiene en cada una de las operaciones involucrada en el proceso de producción.

7.3.1.2. Formación del personal en Sistema de Lean Manufacturing

Paralelamente de la fase 1, se debe formar al personal que participará en la implantación del Sistema de Lean Manufacturing. Los principales puntos que se tratan en la formación son:

- Objetivos y aspectos clave del Sistema Lean Manufacturing (conceptos de flujo de valor o el enfoque Pull de la producción).
- Aprender a analizar las operaciones unitarias y su flujo, detectando despilfarros, con la ayuda de paneles de control de la producción.
- Aspectos operativos de la implementación de la producción ajustada: Un flujo regular basado en el equilibrio de puestos de trabajo y el manejo del personal.
- Aprender a representar el proceso y su flujo por medio del Mapa de Flujo de Valor, herramienta visual que representa los flujos de materiales y de información del proceso desde el aprovisionamiento de materiales hasta el cliente.
- Todas las etapas de la transición a la producción ajustada; en particular en la obtención de soluciones e implementación de las mismas.

7.3.1.3. Análisis de las Operaciones y su Flujo

- **Análisis de las operaciones:** Este análisis se debe realizar basado en la determinación de la operación de los procesos de la Manufactura de Muebles, para los distintos componentes de los productos. Se incluirán todos los aspectos operativos, de calidad, de mantenimiento y de recursos humanos.
- **Diagrama de precedencias:** Se identificarán exigencias de secuenciación de operaciones en los procesos y las atribuciones de valor de las operaciones.
- **Diagrama de flujo:** Incluirá las secuencias de operaciones de productos y componentes que se producen en la Manufactura de Muebles, en un flujo para conducir al cliente de la forma más regular y constante posible.
- **Identificación de los desperdicios (Muda):** Como conclusión del análisis de los datos y las operaciones, se identificarán los focos de desperdicio en las

actividades de los procesos; asimismo, se realizará un plan para su eliminación o minimización y establecer las prioridades en la mejora continua.

7.3.1.4. Mapeo de Flujo de Valor Actual

En esta etapa se introducirá en el Mapa de Flujo de Valor, denominado Actual toda la información recogida y analizada hasta el momento, referida a la implementación antes de proceder al cambio, el cual actuará como una fuente de información global de la situación de partida, visualizada a través de los flujos de producto, materiales e información.

Generalmente en una Planta de Manufactura de Muebles (Mediana empresa) se trabajan en un solo turno de 8 horas. En función a esta información se debe proceder a elaborar el Mapa de Flujo de Valor Actual.

7.3.1.5. Fase de Estudio y Diseño

En esta etapa se deciden los distintos aspectos de la nueva implementación, tomando el Mapa de Flujo de Valor como fuente de información. Esta fase incluye:

- Definición y diseño de la distribución en planta (Layout) para cada proceso y para cada operación, determinando la ubicación de máquinas y lugares de trabajo y el recorrido de materiales y personas.
- Asignación de tareas a los puestos de trabajo, observando si hay operaciones sin valor añadido, esperas o desplazamientos.
- Equilibrio de las operaciones y puestos de trabajo, ajustando la capacidad productiva a la demanda, y las operaciones con más despilfarros y “Cuellos de Botella”.

Al realizar el Mapeo de Flujo de Valor en la Manufactura de Muebles, generalmente el “Cuello de Botella” está en el proceso de Montaje Inicial, lo cual no permite cumplir con la demanda establecida por el cliente; con la finalidad de mejorar esta situación se propone establecer un supermercado de semielaborados en blanco, hacer una célula de trabajo, realizar un plan para cambio de herramientas de una manera más rápida (SMED) y, además recalcular el número de personas necesarias para este proceso. Para el cálculo del número de personas se utiliza la siguiente ecuación:

$$\# \text{ Op.} = \frac{T/C \text{ Total}}{\text{Tiempo Takt}}$$

Op. = Número de trabajadores

T/C total = Tiempo de ciclo total

Tiempo Takt = Tiempos inconvenientes

Generalmente, en el proceso de Montaje Inicial, el tiempo de ciclo es alto, aunque no mayor al Tiempo Takt; en el caso de darse algún inconveniente, no se podría cumplir con la demanda. Se propone al igual que en el proceso de Montaje Inicial hacer una célula de trabajo, para bajar el tiempo de procesamiento.

Asimismo, en el proceso de Montaje Final también se presentan porcentajes altos de reprocesos; principalmente por diferencias de color, por la unión de los tableros que son tinturados, sellados y lacados con el resto del mueble. Para evitar este problema se propone establecer un sistema de control visual en el proceso de Tinturado y Lacado, basado en patrones de color realizados en el laboratorio y aprobados por el personal de calidad de la Empresa. Los trabajadores encargados del tinturado y lacado no dejarán pasar al siguiente proceso piezas que no cumplan con las características de las muestras patrón (color, brillo, poro).

Se plantea realizar un plan para la implementación de las 5 S's en toda la Planta de Manufactura de Muebles, con la finalidad de mantener el orden y limpieza.

7.3.1.6. Mapa de Flujo de Valor Futuro

En esta fase se plantea la implementación completa para disponer de una fuente de información global de la situación futura, que será visualizada a través del flujo de productos, materiales e información que permite identificar los desperdicios y oportunidades de mejoras residuales; y así depurar la solución obtenida en la etapa anterior en un proceso de mejora continua.

7.3.1.7. Fase de Implementación

Partiendo de las etapas anteriores, en las que se ha obtenido la solución para la nueva implementación representada en el Mapa de Flujo de Valor Futuro, se podrá proceder a la

determinación de las herramientas que se deberán utilizar en los diferentes procesos u operaciones unitarias, considerando la cantidad de trabajadores, los lotes de producción, transportes, materiales en proceso, tiempo de proceso total o Lead Time, espacio ocupado y la productividad.

Para diseñar la estructura básica e implementación de la filosofía del Sistema Lean Manufacturing en la Manufactura de Muebles, se recomienda elaborar un Plan Kaizen, que presenta los medios o herramientas útiles para alcanzar el objetivo: Eliminar las principales actividades que no agregan valor.

Con aplicación de soluciones visuales: Etiquetas Kanban, señalización visual de etapas y del proceso en planta, se pretende obtener un flujo regular y constante para los procesos, se establecerá supermercados entre operaciones, gestionados en Modo Pull.

Un requisito básico para iniciar el proceso de implementación del Sistema Lean Manufacturing, es conformar un equipo de trabajo con algunos de los miembros de la Empresa; para lo cual, se debe designar coordinador del equipo que pudiera ser el Gerente de Planta, quien poseerá la autoridad para hacer los cambios necesarios y disponer de los recursos existentes.

Como siguiente paso se establecen los objetivos a cumplir con la realización del Plan Kaizen; asimismo, se describirán las actividades que deben desempeñar los responsables

También debe implementarse indicadores que nos permitirá controlar el parámetro de avance en el cumplimiento de los objetivos.

Cuadro 11: Plan Kaizen propuesto para la manufactura de muebles de madera

PLAN DE KAIZEN						
Área:					Fecha:	
Líder:						
Equipo coordinador:						
Nº	Tarea	Actividad	Indicador	Responsable	Fecha	Observaciones

Fuente: Elaboración propia

**“MODELO DE APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING
EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DE MANUFACTURA DE MUEBLES DE
MADERA DE LA CIUDAD DE EL ALTO”**

7.3.1.7.1. Plan de Implementación de la 5's

Esta metodología inicia con el análisis la situación actual sobre orden y limpieza, mediante inspecciones periódicas; debiéndose llenar la información obtenida en el Formulario “Inspección de Orden y Limpieza” (Ver Anexo 1). En la cual, se obtiene el índice de cumplimiento, mediante la siguiente Ecuación (Bizkaia, 2006)

$$\% \text{Cumplimiento} = \frac{2 \times (N^\circ Si) + (N^\circ A medias)}{64 - 2 \times (N^\circ No procede)} \times 100 \%$$

Para generar una propuesta 5's, es pertinente a partir de la evaluación en una gráfica en la cual muestre el estado actual frente a una situación futura o estado ideal al aplicar la metodología 5's.

En tal sentido, se tomarán 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 Nulo (0%) hasta una aplicación Excelente (100%) objetivo de la aplicación Lean Manufacturing (Espin, 2016)

A continuación, se presenta la propuesta de calificación promedio.

Tabla 5: Propuesta de evaluación 5's

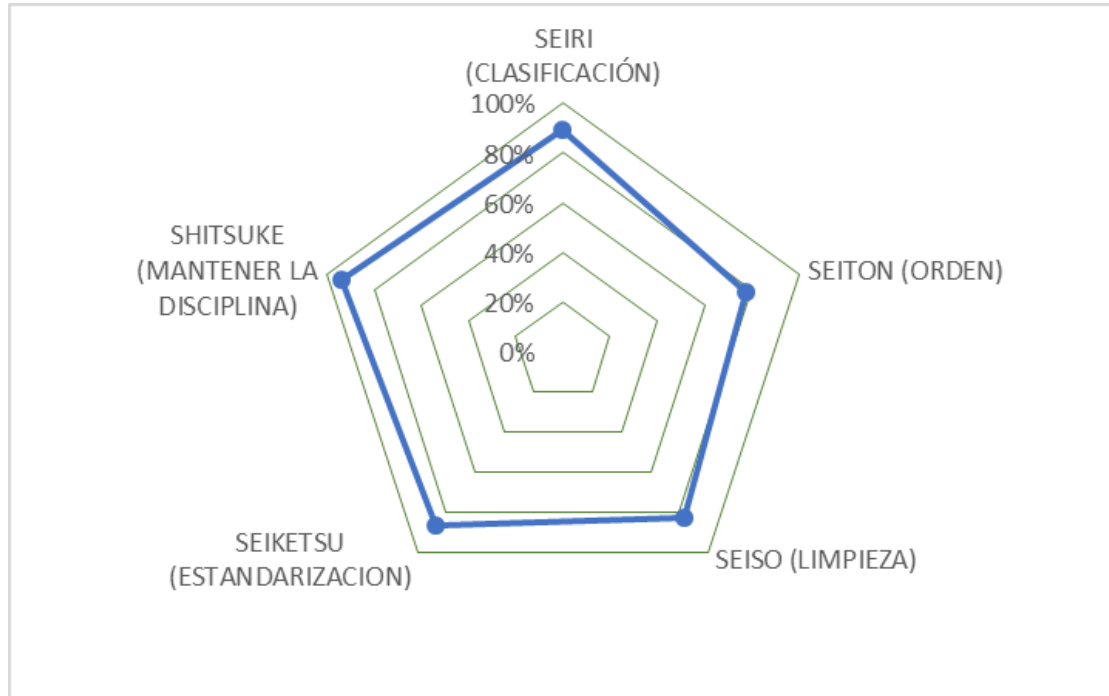
NULO	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
0%	20%	40%	60%	80%	100%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12: Propuesta de evaluación 5's

	ESTADO ACTUAL	ESTADO IDEAL
FECHA:	dd/mm/aa	dd/mm/aa
SEIRI (CLASIFICACIÓN)		
SEITON (ORDEN)		
SEISO (LIMPIEZA)		
SEIKETSU (ESTANDARIZACION)		
SHITSUKE (MANTENER LA DISCIPLINA)		

Fuente: Elaboración propia

Grafica 1: Representación gráfica (Radar) de la evaluación 5's

Fuente: Elaboración propia

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”.

