

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON**  
**MENCIÓN EN PLANEAMIENTO Y GESTIÓN**  
**EMPRESARIAL**



**TESIS**

**Para optar el Grado Académico de Maestro en Ingeniería Industrial  
con Mención en Planeamiento y Gestión Empresarial**

**Implementación del Sistema OEE en una línea de producción de pisos  
de una empresa maderera**

**Autor: Bach. Grados Robles, Carlos Glicerio**

**Asesor: Mg. Quea Vásquez, Juan Antonio**

**LIMA - PERÚ**

**2020**

Miembros del Jurado Examinador para la evaluación de la sustentación de la tesis, que estará integrado por:

1. Presidente : Dr. Alfonso Ramon Chung Pinzas
2. Miembro : Mg. Cesar Armando Rivera Lynch
3. Miembro : Mg. Jose Abraham Falcón Tuesta
4. Asesor : Mg. Juan Antonio Quea Vásquez
5. Representante de la EPG : Mg. Max Agüero Fernández.

Me gustaría dedicar esta Tesis a toda mi familia.

Para mi esposa Jaqueline por su perseverancia y dedicación hacia mí. Su apoyo fue y será infinito en todo momento.

Para mis padres Carlos y Nelly, por sus consejos de cómo ser una mejor persona en cada momento de mi vida.

Agradecimiento a mi Asesor Mg. Juan Antonio Quea Vasquez, por sus enseñanzas, consejos y dedicación para hacer de este proyecto un aporte importante en la producción maderera.

# ÍNDICE

RESUMEN .....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: PLANEAMIENTO DEL ESTUDIO .....	2
1.1. Descripción del problema .....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1 Problema General .....	4
1.2.2 Problemas Específicos.....	4
1.3. Importancia y Justificación del estudio .....	5
1.4. Delimitación del estudio .....	6
1.5. Objetivos generales y específicos .....	7
1.5.1 Objetivo general .....	7
1.5.2 Objetivos específicos.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	8
2.1. Marco histórico.....	8
2.2. Investigaciones relacionadas con el tema .....	17
2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio .....	25
2.4. Definición de términos básicos.....	38
2.5. Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis.....	41
2.6. Hipótesis .....	42
2.6.1 Hipótesis general .....	42
2.6.1 Hipótesis específicas .....	42
2.7. Variables .....	43
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	44
3.1. Tipo, método y diseño de la investigación .....	44
3.2. Población y muestra.....	46
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	51
3.4. Descripción de procedimientos de análisis.....	53
Capítulo IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	55
4.2. Resultados.....	63
4.3. Análisis de resultados .....	86
REFERENCIA.....	110
ANEXOS .....	113
Anexo 1: Declaración de Autenticidad .....	113
Anexo 2: Autorización de consentimiento para realizar la investigación.....	114
Anexo 3: Matriz de consistencia .....	115
Anexo 4: Matriz de Operacionalización.....	116
Anexo 5: Tablas de validez y confiabilidad (solo si elaboró los instrumentos).....	117
Anexo 6: Otros .....	118

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Productos de Madera. ....	9
Tabla 02: Informacion Técnica de las Tablas. ....	9
Tabla 03: Informacion Técnica de la Tablillas. ....	10
Tabla 04: Informacion Técnica de los Pisos. ....	10
Tabla 05: Informacion Técnica del Decking. ....	11
Tabla 06: Informacion Técnica de los Componentes. ....	11
Tabla 07: Producción Mensual en Pies Tablares .....	14
Tabla 08: Clasificación de la OEE.....	27
Tabla 09: Técnicas e instrumentos.....	51
Tabla 10: Matriz de análisis de datos.....	54
Tabla 11: Variable dependiente 1 .....	63
Tabla 12: Disponibilidad % T. registrada en las 44 órdenes de producción (Pre test)...	65
Tabla 13: Disponibilidad % T registrada en las 32 órdenes de producción (Post test) ..	71
Tabla 14: Variable dependiente 2 .....	72
Tabla 15: Rendimiento % V. registrada en las 44 órdenes de producción (Pre test).....	74
Tabla 16: Rendimiento % V. registrada en las 32 órdenes de producción (Post test) ....	78
Tabla 17: Variable dependiente 3 .....	79
Tabla 18: Calidad % C. registrada en las 44 órdenes de producción (Pre test) .....	81
Tabla 19: Calidad % C. registrada en las 32 órdenes de producción (Post test) .....	85
Tabla 20: Registro del % de Disponibilidad (T.P.N.P) de enero-diciembre 2018 (Pre-test).....	86
Tabla 21: Registro del % de Disponibilidad (T.P.N.P) de julio-diciembre 2019 (Post-test).....	89
Tabla 22: Registro del % de Rendimiento (Falta de abastecimiento) de enero-diciembre 2018 (Pre-test).....	93
Tabla 23: Registro del % de Rendimiento (Falta de abastecimiento) de julio-diciembre 2019. (Post-test) .....	96
Tabla 24: Registro del % de calidad (Piezas rechazadas) de enero-diciembre 2018 (Pre-test).....	100
Tabla 25: Registro del % de Calidad (Piezas rechazadas) de julio-diciembre 2019 (Post-test).....	102

Tabla 26: Resumen de resultados .....	105
Tabla 27: Matriz de Consistencia .....	115
Tabla 28: Matriz de Operacionalización.....	116