A partir de la implementación 5's, deberá iniciarse la reingeniería de operaciones de la Manufactura de muebles de madera, a continuación, se detalla las mismas.

a) SEIRI (CLASIFICACIÓN)

- Clasificar y crear un registro de los elementos innecesarios, la cual se debe diseñar y presentar durante la etapa inicial. Estos registros permiten documentar el o los elementos innecesarios, su ubicación, cantidad encontrada, posible causa y acción sugerida para su eliminación.
- Utilizar etiquetas rojas, como registros de los elementos innecesarios que permita evaluar el sitio de trabajo donde existen estos elementos y que acción correctiva se puede ejecutar.

Cuadro 13: Tarjeta roja (Registro de elementos innecesarios)

Nº	
Fecha:	
Descripción:	
Responsable:	
CATEGORIA	
Accesorios y herramientas	
Equipo de oficina	
Instrumentos de medición	
Librería y papelería	
Maquinaria	
Materia prima	
Material de empaque	
Producto terminado	
Producto en proceso	
Refacciones	
Otro	
RAZON	
Contaminante	
Defectuoso	
Descompuesto	
Desperdicio	
No se necesita	
No se necesita pronto	
Uso desconocido	
Otro	
Responsable:	
Fecha de decisión:	
Destino final:	
Fecha:	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 14: Tarjeta roja (Registro de elementos innecesarios)

Nº			
FECHA DE IDENTIFICACIÓN:		ÁREA:	
NOMBRE DEL ELEMENTO:		CANTIDAD:	
DISPOSICIÓN	TRANSFERIR		RESPONSABLE
	ELIMINAR		
	INSPECCIONAR		

Fuente: Elaboración propia

- Finalmente, crear una lista de los objetos y/o elementos que son necesarios para direccionar correctamente su ubicación y futuro uso en la cadena de producción.

Cuadro 15: Lista objetos y/o elementos necesarios

AREA:		FECHA:	
REVISADO POR:		HORA:	

No.	OBJETO	UBICACIÓN

Fuente: Elaboración propia

b) SEITON (ORDEN)

- Establecer el método con el cual se ubicará e identificará 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 y otros.
- El método SEITON que utilizaremos consta de los siguientes criterios:
 - Ordenar los elementos clasificados como necesarios según: Seguridad, Calidad y Optimización.
 - 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.

Cuadro 16: inventarios mínimo y máximo

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	INVENTARIO	
		MÍNIMO	MÁXIMO

Fuente: Elaboración propia

c) SEISO (LIMPIEZA)

El proceso SEISO se debe implementar con un Programa Anual de Capacitación y Entrega de Elementos adecuados para la Limpieza; asimismo, del tiempo requerido para su ejecución, considerándose lo siguiente:

- Capacitar al personal de la empresa sobre la cultura de limpieza; posteriormente iniciar la jornada de limpieza de todas las instalaciones, incluyendo el mantenimiento de todas las máquinas y equipos.
- Efectuada la jornada de limpieza, se crea una lista de chequeo (Check List), para calificar la gestión SEISO realizada en el área de producción (Ver Anexo 2).
- A corto y largo plazo se implementará la cultura de limpieza en la empresa, a objeto de realizar la limpieza diaria de las áreas de trabajo al terminar la jornada laboral para conservar y mejorar el ambiente de trabajo.

d) SEIKETSU ESTANDARIZACIÓN

- Cada operario debe conocer exactamente sus responsabilidades sobre lo que tiene que hacer, cuándo, dónde y cómo hacerlo; para lo cual, se dará las debidas instrucciones sobre las primeras 3's 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, el mantenimiento de las condiciones de los trabajos regulares de cada día.

e) SHITSUKE (MANTENER LA DISCIPLINA)

La disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de las otras S. En tal sentido, se requiere la voluntad de las personas y su conducta demostrará la disciplina.

Al aplicar SHITSUKE garantizará la seguridad interna, la mejora de la productividad progresivamente y los estándares de la calidad de los productos para la satisfacción de los clientes.

Para implementar SHITSUKE el Gerente General y/o empleador de la empresa, deberá ejercer las siguientes responsabilidades:

- Capacitar al personal sobre las técnicas de las 5's y mantenimiento autónomo.
- Asignar el tiempo para la práctica de las 5's y mantenimiento autónomo.
- Suministrar los recursos necesarios para la implantación de las 5's.
- 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.

Los trabajadores 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.

7.3.1.7.2. ETAPAS DE CONTROL DE LAS 5S

- **Etapas Inicial:** La etapa se inicia con la ejecución e implementación de la metodología 5's, se centra principalmente en la limpieza total del puesto de trabajo. Se identifica y aísla todo lo que no sirve del puesto de trabajo y se limpian toda la maquinaria, equipos e instalaciones.
- **Etapas Base:** La etapa base se centra en la optimización de lo alcanzado en la etapa inicial. Desde esta etapa se debe realizar una gestión que permita alcanzar el estado ideal propuesto en la Gráfica de Radar.
- **Etapas Avanzada:** En esta etapa se formalizan los resultados obtenidos en las anteriores etapas, generando documentación referente a procedimientos, instructivos, normas, etc.
- **Etapas Final (KAISEN):** Al finalizar la ejecución de la gestión 5's, la empresa se orientará a mantener todo lo alcanzado y a generar nuevas ideas o gestiones para coordinar una filosofía de mejoramiento continuo.

CAPITULO IV: RESULTADOS

Considerando los objetivos del estudio y los análisis previos, a continuación se presenta un modelo de aplicación de Lean Manufacturing para la mejora continua del proceso de producción en la manufactura de muebles de madera.

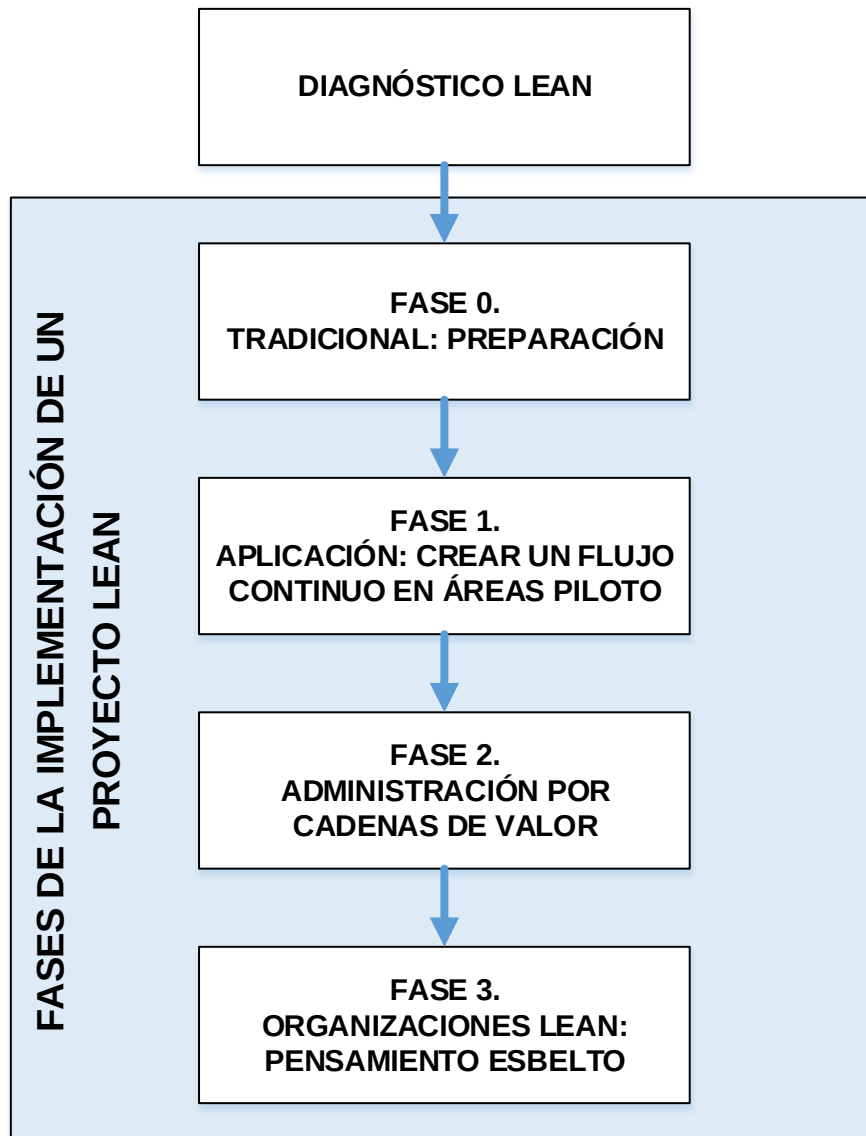


Figura 17: Fases de implementación de un proyecto Lean.

Fuente: Elaboración propia en base a fuentes bibliográficas (Socconini, 2005)

4.1. DIAGNÓSTICO LEAN

Antes de hacer un plan para la implementación de Lean Manufacturing, será importante establecer las condiciones actuales de todos los procesos clave de la organización mediante un diagnóstico que comprende las siguientes etapas:

1) Estrategia

- Planeación
- Comunicación
- Seguimiento
- Control

2) Estructura

- Organización.
- Personal.
- Información.

3) Diseño

- Necesidades del cliente.
- Diseño del producto.
- Diseño del proceso.
- Diseño del control del proceso.

4) Logística

- Proveedores.
- Clientes.
- Inventario.
- Planeación de producción.

5) Operaciones

- Prevención.
- Solución de problemas.
- Mejora continua,
- Orden y limpieza.
- Control visual,
- Flujo de proceso.
- Cambios de producto.
- Mantenimiento.
- Calidad.
- Control de material.
- Control de producción.
- Medición del desempeño.