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Rendimiento, Disponibilidad y Calidad 2019.....	3
Figura 02: Organigrama Funcional del Área de Operaciones. ....	6
Figura 03: Organigrama Funcional del Área de Administración y Recursos Humanos. .	7
Figura 04: Organigrama Funcional del Área Comercial. ....	8
Figura 05: Diagrama de Operaciones de la Fabricación de Pisos.....	13
Figura 06: Mapa conceptual de la OEE.....	26
Figura 07: La Casa de Lean Manufacturan.....	31
Figura 08: La Eficiencia .....	32
Figura 09: Mura, Muri y Muda.....	33
Figura 10: Representación Esquemática que sustenta la Hipótesis. ....	41
Figura 11: Línea de Producción de Pisos.....	55
Figura 12: Tiempo estándar de paros.....	57
Figura 13: reporte de producción (Pre Test).....	58
Figura 14: reporte de producción (Post Test) .....	59
Figura 15: Diagrama de Pareto .....	66
Figura 16: Tiempos de calibración de maquina (Pre test) .....	67
Figura 17: Espaciadores para calibración de elementos de corte (Pre test).....	68
Figura 18: Tiempos de calibración de maquina (Post test).....	69
Figura 19: Espaciadores para calibración de elementos de corte (Post test) .....	70
Figura 20: Alimentación de maquina por operarios (Pre test).....	75
Figura 21: Alimentador automático en la maquina moldurera (Post test).....	76
Figura 22: Cabezal porta cuchillas Z=2 (Pre test) .....	82
Figura 23: Cabezal porta cuchillas Z=6 (Post test).....	83
Figura 24: Datos estadísticos descriptivos (Pre-test).....	87
Figura 25: Pruebas de Normalidad para factor de % de tiempo de paro no planificado (Pre-test).....	87
Figura 26: Curva de Normalidad para factor del % de tiempo de paro no planificado (Pre-test).....	88
Figura 27: Datos estadísticos descriptivos (Post-test) .....	90



Figura 28: Pruebas de Normalidad para factor de % de tiempo de paro no planificado (Post-test).....	90
Figura 29: Curva de Normalidad para factor del % de tiempo de paro no planificado (Pos-test) .....	91
Figura 30: Resultados de la prueba T-student del programa SPSS 26. ....	92
Figura 31: Datos estadísticos descriptivos (Pre-test).....	94
Figura 32: Pruebas de Normalidad para factor de % de perdida de rendimiento por falta de abastecimiento (Pre-test).....	94
Figura 33: Curva de Normalidad para factor del % de perdida de rendimiento por falta de abastecimiento (Pre-test).....	95
Figura 34: Datos estadísticos descriptivos (Post-test) .....	97
Figura 35: Pruebas de Normalidad para factor de % de perdida de rendimiento por falta de abastecimiento (Post-test) .....	97
Figura 36: Curva de Normalidad para factor del % de perdida de rendimiento por falta de abastecimiento (Post-test) .....	98
Figura 37: Resultados de la prueba T-student del programa SPSS 26. ....	99
Figura 38: Datos estadísticos descriptivos (Pre-test).....	101
Figura 39: Pruebas de Normalidad para factor de % de piezas rechazadas (Pre-test)..	101
Figura 40: Curva de Normalidad para factor del % de piezas rechazadas (Pre-test)....	101
Figura 41: Datos estadísticos descriptivos (Post-test) .....	103
Figura 42: Pruebas de Normalidad para factor de % de piezas rechazadas (Post-test)	103
Figura 43: Resultados de la prueba T-student del programa SPSS 26. ....	104
Figura 44: Formato de tiempos para calcular tiempos de paros planificados.....	117
Figura 45: Plantilla de herramienta OEE para reunión de mejora continua. ....	118

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación propone como problema principal ¿En qué medida la implementación del Sistema de Eficiencia Global de los Equipos (OEE), influye en la eficiencia de la línea de Producción de Pisos de una Empresa Maderera? Con el objetivo de poder medir la eficiencia, aumentarla y disminuir el desecho.

Se utilizaron herramientas para poder medir, controlar y aumentar la disponibilidad, rendimiento y calidad del producto de los equipos o máquinas que conforman la línea de producción, así como también el estandarizar cada operación e identificando tiempos de paros no planificados en el procesamiento para la fabricación de pisos de madera.

La investigación aplica un diseño experimental de tipo aplicada, resolviendo un problema real que existió en la línea de Producción de Pisos, se tomó como muestra las ordenes de producción durante los meses de julio a diciembre del 2019, estos reportes de producción nos permitió obtener información de tiempos de paros no planificados, tiempos de pérdida de velocidad por falta de abastecimiento y cantidad de piezas producidas de mala calidad. Durante la recolección de datos se empleó como técnica, la observación, la toma de tiempos y el análisis documental, como instrumentos se utilizó los medidores lineales de las maquinas, cronómetros, apuntes, registros, reportes proporcionado por el área de producción y mantenimiento.

La aplicación de la herramienta de Efectividad Global de los Equipos (OEE) para mejorar la eficiencia en la línea de producción de pisos tuvo como conclusión resultados favorables, mejorando el porcentaje de OEE de 58% a 84%, obteniendo la calificación de Aceptable para la línea de producción de pisos de madera, objetivo principal de este proyecto.

**Palabras claves:** Mejora continua, eficiencia, disponibilidad, velocidad, tiempo de paro no planificado, abastecimiento, tiempo de ciclo, calidad, defectos y desecho.

## ABSTRACT

The present investigation was raised as the main problem to what extent does the implementation of the Global Equipment Efficiency System (OEE) influence the efficiency of the Floor Production line of a Timber Company? In order to be able to measure, improve efficiency and reduce waste.

The tools used include improving the availability, performance and quality of the equipment or machines that make up the flooring production line, as well as identifying a set of problems and solving those stages of the process that produce bottlenecks, delays, delays and low quality of products, which are opportunities that can be used to measure, improve and increase the efficiency in the manufacture of wood floors.

The research was developed with an applied experimental design, the sample was made up of documents from the production area during the months of July to December 2019, these reports of each production batch allowed us to obtain information on unplanned stoppage times, times loss of speed due to lack of supply and quantity of pieces produced of poor quality. For data collection, observation, time taking and documentary analysis reported by the production area were used as a technique.