6) Contabilidad y finanzas

- Contabilidad financiera.
- Contabilidad administrativa.
- Contabilidad operacional.

Este diagnóstico debe ser realizado por directivos de la empresa y/o microempresa y personal clave que conozcan a fondo la realidad de cada uno de las áreas que se presenten.

4.1.1. Interpretación y uso del diagnóstico

El diagnóstico permitirá establecer un punto de partida para formular los planes y estrategias correspondientes. La interpretación consistirá simplemente en observar en cada punto del diagnóstico es el siguiente paso.

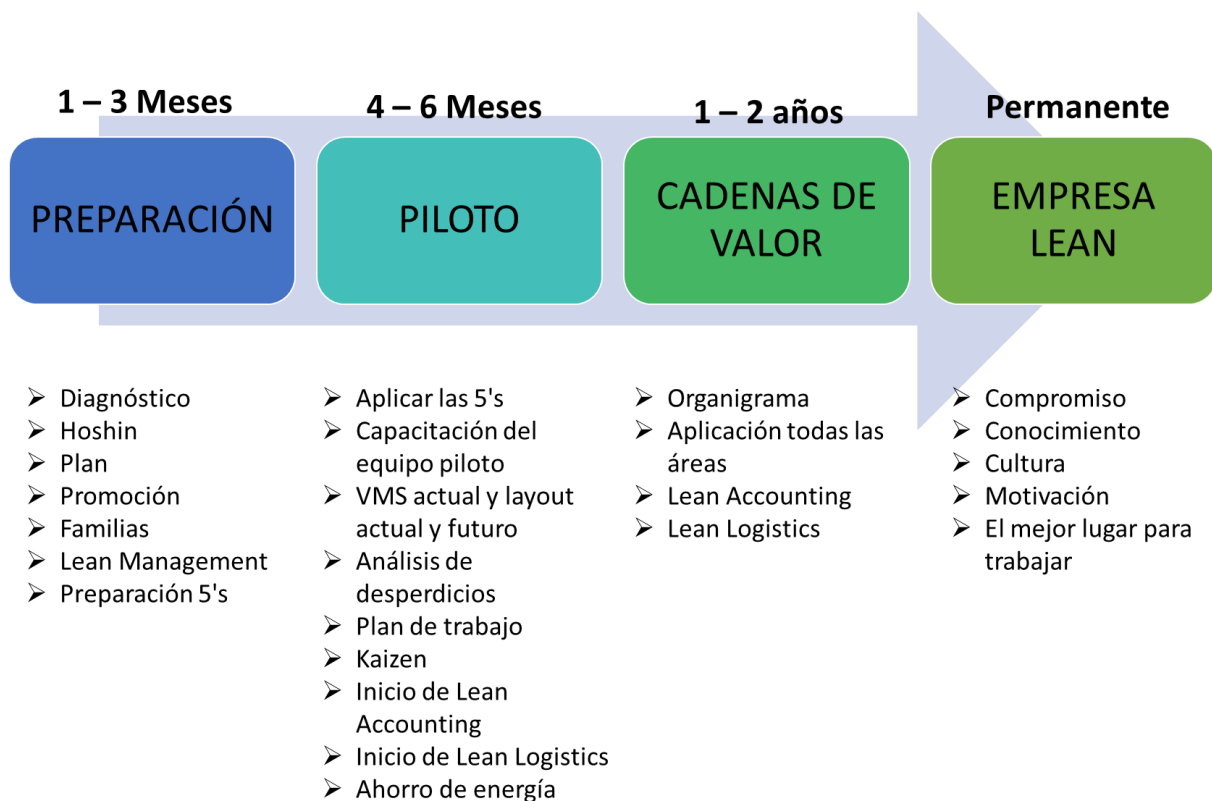


Figura 18: El camino de la maduración Lean

Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía (Socconini, 2005, pág. 57)

4.2. FASES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO LEAN

4.2.1. FASE 0. Tradicional: Preparación

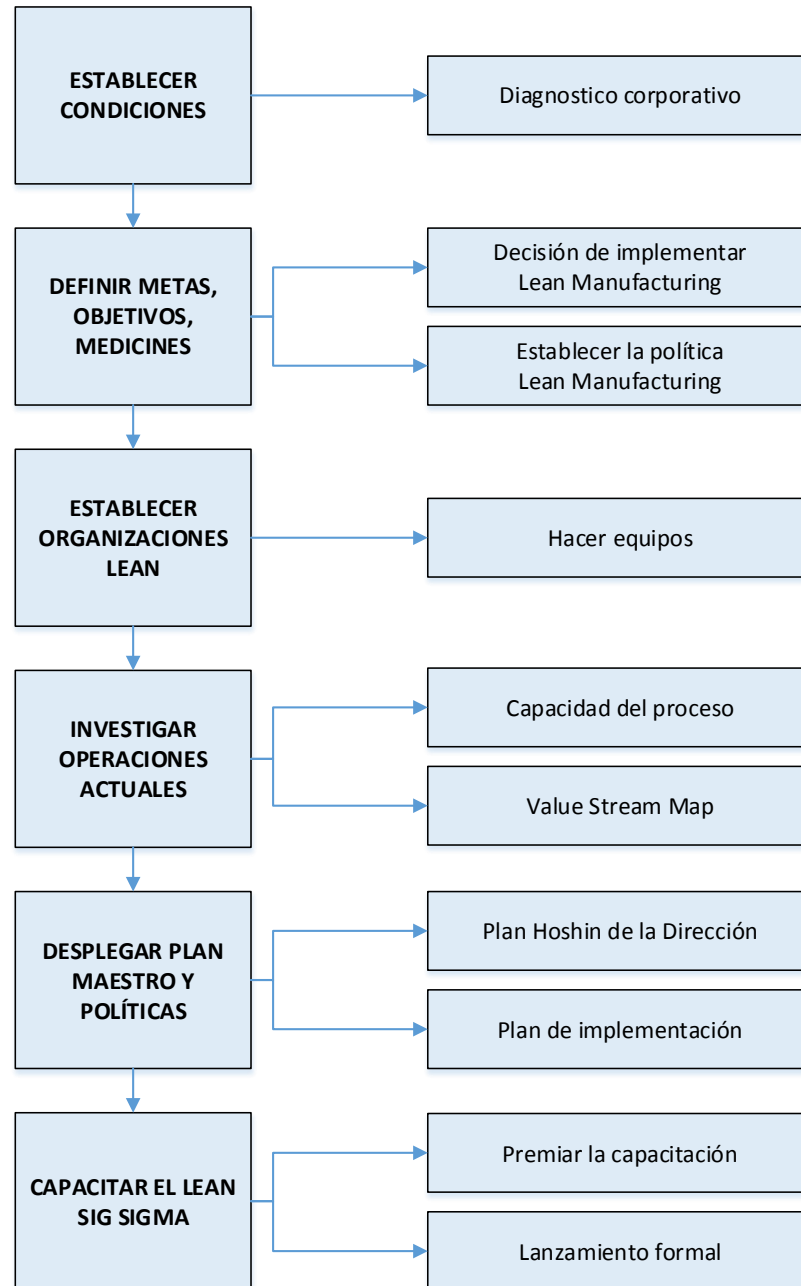


Figura 19: Procedimiento de preparación

Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía (Socconini, 2005, pág. 58)

Cuadro 17: Tradicional (Duración: 1 – 3 meses)

Actividades principales	Participantes	Principales obstáculos	Principales ventajas
➤ Realización de diagnóstico Lean. ➤ Entrenamiento en las metodologías Lean. ➤ Entrenamiento inicial en Lean Accounting. ➤ Establecimiento de responsables y equipos de inicio. ➤ Establecimiento de la capacidad de los procesos. ➤ Realización del mapa de la cadena de valor. ➤ Establecimiento del plan estratégico (Hoshin Kanri). ➤ Establecimiento del plan de implementación. ➤ Establecimiento de las bases e inicio de las 5's. ➤ Mapeo de los procesos (Value Stream Map). ➤ Comunicación de la estrategia Lean a todos.	➤ Gerente general y/o Propietario de la PyME ➤ Personal de las áreas funcionales. ➤ Personal de recursos humanos. ➤ Personal elegido para los equipos de inicio	➤ Resistencia al cambio ➤ Miedo a lo desconocido. ➤ Postergación de los planes y del inicio.	➤ Reto al cambio, ➤ Necesidad de aprender algo nuevo. ➤ Nueva dinámica de negocio y cambio.

Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía (Socconini, 2005)