The application of the Global Equipment Effectiveness (OEE) tool to improve efficiency in the flooring production line had favorable results, improving the OEE percentage from 58% to 84%, obtaining the Acceptable rating for the flooring line. Production of wooden floors, objective of this research thesis.

Keywords: Continuous improvement, efficiency, availability, speed, unplanned downtime, supply, cycle time, quality, defects, and scrap.

## INTRODUCCIÓN

El sector maderero en el Perú está demostrando un gran avance en la industrialización de sus productos maderables, por ello el siguiente trabajo de Investigación logra un aporte importante en la organización al mostrar resultados positivos luego de la implementación del sistema de eficiencia global de los equipos (OEE) en una línea de producción de pisos de madera en la empresa maderera BOZOVICH SAC.

Este proyecto muestra resultados de la eficiencia total de las maquinas que constituyen la línea de producción, las variables a medir y mejorar son: la disponibilidad que comprende a los tiempos de paros no planificados, el rendimiento que comprende a la falta de abastecimiento o desaceleración de la máquina y la calidad que comprende a la cantidad de pisos rechazados luego de ser manufacturado, estos problemas se fueron identificando en cada etapa del proceso, aplicando la metodología SMED y KAYSEN para cada problemática pudiendo controlar las variables que define la eficiencia global de las maquinas OEE en la línea de producción de pisos.

Durante la implementación se entrenó y capacitó al personal operativo sobre el sistema OEE, se crearon formatos de producción, estandarizaron los tiempos de paros planificados, se codificaron los paro no planificados para reportar diariamente en el formato y tomar acción sobre ello, se establecieron reuniones semanales de mejora continua con participación del área de mantenimiento, calidad y producción haciendo seguimiento a los eventos ocurridos en la línea de producción de pisos durante el turno de trabajo, con la finalidad de poder medir, controlar y poder tomar acciones correctivas ante algún problema o limitación que pueda afectar la eficiencia en la Línea de producción de pisos de madera.

# CAPÍTULO I: PLANEAMIENTO DEL ESTUDIO

## 1.1. Descripción del problema

En la línea de producción de Pisos de la empresa MADERERA BOZOVICH S.A.C se está presentado productos defectuosos, pérdidas de tiempo, averías de las maquinas, bajo rendimiento y desperdicios de la madera.

Actualmente se tiene en cuenta el volumen producido y el volumen del material defectuoso siendo registrados en formatos diarios para luego ser digitalizados y realizar informes mensuales, al ser revisados estos solo muestran resultados de la producción sin tener en cuenta la eficiencia de las maquinas, es decir no se tiene un indicador el cual permita mostrar si estamos siendo eficientes o no, esto debido a la falta de estandarización en los procesos que intervienen en la fabricación de pisos de madera.

Los reportes generados diarios como los informes mensuales no brindan los datos necesarios ni la fiabilidad suficiente para hacer una adecuada evaluación de la situación actual en la línea y su respectivo seguimiento.

La parte directiva en algunas ocasiones no cuenta con los argumentos suficientes para la toma de decisiones encaminadas a la gestión de mejoras y así permitir la disminución de los volúmenes defectuosos, aumentar la productividad, eliminar los tiempos muertos, las paradas innecesarias y con esto aumentar la capacidad de respuesta de la línea de maquinado de Pisos, a las necesidades del cliente.

Las maquinas que conforman la línea de maquinado de Pisos sufre constantes modificaciones y/o correcciones por desperfecto el cual ocasiona tiempos muertos por calibración, por lo tanto, tenemos una disminución significativa del rendimiento, disponibilidad y daños físicos que sufre la pieza de madera como resultante de la falta de calibración de sus elementos de corte.

La existencia de cada uno de los desperdicios en la línea de Maquinado de producción de Pisos se traduce en la reducción o pérdida de efectividad de la línea, lo cual genera pérdidas en la compañía sin poder ejercer un control claro para eliminarlas. En la Figura 01 muestra los datos obtenidos en el año 2019 en la Línea de Producción de Pisos, se obtuvo los siguientes porcentajes en disponibilidad, rendimiento de calidad, el cual muestra un OEE de 54% el cual tiene una calificación Inaceptable.

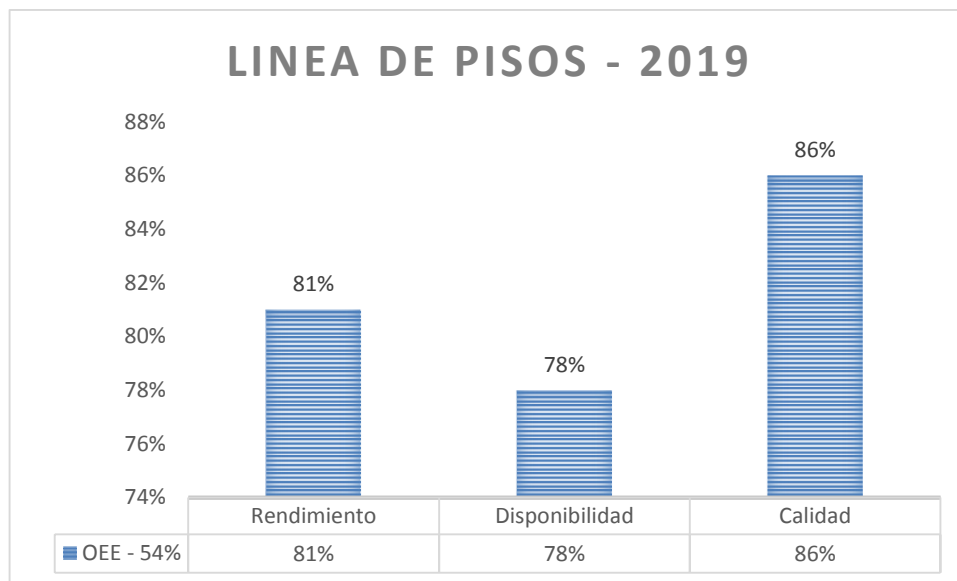


Figura 01: Rendimiento, Disponibilidad y Calidad 2019.  
Elaboración: Propia.