4.2.2. FASE 1. Aplicación: Crear un flujo continuo en áreas piloto

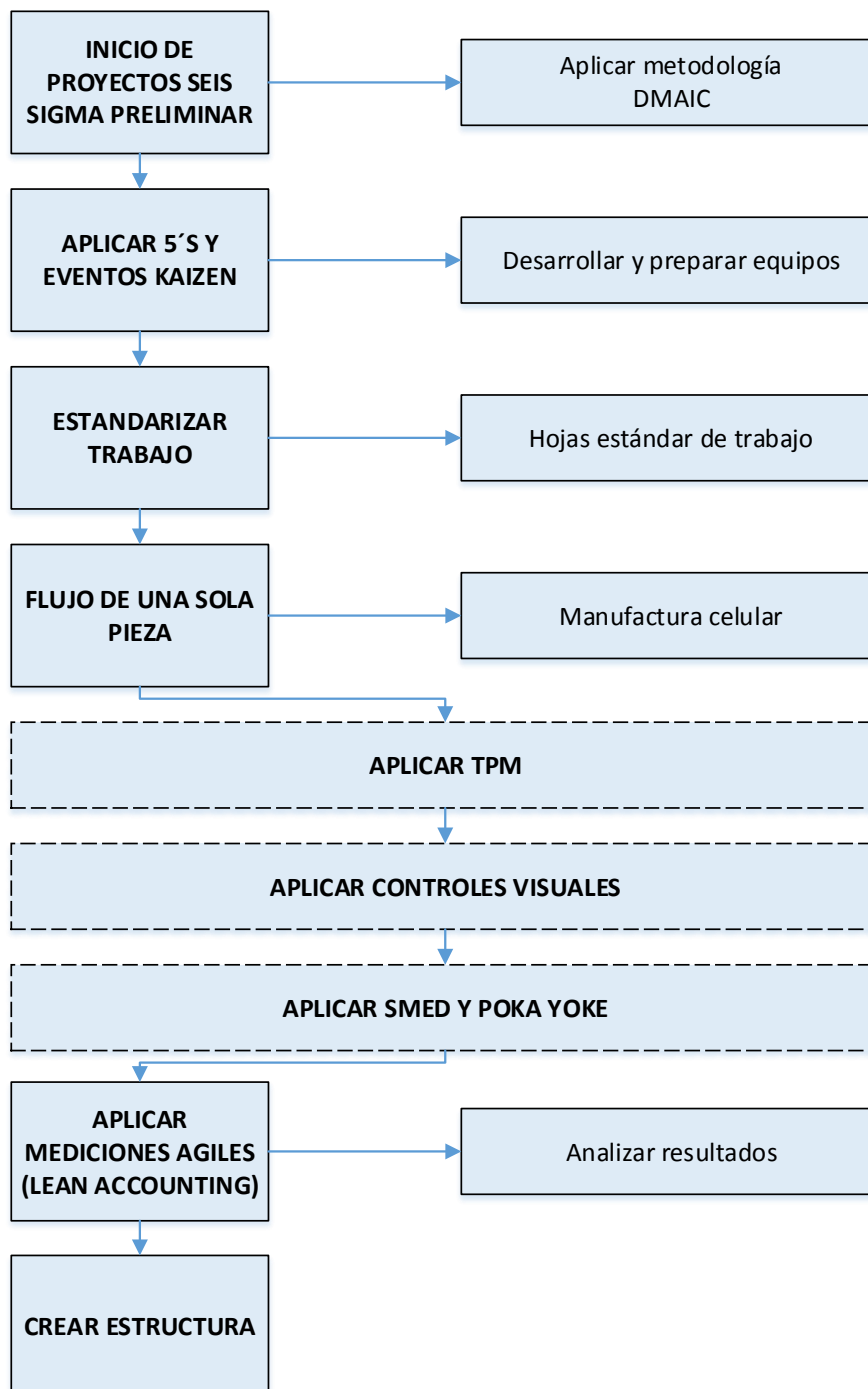


Figura 20: Creación de un flujo continuo en áreas piloto

Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía (Socconini, 2005, pág. 60)

Cuadro 18: Aplicación (Duración: 4 – 6 meses)

Actividades principales	Participantes	Principales obstáculos	Principales ventajas
➤ Establecimiento de proyectos piloto con la metodología ➤ Aplicación de las 5's en la empresa. ➤ Preparación de la estructura para recibir el Lean. ➤ implementación de trabajo estandarizado. ➤ Aplicación piloto de Mantenimiento Productivo. ➤ Aplicación piloto de Manufactura Celular. ➤ Balanceo de trabajo. ➤ Aplicación piloto de Cambios rápidos. ➤ Aplicación piloto de a prueba de errores. ➤ Aplicación piloto de Kanban. ➤ Aplicación de Lean Accounting de esta etapa. ➤ Inicio de programas de certificación de proveedores y de empleados. ➤ Inicio de entrenamiento multitareas a operadores. ➤ Inicio de la logística Lean entre proveedores y clientes.	➤ Gerente general y/o Propietario de la PyME ➤ Personal de las áreas funcionales. ➤ Responsables financieros. ➤ Personal de recursos humanos. ➤ Operarios. ➤ Personal de la producción y calidad. ➤ Personal de mantenimiento. ➤ Y otros	➤ Resistencia al cambio del personal en general. ➤ Mala aplicación de los conocimientos. ➤ No se dedica el tiempo necesario.	➤ Se empiezan a ver algunos resultados positivos ➤ Inicia la competitividad interna por entregar mejores resultados. ➤ Mejora el trabajo en equipo. ➤ Existe un mejor entendimiento de las técnicas y la estructura. ➤ Los resultados despiertan un mayor interés por parte de la dirección.

Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía (Socconini, 2005)

4.2.3. FASE 2. Administración por cadenas de valor (FASE INICIAL)

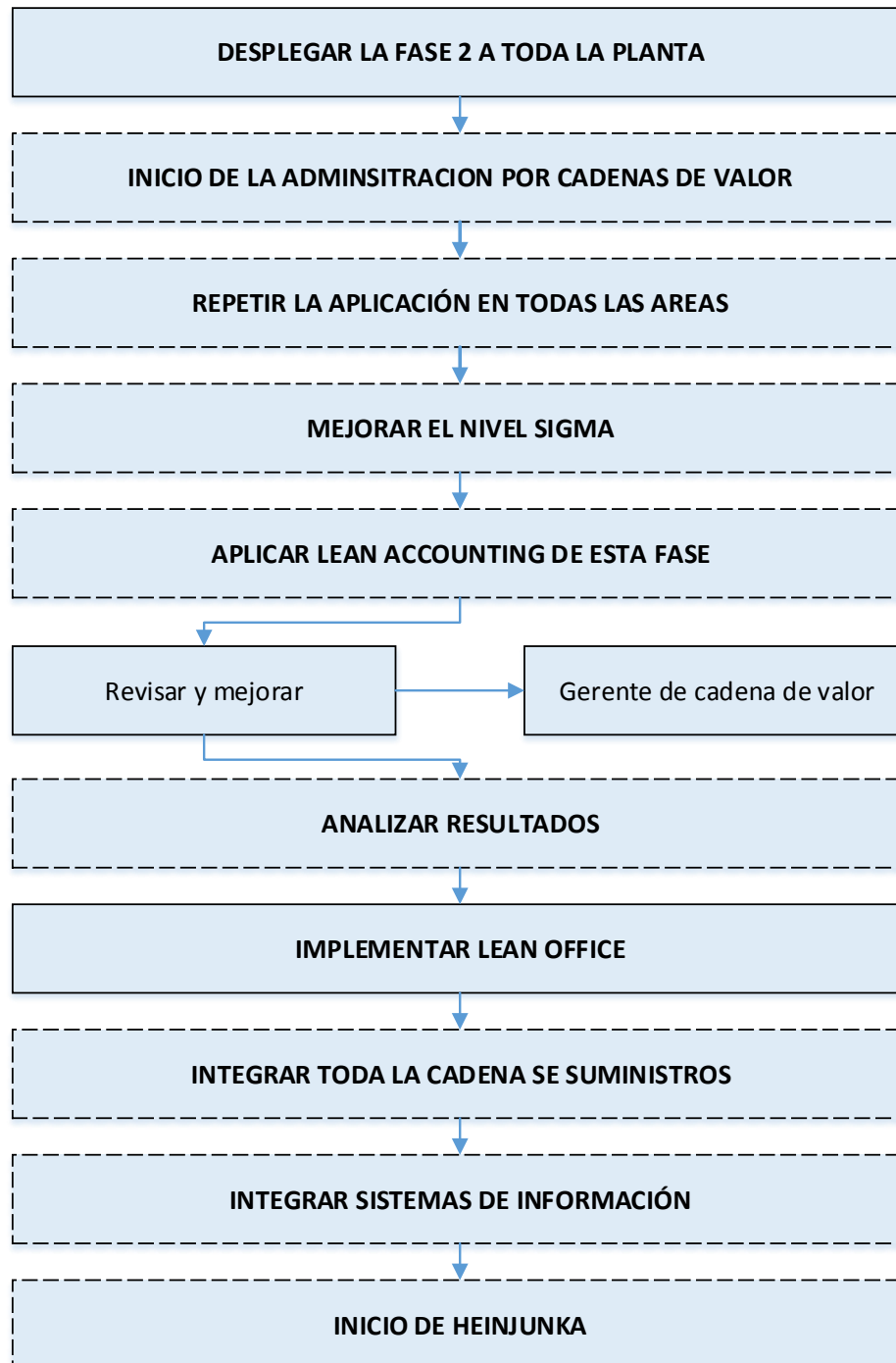


Figura 21: Administración por cadenas de valor (FASE INICIAL)

Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía (Socconini, 2005, pág. 62)

Cuadro 19: Administración por cadenas de valor (Duración: 12 meses)

Actividades principales	Participantes	Principales obstáculos	Principales ventajas
➤ Análisis de los resultados logrados. ➤ Uso pleno de producción jalar. ➤ Desarrollo común de eventos Kaizen. o inicio de proyectos de Seis Sigma para variación. ➤ Lean Accounting contempla: Contabilidad administrativa, financiera y operacional. ➤ introducción del gerente de cadena de valor. ➤ Modificación del organigrama a cadenas de valor. ➤ Asignación de personal a las cadenas de valor. ➤ Uso común del control estadístico. ➤ DMAIC en todos los proyectos de mejora. ➤ introducción de Lean Office. ➤ Integración de la contabilidad de costos a la cadena. ➤ integración de planeación financiera a ventas y cadenas ➤ Certificación. ➤ integración de nuevos métodos de incentivos. ➤ Integración de logística con proveedores y clientes. ➤ Aportación de mejoras al proceso por parte de todos.	➤ Todos.	➤ Falta de integración entre contabilidad y operaciones. ➤ La fábrica de información no está conectada con las operaciones. ➤ Posible uso de métodos de control anteriores. ➤ Resistencia debido a posible pérdida de autoridad. ➤ Posible detección de falta de capacidad para el liderazgo, ➤ Conflictos de intereses entre departamentos. ➤ Limitaciones de autoridad en la toma de decisiones.	➤ Los resultados muestran una evidente reducción de costos. ➤ Mejor comunicación y entendimiento entre personas. ➤ El trabajo en equipo permite mejorar las relaciones interpersonales ➤ Existe un mejor entendimiento del Camino por seguir. ➤ La información es más clara y Fácil de utilizar. ➤ Se comunica el nuevo lenguaje de negocios y operaciones a todo el personal.

Actividades principales	Participantes	Principales obstáculos	Principales ventajas
➤ introducción del cuadro de resultados (box score). ➤ implementación de Lean en las oficinas.			

Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía (Socconini, 2005)

4.2.4. FASE 2. Administración por cadenas de valor (FASE MADURA)

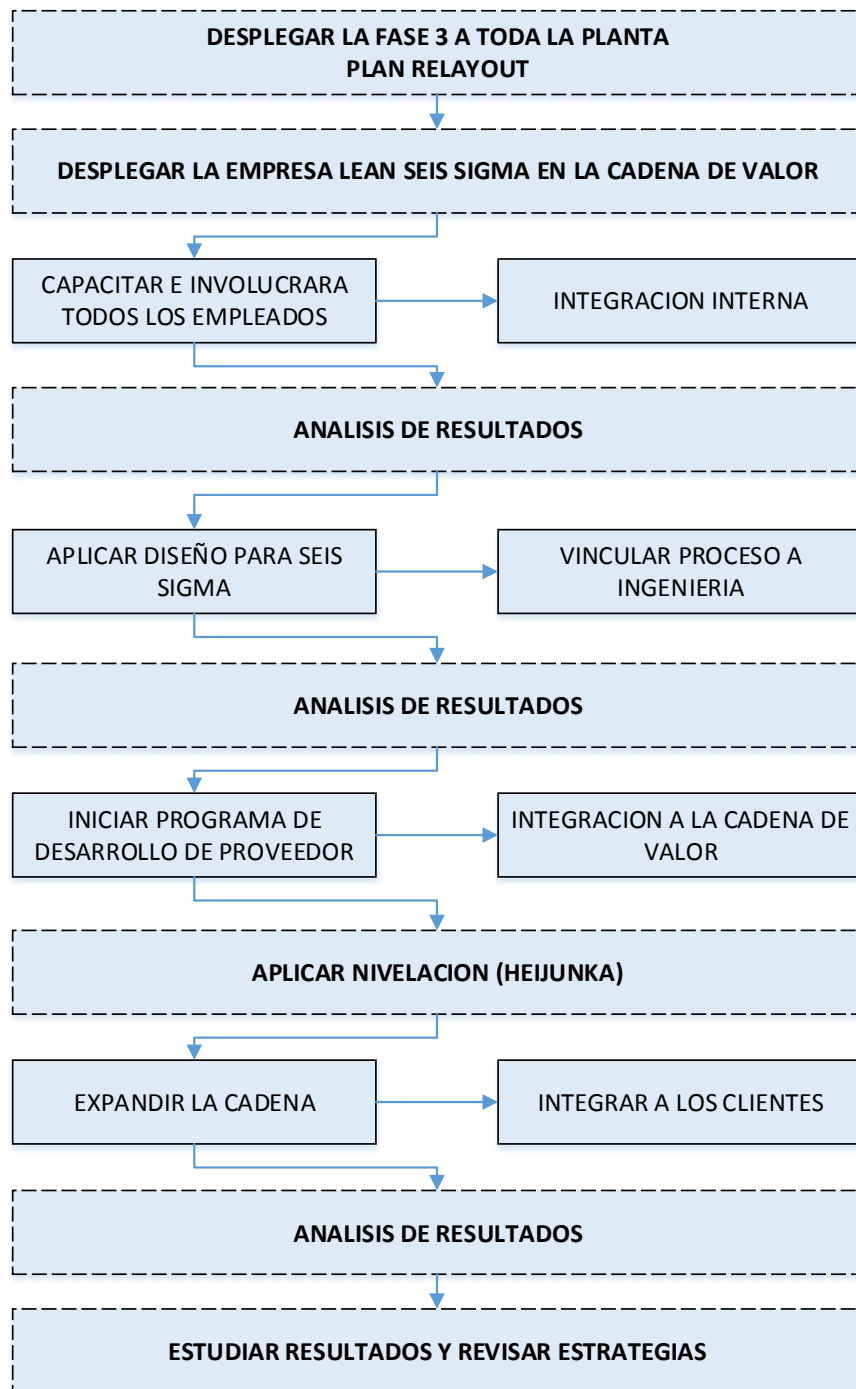


Figura 22: Administración por cadenas de valor (FASE MADURA)

Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía (Socconini, 2005, pág. 65)

Cuadro 20: Administración por cadenas de valor (Duración: 12 – 24 meses)

Actividades principales	Participantes	Principales obstáculos	Principales ventajas
➤ Inicio de un replanteamiento del layout completo. ➤ Redistribución de planta y equipos. ➤ La aplicación se extiende al diseño de productos. ➤ Se utiliza el box score como base para tomar decisiones. ➤ Uso de la contabilidad Lean en todos los procesos. ➤ Inicio del programa de desarrollo de proveedores. ➤ La producción se nivela con la velocidad de compra. ➤ Se integran clientes y proveedores ➤ Se reestructuran anualmente los planes Hoshin, ➤ La estructura organizacional es propicia para Lean. ➤ Todo el personal participa activamente en las mejoras. ➤ Se comparte información de proyectos.	➤ Todos.	➤ Resistencia al cambio por parte de los proveedores ➤ Resistencia al cambio por parte de los clientes. ➤ Temor interno a extender la aplicación. ➤ Falta de planes concretos para integrar la cadena completa. ➤ Proveedores que carecen del conocimiento necesario. ➤ Clientes que carecen del conocimiento necesario. ➤ intención de copiar modelos de otras empresas.	➤ Necesidad de mejorar más rápido. ➤ Estructura clara y bien integrada. ➤ Las personas piensan y viven con las herramientas. ➤ Lean se convierte en una Forma de pensar y una filosofía, ➤ Se logra abrir muchas puertas comerciales y de competitividad. ➤ Se cuenta con muy buenas bases para la continuidad del negocio. ➤ El enfoque se concentra en proyectos y reducción de costos.

Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía (Socconini, 2005)

4.2.5. FASE 3. Organizaciones Lean: Pensamiento esbelto

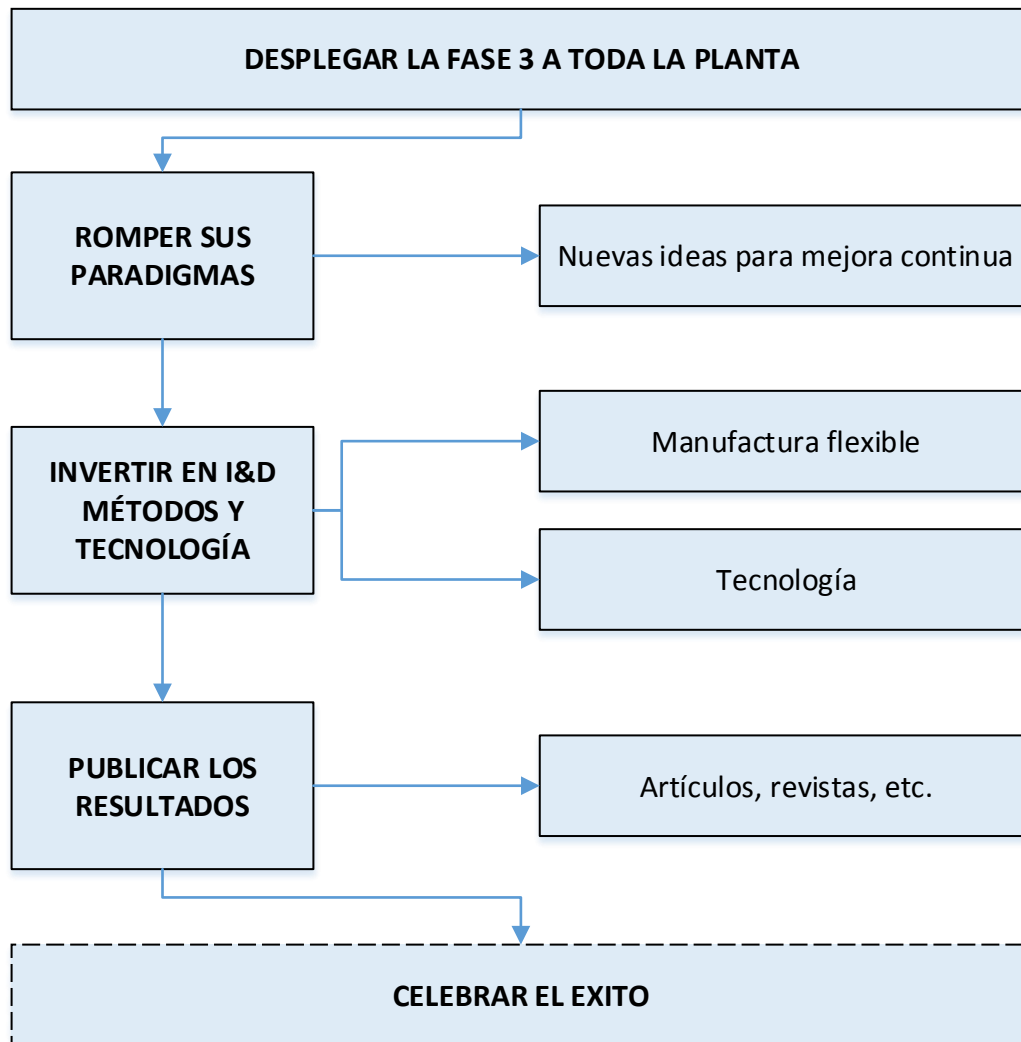


Figura 23: Organizaciones Lean

Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía (Socconini, 2005, pág. 65)

Cuadro 21: Organización Lean (Duración: Permanente)

Actividades principales	Participantes	Principales obstáculos	Principales ventajas
➤ Revisión continua de Flujos de producción, ➤ Rompimiento continuo de paradigmas. ➤ Aplicación de tecnología de predicción. ➤ Uso de nuevas tecnologías de desarrollo y producción. ➤ Publicación de resultados operativos y financieros. ➤ Ser el mejor en su clase. ➤ Establecimiento de proyectos Lean como base de mejora. ➤ Solución inmediata de problemas. ➤ Sistema de calidad estable y en mejora continua.	➤ Todos.	➤ No esforzarse por buscar nuevos objetivos de mejora. ➤ Conformarse con lo logrado hasta el momento. ➤ Incertidumbre en el ambiente mundial de negocios. ➤ No continuar aplicando las estrategias logradas y conformarse con el éxito alcanzado. ➤ No renovar a tiempo las estrategias de producto y de operaciones.	➤ Una cultura laboral renovada y siempre lista para el cambio. ➤ Un liderazgo compartido. ➤ Todos tienen las herramientas y el conocimiento adecuados. ➤ Claro y constante entendimiento de metas y objetivos. ➤ La manufactura esbelta es una Forma de pensar.

Fuente: Elaboración propia en base a bibliografía (Socconini, 2005)

Cuadro 22: Propuesta del Plan Kaizen para la manufactura de muebles de madera

PLAN DE KAIZEN						
Área: PRODUCCIÓN Y AUXILIARES					Fecha: 21/09/2021	
Líder: Jefe de Producción						
Equipo coordinador: Ing. Hugo Mamani C, y Auxiliares de Investigación						
Nº	Tarea	Actividad	Indicador	Responsable	Fecha	Observaciones
1	Sistema de Halado	➤ Definir proceso de jalado ➤ Definir modelo de flujo		Jefe de Producción	21/09/21	
2	Implementar áreas de productos semielaborados	➤ Analizar la demanda ➤ Diseñar el Plan Kanban ➤ Monitoreo de procesos		Jefe de Producción	30/09/21	
3	Implementar célula de montaje inicial	➤ Analizar el tiempo / Actividad ➤ Analizar resultados y ajustes	Tc = Tiempo de Montaje Ts = Tasa de salida	Jefe de Producción	10/10/21	
4	Implementar SMED montaje inicial	➤ Definir las máquinas y procesos ➤ Capacitar del personal ➤ Analizar la práctica de SMED		Jefe de Producción	20/10/21	
5	Implementar de la 5's	➤ Determinar el alcance ➤ Capacitar del personal ➤ Ejecutar auditorias ➤ Implementar sistemas de control visual	5`s	Jefe de Producción Responsable de SST	01/11/21	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

Considerando la actividad productiva de muebles de madera en la Ciudad de El Alto, se caracteriza a microempresarios en el rubro de la carpintería. En su mayoría, sus talleres están concentrados en la Zona 16 de julio; incluido sus puntos de venta en puestos informales y galerías, en la cual muestran una variedad de muebles.