En estos últimos años muchas empresas del rubro maderero no tienen en cuenta el aprovechamiento de los recursos, máquinas, herramientas y operarios, entre otros, generando desperdicios, tiempos improductivos que no generan valor a la organización, por lo tanto, se tendrá que mostrar indicadores que determinen si estamos siendo eficientes el cual impacta directamente en la rentabilidad del negocio.

## 1.2. Formulación del problema

Actualmente la Empresa Maderera Bozovich no cuenta con Indicadores de gestión, no plantea alternativas de mejora continua, ocasionando que las maquinas se

encuentren en un estado de descontrol, teniendo problemas muy serios, tales como: Elevados índice de reproceso por mala calidad del producto final, retrasos en la entrega de los productos, incumplimiento con el Área Comercial, altos índices de paralizaciones de máquinas, actividades que generan valor a la empresa.

De acuerdo a las siguientes limitaciones se plantea Implementar el Sistema OEE el cual nos permitirá medir la eficiencia de las maquinas que conforman la Línea Productiva de Pisos, pudiendo analizar, controlar y mejorar cada proceso.

Según lo mencionado se formulan las siguientes preguntas:

### **1.2.1 Problema General**

- a) ¿En qué medida la implementación del Sistema de Eficiencia Global de los Equipos (OEE), influye en la eficiencia de la línea de Producción de Pisos de una Empresa Maderera?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

- b) ¿Cómo influye SMED en la disponibilidad de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera?
- c) ¿Cómo influye el Mejoramiento Continuo (Kaizen) en el rendimiento de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera?
- d) ¿Cómo influye el Mejoramiento Continuo (Kaizen) en la calidad del producto de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera?

### **1.3. Importancia y Justificación del estudio**

Actualmente las empresas están optando por el mejoramiento continuo, debido a las exigencias del mercado y la difícil competencia, por ello la adopción de nuevas estrategias para continuar con altos niveles competitivos se hace imprescindible, y una de ellas es el sistema de indicadores OEE, que permite alcanzar las metas productivas propuestas por las industrias, brindando la información necesaria para la toma de decisiones en la empresa.

Frente a ello, este proyecto busca implementar un Sistema de indicadores OEE en la línea de Pisos de la Empresa Maderera Bozovich S.A.C, el cual permitirá alcanzar dichas metas al realizar la medición de la disponibilidad, el rendimiento y la calidad del proceso productivo aplicando mejora continua ante algún problema para aumentar la productividad, reduciendo el costo de producción hasta en un 20% en la fabricación de Pisos, beneficio importante que conllevará a la competitividad. La Investigación será de suma importancia ya que permitirá diseñar e implementar la Herramienta de Indicadores OEE que permita mejorar la Eficiencia en la Fabricación de Pisos de madera para exportación.

La OEE en la Línea de Producción de Pisos servirá como herramienta modelo para replicar en otras Líneas productivas de productos maderables tales como: Decking, Zócalos y Molduras.

El aporte de la investigación será de mucha importancia para fortalecer el rubro Maderero industrial

En la parte teórica, se brindará la oportunidad de desarrollar habilidades poniendo en práctica los conocimientos, planteamiento de diversos autores sobre tiempos y movimientos, estándares de calidad, materiales, costos, personal, entre otros; además de contribuir al mejoramiento continuo de la compañía.

En la parte práctica, se pondrá en marcha la herramienta OEE en la Línea de Pisos que permitirá obtener información del proceso que sirva de apoyo a la toma de decisiones para la mejora continua.

En la parte metodológica, se tiene un tipo de Investigación Aplicada, ya que se está implementando un sistema para mejorar la eficiencia en una línea productiva

El impacto de este proyecto de investigación no solo abarcará el Área de Producción sino que influirá en otras áreas tales como: Mantenimiento, Planificación, Calidad,



buscando alinear los objetivos planteados.

Con respecto a la parte social, los colaboradores participaran en programas de capacitación e identificación de las metas y objetivos del proyecto, pero que a un mediano plazo se tendrán resultados favorables que beneficiaran profesional económicamente al personal de la empresa.

Para los Proveedores representara contar con un producto de calidad frente a los requerimientos de la empresa para con su producto.

#### **1.4. Delimitación del estudio**

- **Delimitación espacial**

El presente proyecto se desarrollará en el Área de Operaciones de una Empresa del sector Maderero, el cual buscará aumentar la disponibilidad, rendimiento y calidad del producto en la línea de producción de Pisos de madera logrando un aumento porcentual en la eficiencia total de las maquinas que conforma la línea de fabricación de Pisos.

- **Delimitación temporal**

El proyecto tendrá una duración de un año, se tomara como línea el año 2019 y se implementara en el año 2020, se desarrollara en las siguientes fases:

Fase 1, inicia con la investigación, se desarrollara la estructura operativa y el planeamiento de las actividades.

Fase 2, inicia con el desarrollo e implementación de las herramientas de mejora continua, indicadores de gestión, siendo aplicado en esta oportunidad a la línea de producción de pisos de una empresa del Rubro Maderero.

- **Delimitación teórica**

El estudio se centra en aumentar la Eficiencia de la Línea de Producción de Pisos de madera, aplicando metodología Lean para medir la productividad y controlar la disponibilidad, rendimiento y calidad.

## **1.5. Objetivos generales y específicos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Determinar en qué medida el Sistema de Eficiencia global de los equipos (OEE) influye en la eficiencia de la línea de Producción de Pisos de una Empresa Maderera.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- a) Determinar en qué medida SMED influye en la disponibilidad de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.
- b) Determinar en qué medida el Mejoramiento Continuo (Kaizen), influye en el rendimiento de la línea producción de Pisos de una Empresa Maderera.
- c) Determinar en qué medida el Mejoramiento Continuo (Kaizen), influye en la calidad del producto de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Marco histórico**

#### **Industria Maderera**

A partir del 2018 las exportaciones en el sector maderero sumaron más de \$ 100 millones, siendo los principales mercados China, México y Estados Unidos, además de Republica Dominicana y Francia, que se han consolidado como destinos de importancia. Es importante señalar que la exportación de madera certificada hacia Europa está creciendo potencialmente en los últimos años.