- Se evidencia el desconocimiento metodologías de mejora continua en sus unidades productivas; generalmente no buscan capacitarse en temas de innovación y mucho menos en la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing con enfoque de eliminar de inventarios y control del flujo de valor de la microempresa.

Por otro lado, a falta de la materia prima (Madera en sus variedades) y la rivalidad de los directos competidores en el rubro de muebles de melanina y otros similares, hace que se reduzca las microempresas del sector muebles de madera.

Sin embargo, a pesar de la excesiva competencia y la tendencia de los comercializadores de competir por el precio, es pertinente fabricar muebles de madera con modelos diferenciados y con precios razonables, con la ventaja de asegurar ventajas competitivas en el mercado local.

- Para este rubro la metodología aplicada es la Kaizen; en la misma se establecerá un nuevo Mapa de Flujo de Valor Futuro. Asimismo, se aplicará soluciones visuales como: Etiquetas Kanban, señalización visual del proceso y su flujo regular, entre otros.
- Otro método básico es la gestión de las 5's, para la clasificación de los objetos necesarios e innecesarios presentes en el área de producción, posteriormente ordenar según las características de los elementos, con la finalidad estandarizar las actividades en el puesto de trabajo y espacios comunes.

Por otro lado, será pertinente la modificación y/o la redistribución de los puestos de trabajo (cuando sea necesario), para optimizar el espacio físico y eliminar los movimientos innecesarios producidos por la distribución actual.

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

Efectuada el estudio de investigación, consideramos pertinente plantear las siguientes recomendaciones y sugerencias.

- Para plantear proceso de mejora continua de los procesos en las MyPE's y/o empresas, es recomendable iniciar con un diagnóstico Lean, considerando las herramientas de Lean Manufacturing.
- Para involucrar a los trabajadores en las actividades Lean, se recomienda mantener reuniones quincenales con todos los trabajadores de la empresa (Planta y Administrativos), para compartir los conocimientos adquiridos e información generada en los puestos de trabajos.
- Para la implementación del Plan Kaizen, se recomienda generar procedimientos, registros, formatos de las herramientas de mejora continua y para facilitar a los nuevos trabajadores y evitar discontinuidades en el flujo de producción.

Bibliografía

Ordóñez Rendón, A. V., & Milques Vargas, J. S. (2019). PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA INDUSTRIAS ROMIL S.A.S. (*Proyecto de Grado para Licenciatura*). UNIVERSIDAD ICESI, CALI.

Aguirre Alvarez, Y. A. (2014). Análisis de las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes. (*Magister en Ingeniería Industrial*). Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

Alave Figueroa, F. A., & Mamani Mamani, J. F. (2018). Factores que influyen en el desarrollo de las Pymes, Caso: Empresas de fabricación y armado de muebles de melamina de la Ciudad de El Alto; zona 16 de julio. (*Licenciatura en Administración de Empresas*). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.

Bizkaia. (Enero de 2006). www.bizkaia.eus/. 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

CABREA MARTINEZ, D. F., & VARGAS OCAMPO, D. (2011). MEJORAR EL SISTEMA PRODUCTIVO DE UNA FABRICA DE CONFECCIONES EN LA CIUDAD DE CALI APLICANDO HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING. (*Tesis de Licenciatura*). UNIVERSIDAD ICESI, SANTIAGO DE CALI.

Carrillo Estrella, J. S., & López Vintimilla, A. P. (2012). GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LEAN DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA DE DORMITORIOS DE LA FÁBRICA DE MUEBLES LA CARPINTERÍA DEL GRUPO COLINEAL. (*Trabajo Dirigido de Licenciatura*). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.

Chase, R., & Jacobs, R. (2014). *Administración de Operaciones. Producción y Cadena de Suministros*. Mexico: McGraw-Hill.

Espin, F. (Enero de 2016). *cdiconsultoria*. Obtenido de www.cdiconsultoria.es:
<http://www.cdiconsultoria.es/articulo>

ESTUDIOS, C. (2015). *TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS PARA EL CONTROL DE PROCESOS Y LA GESTIÓN DE LA CALIDAD, PARA SU USO EN LA AUDITORÍA INTERNA Y EN LA GESTIÓN DE RIESGOS*. Santiago: CAIGG.

Garatu, G. (29 de Julio de 2020). <https://grupogaratu.com/>. Obtenido de grupogaratu:
<https://grupogaratu.com/que-es-y-para-que-sirve-lean-manufacturing/>

Gisbert Soler, V. (2015). LEAN MANUFACTURING. QUÉ ES Y QUÉ NO ES, ERRORES EN SU APLICACIÓN E INTERPRETACIÓN MÁS USUALES. *3C Tecnología*, 11.

GONZÁLEZ, S. (2010). *El Prisma*. Obtenido de Elprisma.com:
http://ww31.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/pokayoke/default.asp

Gutiérrez H. y de la Vara, R. (2004). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma 6σ*. México,D.F.: McGraw-Hill Interamericana.

Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. Mexico: Pearson Educación.

INE. (19 de 03 de 2017). *Instituto Nacional de Estadística*. Obtenido de www.ine.gob.bo:
<https://www.ine.gob.bo/index.php/en-bolivia-mas-de-50-mil-personas-se-dedican-a-la-carpinteria/>

Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de Operaciones*. Mexico: Pearson Education.

Melgar Poluche, J. F. (2016). ESTUDIO TÉCNICO Y REINGENIERÍA DE OPERACIONES DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LA FÁBRICA DE MUEBLES MADERAS MELGAR MEDIANTE EL MODELO DE GESTIÓN LEAN MANUFACTURING. (*Tesis de Licenciatura*). Escuela Politécnica Nacional, Quito.

MELGAR POLUCHE, J. F. (2016). 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). ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, Quito.

Servio Astudillo, P. A. (2016). APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE RESIDUOS PLÁSTICOS OBTENIENDO COMBUSTIBLES LÍQUIDOS, POR MEDIO DE PIRÓLISIS. *LA GRANJA: Revista de Ciencias de la Vida*, 54.

SI2M, I. (2012). *Diseño de los servicios de aseo y analisis de la estructura de costos para los distritos urbanos del Municipio de El Alto*. El Alto.

Socconini, L. (2005). *Lean Manufacturing*. Norma.

Sossa Humerez, J. A. (2015). DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA FÁBRICA DE MUEBLES NIKELCROM. (*Proyecto de Grado de Licenciatura*). Universidad Mayor de San Andres, La Paz.

Summers, D. C. (2006). *Administración de la calidad*. Mexico: Pearson Educación.

Summers, D. C. (14 de Agosto de 2012). <http://www.slideshare.net>. Obtenido de <http://www.slideshare.net>: <http://www.slideshare.net/rafaeltic/diagrama-de-pareto>

Tecnicas, I. U. (2009). *Herramientas para la mejora de la calidad*. Montevideo - Uruguay: UNIT.

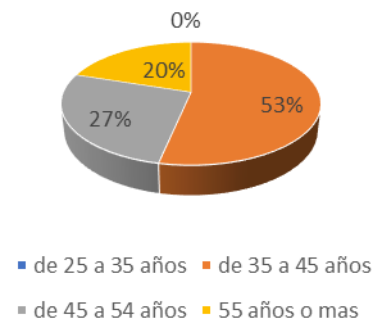
ANEXOS

ANEXO 1: Resultado encuesta caracterización del carpintero (Sector Muebles)

1) ¿Indique su rango de edad?

De 25 a 35 años	0	0%
De 35 a 45 años	8	53%
De 45 a 54 años	4	27%
55 años o mas	3	20%
TOTAL	15	100%

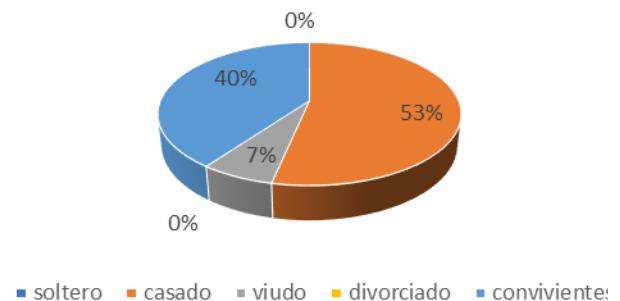
EDAD DE PROPIETARIOS



2) Estado civil

Soltero	0	0%
Casado	8	53%
Viudo	1	7%
Divorciado	0	0%
Convivientes	6	40%
TOTAL	15	100%

ESTADO CIVIL DEL PROPIETARIO



3) Lugar de residencia

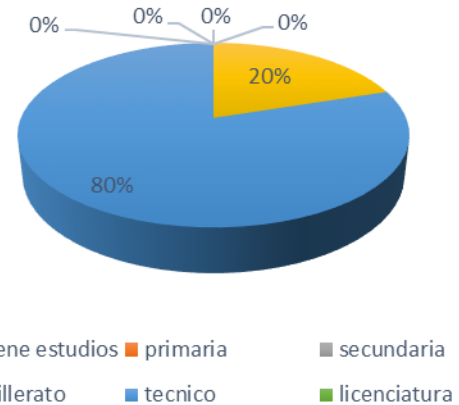
Ciudad de La Paz	0	0%
Ciudad de El Alto	15	100%
Provincia	0	0%
Otra ciudad	0	0%
TOTAL	15	100%

LUGAR DE RESIDENCIA



4) ¿Cuál es su nivel de estudio más avanzado de usted?