Los productos más demandados en las Ferias fueron los Pisos solidos de interiores y los Decking para exteriores, promoviendo la internalización de pequeñas y medianas empresas de la línea de manufacturas de madera.

De este modo, Perú demostró ser un proveedor diferenciado del sector debido a la alta resistencia, durabilidad y belleza natural de su madera.

De otro lado, es importante mencionar que la meta de cada año es captar nuevos contactos de negocios, para poder exportar productos maderables de alta calidad.

El sector de maderas en el Perú ha ido creciendo, y suponemos que la crisis que afrontan los mercados internacionales podría afectarla, por ello las distintas entidades involucradas estamos articulando diferentes actividades a fin de fortalecer la competitividad del sector.

Por otro lado, las industrias de productos maderables en el país contribuyen en resolver las demandas nacionales. México es actualmente uno de los principales importadores de insumos forestales, dado que en la última década, y dentro del contexto de Latinoamérica, fue el segundo mayor importador de madera aserrada (0.6 millones de m<sup>3</sup>), tableros de madera (0.26 millones de m<sup>3</sup>) y pulpa de madera (0.3 millones de toneladas de la productividad forestal potencial y de la demanda actual de productos forestales. (Ruelas y Chávez 1997).

## **Maderera Bozovich**

Empresa maderera con más de sesenta años practicando la extracción, producción y comercialización de productos maderables de alta calidad. Cuentan con oficinas de representación en países estratégicos como México, E.E.U.U, China, Taiwán y Bolivia para el abastecimiento y exportación a puntos tales como: Europa, Norteamérica, Asia, entre otros.

### **2.1.1. Orientación Estratégica**

Diagnostico Externo. Económica: En la actualidad el mercado Europeo quien ocupa un alto % en nuestras Operaciones, se está restableciendo luego de una recesión económica, la cual muestra un panorama comercial no favorable para el rubro maderero, por tal motivo se están trabajando productos sustitutos con valor agregado para introducir al mercado europeo.

Sociocultural: Los productos maderables están dirigidos hacia segmentos socio económico de clase media – alta, lo cual influye en ofrecer un producto que cumpla las necesidades del cliente.

Tecnología: El nivel tecnológico de esta empresa es competitivo; ya que contamos con maquinarias modernas de precisión que se encargan de asegurar la Calidad de nuestros productos, así como también el de reducir tiempos improductivos que por cierto aumentan los Costos de Operación.

Diagnostico Interno. Capacidad de negociación con clientes: Es muy notable indicar que el poder de negociación con los proveedores es bastante fuerte y variable ya que muy poco aserradores logran cumplir con los parámetros de calidad que demanda el producto. De igual modo la tala de árboles se rige bajo normativas buscando el uso sostenible del bosque, evitando impactos negativos para asegurar la capacidad productiva en el futuro para contrarrestar

esto se establecen convenios ya que la adquisición de la materia prima es el punto inicial de todo proceso.

De igual modo debemos considerar que los aserraderos se encuentran en las zonas tropicales de nuestro país aumentando el costo de traslado de la materia prima, Poder de negociación con Clientes: Bozovich desde sus inicios se ha preocupado por mantener una relación sólida y constante con sus proveedores e importadores a través del abastecimiento y venta de sus productos con certificación, de igual modo las exigencias del mercado permiten que se mejore la calidad a un costo competitivo, en especial cumpliendo con los mercados de Europa y Asia que absorben el mayor volumen de exportaciones del programa comercial.

Amenaza de nuevos competidores: La amenaza por aparición de nuevas empresas competidoras es muy baja, principalmente porque Bozovich lleva ventaja de costes por ser una empresa de prestigio en el rubro brindando un producto reconocido internacionalmente. Amenaza de productos sustitos: El uso de los distintos productos terminado que ofrece Bozovich, son principalmente para el mercado de construcción de viviendas, entre los productos sustitutos que se ofrecerían a este mismo rubro estaría los enchapados o madera compensada, plásticos, me laminé, que se ofrecen a bajo costo.

Rivalidades entre competidores existentes: La rivalidad en la industria maderera se da por querer lograr posicionamiento en mercados internacionales, un problema derivado de esto es el de ofrecer un producto de menor costo de baja calidad, teniendo como resultado reclamos futuros, mantenimientos correctivos y bajo prestigio.

### **2.1.2. Misión, Visión y Valores**

Misión: Llevar al mundo productos de madera fina de alta calidad, de manera eficiente y responsable que redunde en beneficio de nuestros clientes, proveedores y colaboradores.

Visión: Ser el principal facilitador del mundo en soluciones para productos de madera fina, promoviendo el manejo sostenible de los bosques.

Valores:

- Honestidad
- Responsabilidad
- Disciplina
- Tradición
- Profesionalismo

### **2.1.3. FODA**

Fortalezas: Empresa con sólido posicionamiento en el mercado maderero establecida desde el año 1948.

Amplia gama de productos disponibles para mercado extranjero.

Cuenta con muy buena infraestructura para el tratado y almacenamiento de sus productos.

Personal altamente capacitado en la producción.

Debilidades: Sus ventas externas decrecieron debido al enfoque de la exportación. Tiene solo un 20% en mercado nacional, por ello sus productos no se encuentran posicionados en tiendas a gran escala como: Sodimac, Maestro, etc. No cuenta con alianzas estratégicas para distribución de sus productos.

Oportunidades: Amplios mercados a los cuales pueden llegar con sus exportaciones. Alta cantidad y calidad de materia prima para su explotación.