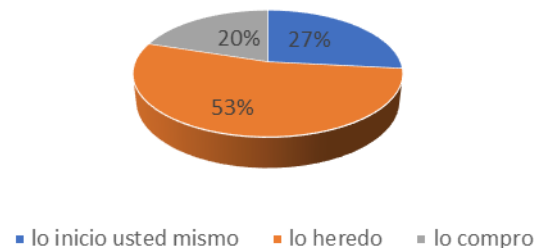
No tiene estudios	0	0%
Primaria	0	0%
Secundaria	0	0%
Bachillerato	3	20%
Tecnico	12	80%
Licenciatura	0	0%
TOTAL	15	100%



5) ¿Usted cómo adquirió su negocio de muebles de madera?

Lo inicio usted mismo	4	27%
Lo heredo	8	53%
Lo compro	3	20%
TOTAL	15	100%

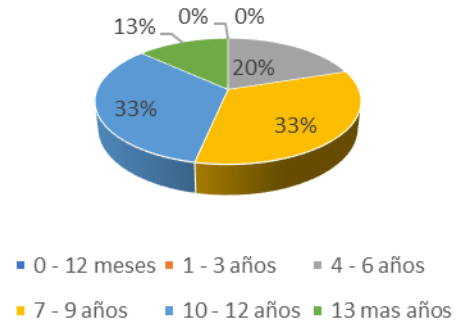
ADQUICION DE NEGOCIO



6) ¿Cuántos años tiene su negocio en el rubro de muebles de madera?

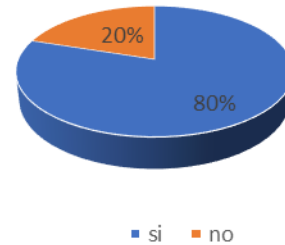
0 - 12 meses	0	0%
1 - 3 años	0	0%
4 - 6 años	3	20%
7 - 9 años	5	33%
10 - 12 años	5	33%
13 mas años	2	13%
TOTAL	15	100%

VIDA UTIL DEL RUBRO DE MUEBLES



- 7) ¿Usted como propietario reside en el mismo lugar donde funciona el negocio de venta de muebles?

Si	12	80%
No	3	20%
TOTAL	15	100%



- 8) ¿Usted a que se dedicaba antes de iniciar este negocio?

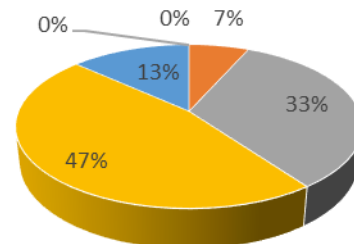
Trabajaba como empleado	12	80%
Se dedicaba aun area especifico	3	20%
No trabajaba	0	0%
TOTAL	15	100%



- 9) ¿Por qué decidió entrar en este negocio de muebles de madera?

Gusto por los muebles	0	0%
Desempleo	1	7%
Prestamos	5	33%
Prestamos de familiares	7	47%
Iniciativa propia	2	13%
Otra fuente de ingreso	0	0%
TOTAL	15	100%

EL POR QUE DEL NEGOCIO

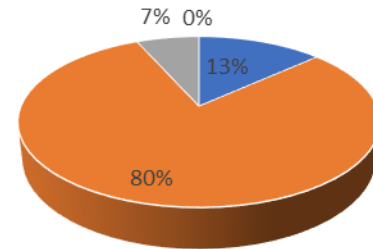


■ gusto por los muebles ■ desempleo ■ prestamos
■ prestamos de familiares ■ iniciativa propia ■ otra fuer

10) ¿Cuáles son las expectativas en el futuro con su negocio de muebles de madera?

Ampliarlo	2	13%
Mantenerlo	12	80%
Expandirlo	1	7%
Serlider en el sector	0	0%
TOTAL	15	100%

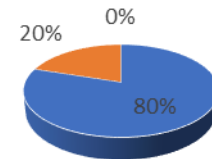
EXPECTATIVAS CON SU NEGOCIO



■ ampliarlo ■ mantenerlo ■ expandirlo ■ serlider en el sector

11) ¿Cuál fue la principal fuente de ingresos para iniciar este negocio de muebles de madera?

Ahorro propio	5	33%
Ahorros familiares	1	7%
Prestamos	8	53%
Prestamos de familiares amigos	1	7%
Otras fuentes	0	0%
TOTAL	15	100%



■ trabajaba como empleado
■ se dedicaba aun area especifico
■ no trabajaba

ANEXO 2: Resultado encuesta factores de competitividad de las MyPE's

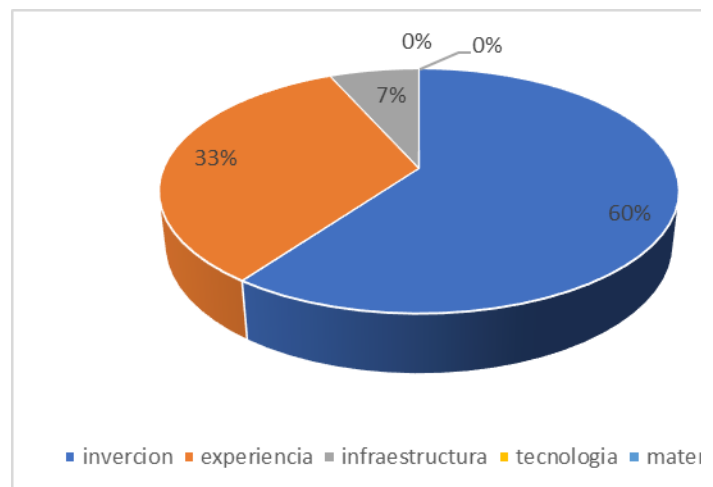
- 1) ¿Usted tuvo problemas o inconvenientes para entrar al negocio de los muebles de madera?

Si	15	100%
No	0	0%
TOTAL	15	100%



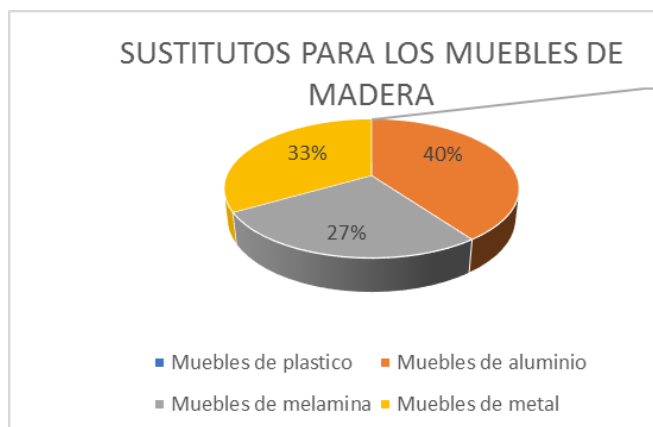
- 2) ¿Cuáles fueron los problemas o inconvenientes?

Inversión	9	60%
Experiencia	5	33%
Infraestructura	1	7%
Tecnología	0	0%
Materia prima	0	0%
TOTAL	15	100%



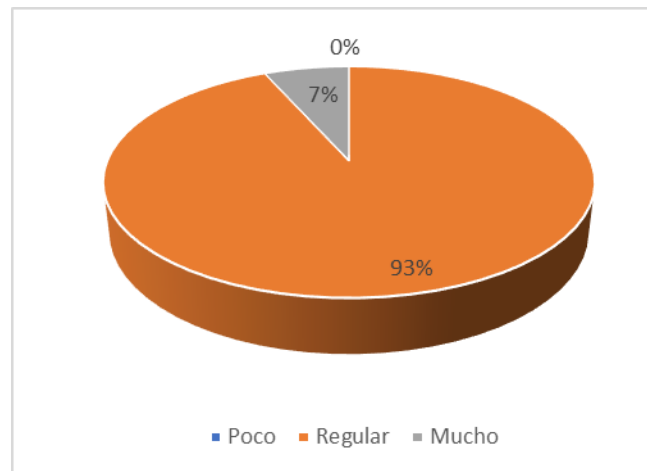
- 3) ¿Cuál de estos tipos de muebles podrían ser sustituto de los muebles de madera?

Muebles de plastico	0	0%
Muebles de aluminio	6	40%
Muebles de melamina	4	27%
Muebles de metal	5	33%
TOTAL	15	100%



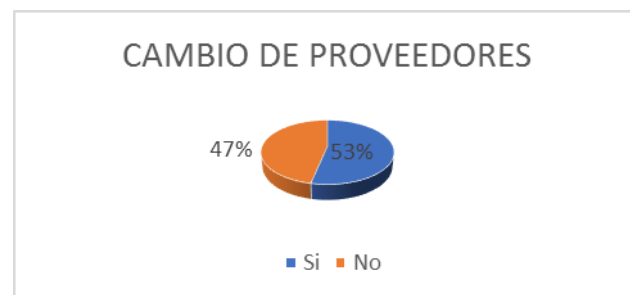
4) ¿Cuál es el nivel de influencia que tienen tus proveedores sobre usted?

Poco	0	0%
Regular	14	93%
Mucho	1	7%
TOTAL	15	100%



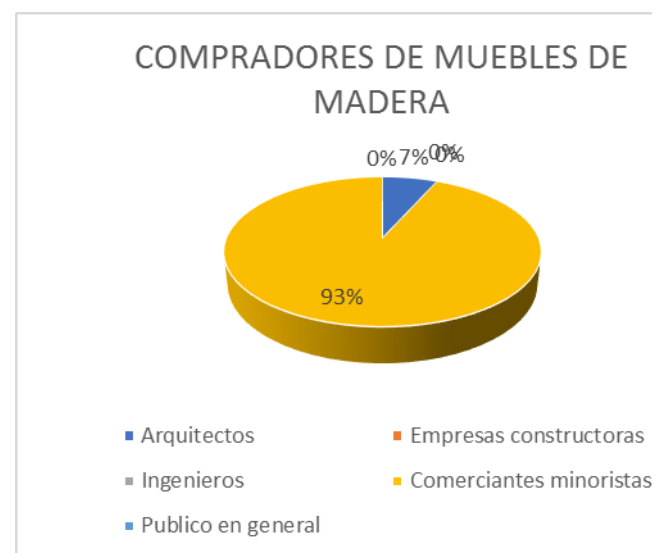
5) ¿Podrías cambiar fácilmente de un proveedor a otro?

Si	8	53%
No	7	47%
TOTAL	15	100%



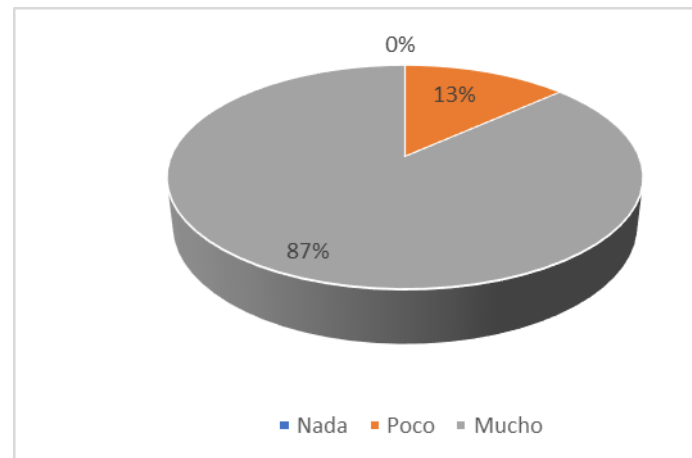
6) ¿Quiénes compran mayormente los muebles de madera?

Arquitectos	1	7%
Empresas constructoras	0	0%
Ingenieros	0	0%
Comerciantes minoristas	14	93%
Publico en general	0	0%
TOTAL	15	100%



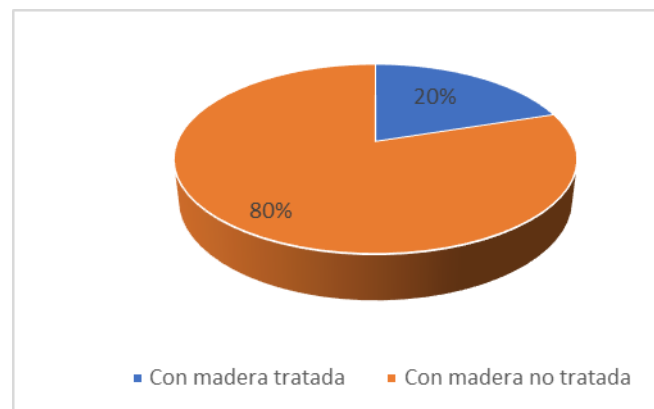
7) ¿Actualmente sus clientes son exigentes?

Nada	0	0%
Poco	2	13%
Mucho	13	87%
TOTAL	15	100%



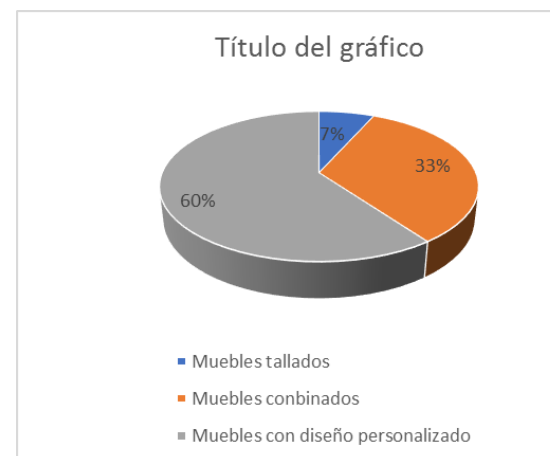
8) ¿Usted cree que el nivel de competencia en el negocio de los muebles es?

Con madera tratada	3	20%
Con madera no tratada	12	80%
TOTAL	15	100%



9) ¿Usted cree que el nivel de competencia en el negocio de los muebles de madera está en el acabado final?

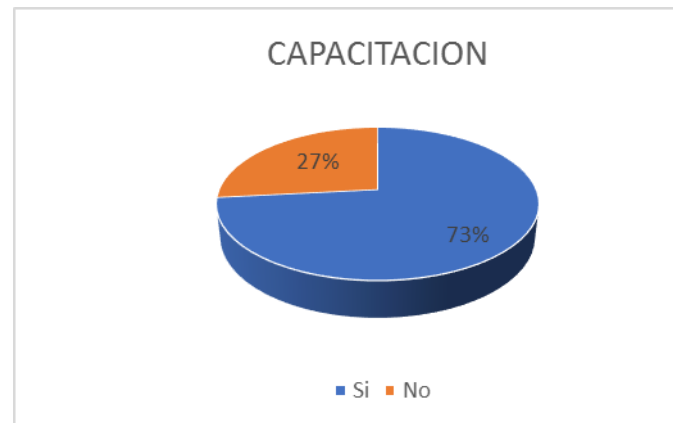
Muebles tallados	1	7%
Muebles combinados	5	33%
Muebles con diseño personalizado	9	60%
TOTAL	15	100%



ANEXO 3: Resultado encuesta para identificar los programas y ayuda para fortalecimiento a las PyMEs

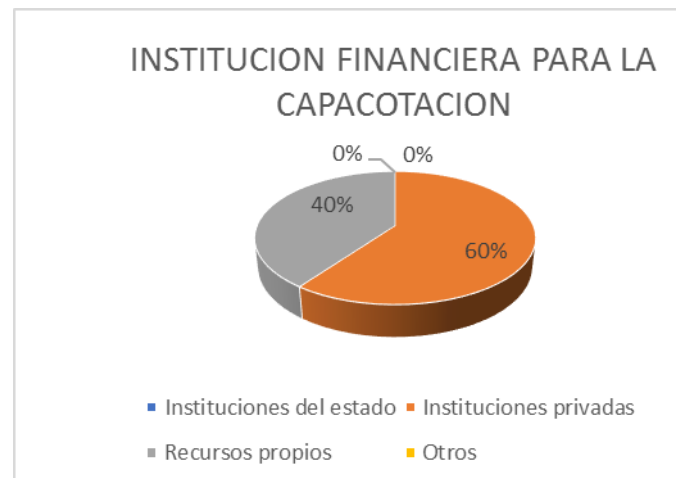
1) ¿Se ha capacitado en temas referentes a la actividad de su negocio?

Si	11	73%
No	4	27%
TOTAL	15	100%



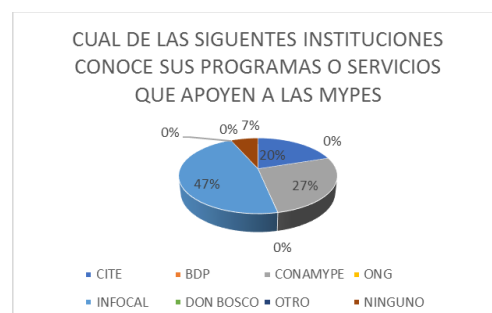
2) ¿Indique que institución financió su capacitación?

Instituciones del estado	0	0%
Instituciones privadas	9	60%
Recursos propios	6	40%
Otros	0	0%
TOTAL	15	100%



3) ¿Cuál de las siguientes instituciones conoce sus programas que apoyan a las MyPES?

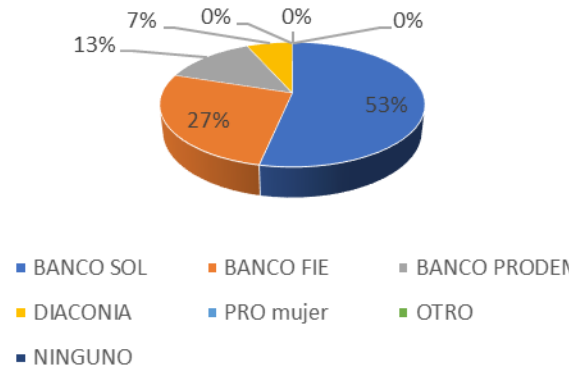
CITE	3	20%
BDP	0	0%
CONAMYPE	4	27%
ONG	0	0%
INFOCAL	7	47%
DON BOSCO	0	0%
OTRO	0	0%
NINGUNO	1	7%
TOTAL	15	100%



- 4) ¿Actualmente, de que Entidad financiera u organización adquiere los préstamos para su negocio?

BANCO SOL	8	53%
BANCO FIE	4	27%
BANCO PRODEM	2	13%
DIACONIA	1	7%
PRO mujer	0	0%
OTRO	0	0%
NINGUNO	0	0%
TOTAL	15	100%

ACTUANTEMTE DE QUE ENTIDAD FINANCIERA U ORGANIZACIÓN ADQUIE LOS PRESTAMOS



ANEXO 4: Formulario “Inspección de Orden y Limpieza”

		LEAN MANUFACTURING INSPECCIÓN DE ORDEN Y LIMPIEZA		Código:		L-LM-018-001	
				Versión:		2	
				Fecha de Emisión:		20-ago-21	
AREA:							
REVISIÓN REALIZADA POR:		HORA:					
Nº	EDIFICACION E INSTALACIONES	SI	A MEDIAS	NO	NO PROCEDE		
1	Las escaleras y plataformas están limpias, en buen estado y libres de obstáculos.						
2	Las paredes están limpias y en buen estado.						
3	Las ventanas y tragaluces están limpios sin impedir la entrada de luz natural.						
4	El sistema de iluminación está mantenido de forma eficiente y limpia.						
5	Las señales de seguridad están limpias y visibles.						
Nº	SUELOS y PASILLOS	SI	A MEDIAS	NO	NO PROCEDE		
1	Los suelos están limpios, secos, sin desperdicios ni material innecesario.						
2	Los pasillos y zonas de tránsito están libres de obstáculos.						
3	El material de almacenamiento como: costales, mantones, conos están colocados en los lugares especiales para ello.						
4	Los materiales están apilados en su sitio sin invadir zonas de paso.						
5	Los materiales se apilan o cargan de manera segura, limpia y ordenada.						
6	Los extintores deben estar en su lugar de ubicación y visibles. No deben almacenarse materiales de forma que impidan el libre acceso a los extintores de incendios.						
Nº	MAQUINARIA Y EQUIPOS	SI	A MEDIAS	NO	NO PROCEDE		
1	Se encuentran limpios y libres en su entorno de todo material innecesario.						
2	Se encuentran libres de filtraciones innecesarias de aceites y grasas.						
3	Poseen las protecciones adecuadas y los dispositivos de seguridad en funcionamiento.						
Nº	HERRAMIENTAS	SI	A MEDIAS	NO	NO PROCEDE		
1	Están almacenadas en cajas o paneles adecuados, donde cada herramienta tiene su lugar.						
2	Se guardan limpias de aceite y grasa.						
3	Las eléctricas tienen el cableado y las conexiones en buen estado.						
4	Están en condiciones seguras para el trabajo, no defectuosas u oxidadas.						
Nº	RESIDUOS	SI	A MEDIAS	NO	NO PROCEDE		
1	Los desechos se depositan en los contenedores disponibles.						
2	Los contenedores están colocados próximos y accesibles a los lugares de trabajo.						
3	Se evita el rebose de los contenedores.						
TOTAL		0	0	0	0		
$\% \text{Cumplimiento} = \frac{2 \times (N^\circ \text{ Si}) + (N^\circ \text{ A medias})}{64 - 2 \times (N^\circ \text{ No procede})} \times 100\%$		% Cumplimiento =		0			
OBSERVACIONES:							