Convenios de libre comercio para el crecimiento de las ventas.

Mejora de la tecnología para la elaboración de sus productos finales.

Amenazas: Tala ilegal indiscriminada que amenaza el cedro y la caoba.  
Urbanización en zonas dedicadas para tala y forestación. No poder incursionar en otros países por políticas de forestación en las mismas.  
Poco conocimiento de sus productos con relación al mercado nacional (mercado peruano).

#### **2.1.4. Política Integrada de Gestión**

Somos una empresa dedicada al procesamiento y comercialización de madera de origen legal y no controversial según FSC (Forest Stewardship Council) proveniente de bosques manejados con criterio de sostenibilidad.

Velamos por la seguridad y salud de nuestros colaboradores mediante la implementación de medidas de prevención, control y mejoramiento continuo de nuestros procedimientos de trabajo.

Nuestras prioridades son sobrepasar las expectativas de nuestros clientes, motivar y fomentar la excelencia de nuestros colaboradores, siempre en busca de su bienestar y la sociedad.

Es así, que, reduciendo los riesgos generados en nuestra operación, eliminando la exposición a la práctica de actos ilícitos como narcotráfico y terrorismo, estando bajos los marcos legales vigentes, generamos una ventaja competitiva a través de una gestión honesta, eficiente e innovadora, estando en armonía y reconociendo al medio ambiente como nuestro principal socio, obtenemos como resultados, beneficios privados, sociales y ambientales.

#### **2.1.5. Estructura Organizacional**

La empresa cuenta con tres grandes gerencias, operaciones, administración y comercial las mismas que alcanzan sus respectivas áreas de influencia.

Operaciones: Es el área de la corporación que tiene como función principal, la transformación de insumos (energía, materia prima, mano de obra, capital, información) en productos finales (bienes o servicios). Ver Figura 02.

Sus áreas de influencia son abastecimiento, inventarios y producción.

En tanto que el área de Producción inicia su etapa desde la extracción pasando por los diferentes procesos hasta el empaquetado.

- Abastecimiento
- Transformación Primaria
- Transformación Secundaria
- Transformación Avanzada
- Clasificación y Empaquetado
- Inventarios y Despachos
- Mantenimiento
- Control de calidad

Aspectos claves sobre los que decide y opera:

- Procesos productivos
- Capacidad Instalada
- Niveles de inventarios
- Fuerza de trabajo
- Calidad

Administración: Es el área responsable de asegurar la eficaz y eficiente administración de los recursos a su cargo (financieros, materiales y humanos) para lograr el desarrollo preestablecido de las actividades operativas y comerciales de la Corporación. Ver Figura 03.

Sus áreas de influencia son las siguientes:

- Contabilidad
- Finanzas
- Sistemas
- Logística
- Recursos humanos
- Seguridad



Aspectos clave sobre lo que decide y opera:

- Planeación Financiera
- Organización y estructura
- Integración del personal
- Control de Flujos y procesos.

Comercial: Es el área responsable del planeamiento, ejecución y control de la estrategia comercial de la corporación. A través de investigación y desarrollo de mercados, nuevos proveedores y productos, políticas de precios, comunicación interna y externa, promoción, venta y distribución de productos. Ver figura 04.

Sus áreas de influencia son las siguientes:

- Ventas y cobranzas
- Compras internacionales
- Marketing.

Aspectos claves sobre lo que decide y opera:

- Planeación Comercial
- Gestión estratégica
- Gestión operativa.

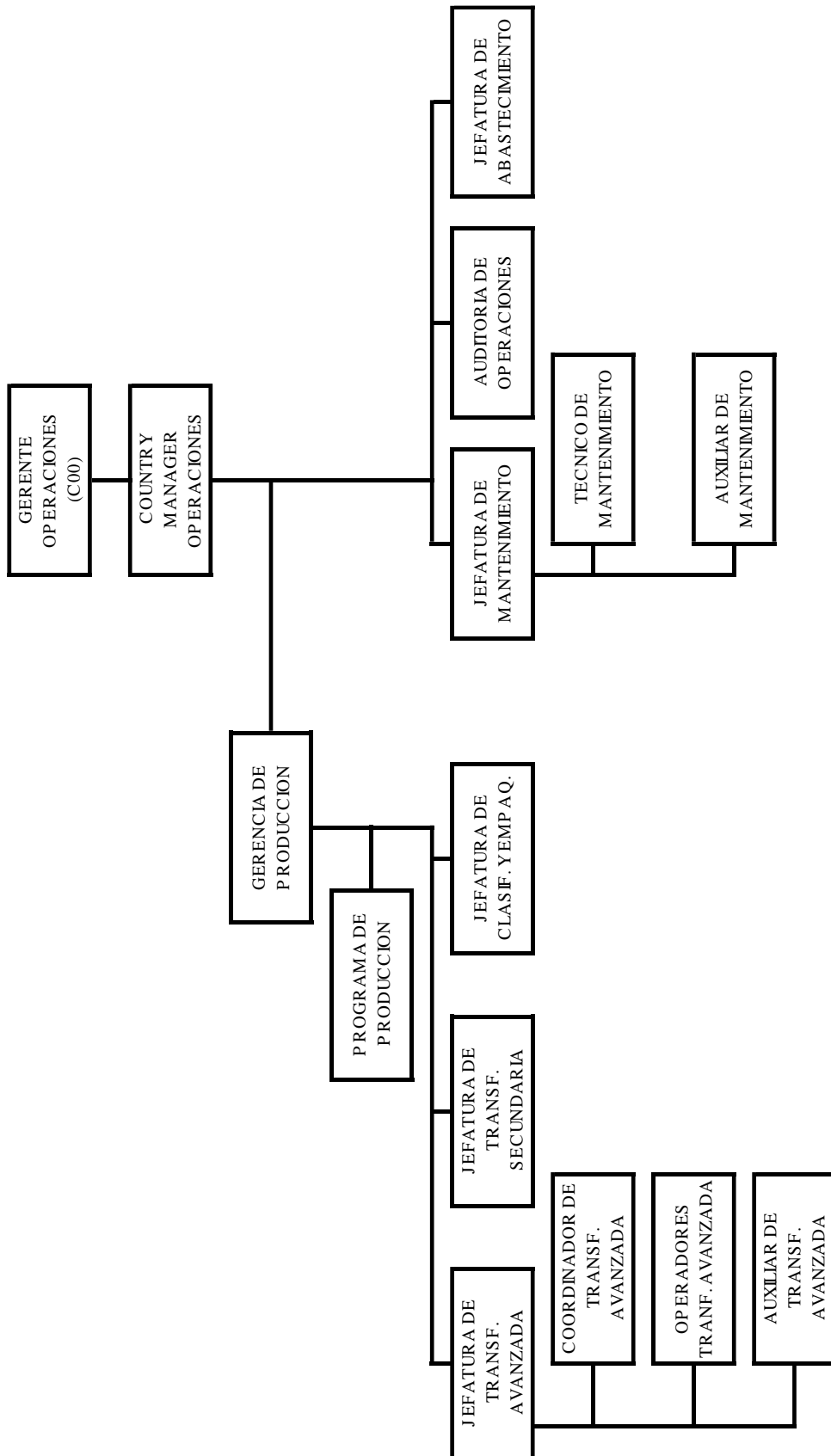


Figura 02: Organigrama Funcional del Área de Operaciones.

Fuente: Área de Operaciones

Elaboración: propia

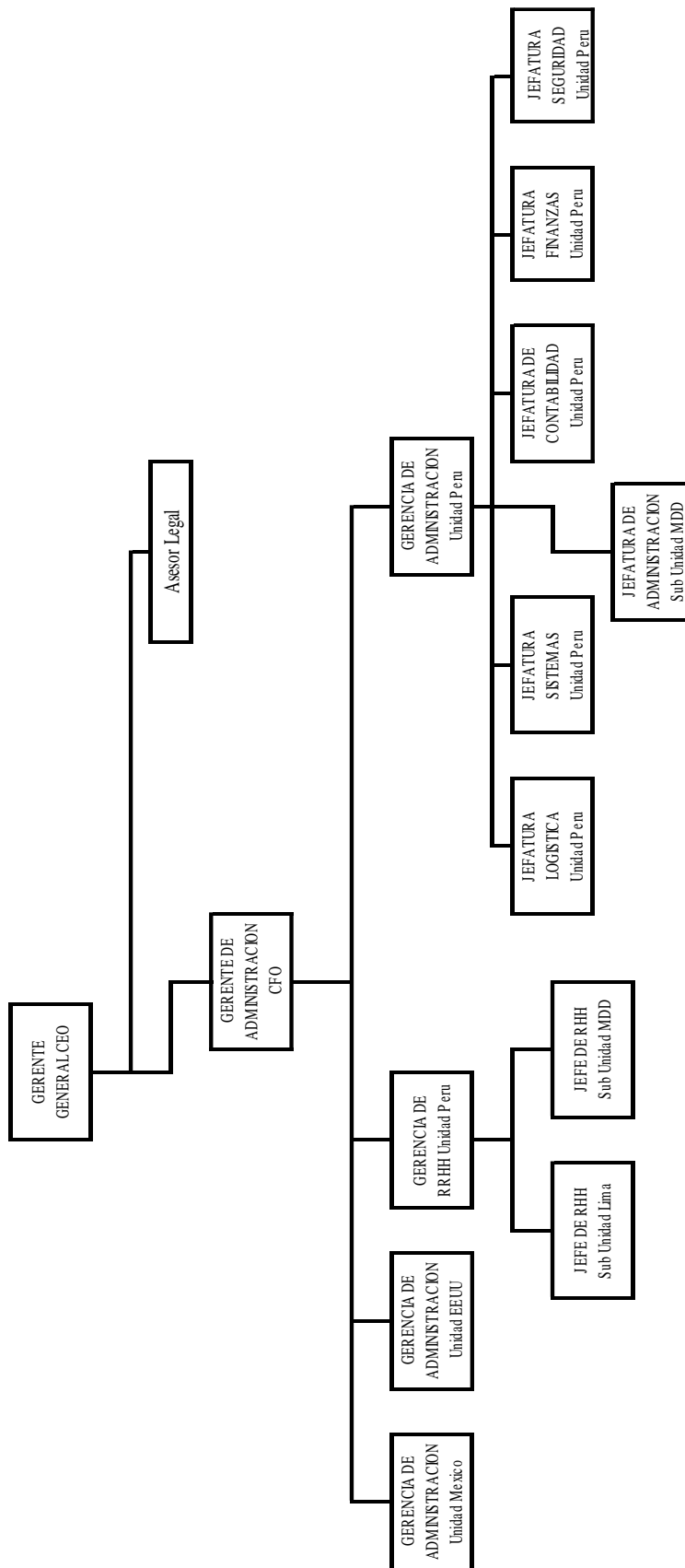


Figura 03: Organigrama Funcional del Área de Administración y Recursos Humanos.

Fuente: Área de Operaciones

Elaboración: propia

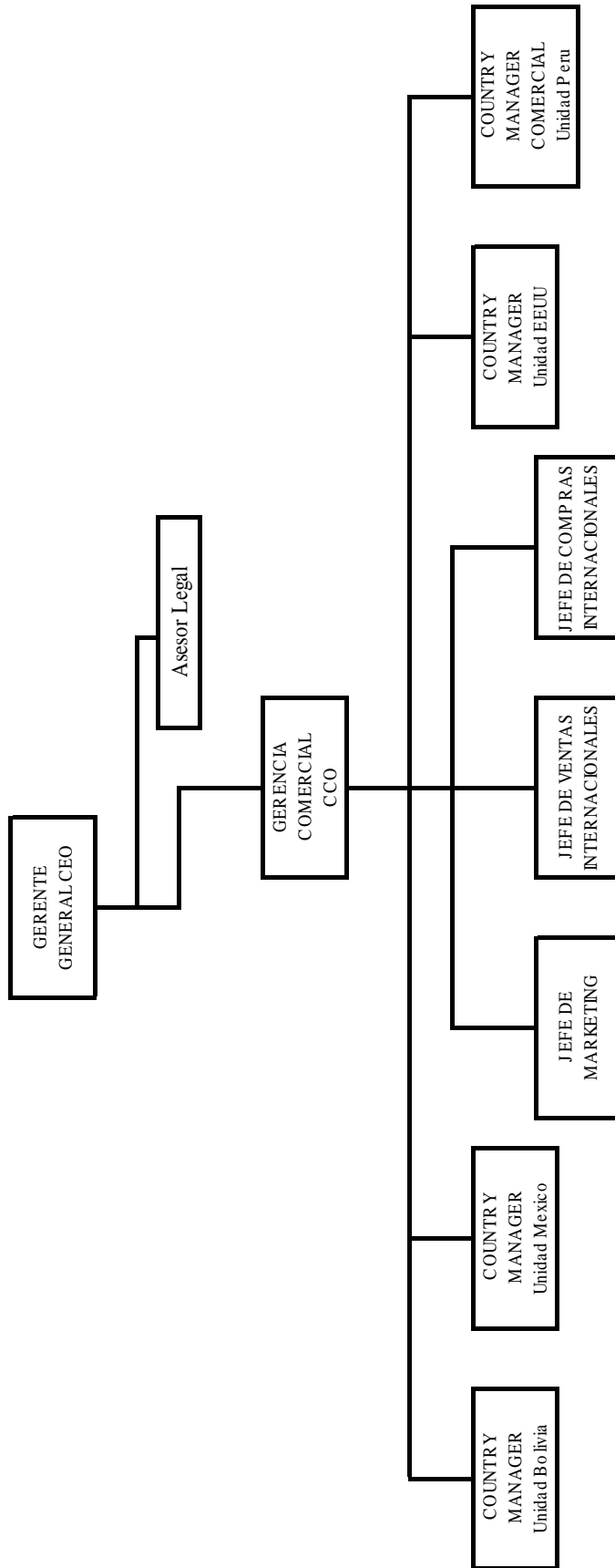


Figura 04: Organigrama Funcional del Área Comercial.

Fuente: Área de Operaciones

Elaboración: propia

## 2.1.6. Descripción del producto ofrecido

La empresa cuenta con una experiencia en el aserrío y secado de tablas madera. Se puede observar los productos maderables principales que comercializa la empresa. Ver Tabla 01.

Tabla 01:  
Productos de Madera.

Tablas	Pisos	Decking
Tablillas	Solidos sin Barnizar	Componentes
	Solidos Barnizados	

Elaboración: Propia.

### Tablas:

El procesamiento de las Tablas va desde el secado, aserrado y cepillado, solicitado para los diferentes requerimientos de los Clientes, cuenta además con una variedad de especies de madera.

Se muestra la información técnica (dimensiones, humedad, calidad y acabado) del producto Tabla. Ver Tabla 02

Tabla 02:  
Información Técnica de las Tablas.

Espesor	Ancho	Largo	Contenido de humedad	Calidad	Acabado
1"(25.4 mm)	4" a +	6' a +	KD 10% - 12%	FAS #1C&M y #2C	Aserrado / S4S
1.25"(31.75 mm)	4" a +	6' a +	KD 10% - 12%	FAS #1C&B & #2C	Aserrado / S4S
1.5"(38.1 mm)	4" a +	6' a +	KD 10% - 12%	FAS #1C&B & #2C	Aserrado / S4S
2"(50.8 mm)	4" a +	6' a +	KD 10% - 12%	FAS #1C&B & #2C	Aserrado / S4S
2.5"(63.5 mm)	4" a +	6' a +	KD 10% - 12%	FAS #1C&B & #2C	Aserrado / S4S
3"(76.2 mm)	4" a +	6' a +	KD 10% - 12%	FAS #1C&B & #2C	Aserrado / S4S
4"(101.6 mm)	4" a +	6' a +	KD 10% - 12%	FAS #1C&B & #2C	Aserrado / S4S

Elaboración: Propia.

### Tablillas:

El procesamiento de las Tablas va desde el secado, aserrado y cepillado, predimensionado y despuntado, solicitado para los diferentes requerimientos de los Clientes, cuenta además con una variedad de especies de madera. En la Se muestra la información técnica (dimensiones, humedad, calidad y acabado) del producto Tablilla. Ver Tabla 03.

Tabla 03:  
Información Técnica de la Tablillas.

Espesor	Ancho	Largo	Contenido de humedad	Calidad	Acabado
15 mm	70, 80, 100, 130 mm	6' a +	KD 10% - 12%	A, B y C	S2S / S4S
19 mm	70, 80, 100, 130 y 150 mm	6' a +	KD 10% - 12%	A, B y C	S2S / S4S

Elaboración: Propia.

#### Pisos Solidos:

Es el piso de madera compuesto por tablas de madera maciza de una sola pieza, con un espesor que varía de 19 mm a 25 mm.

Largos de 1' – 7' con 6% - 8% de humedad para madera seca.

Todos los pisos son machihembrados a 4 lados y trabajado bajo las normas y estándares de Asociación Nacional de Pisos de madera (NWFA). Dentro del grupo de los pisos solidos están:

Barnizado Sin Barnizar

Se muestra la información técnica (dimensiones, humedad, calidad y acabado) del producto Pisos. Ver Tabla 04

Tabla 04:  
Información Técnica de los Pisos.

Espesor	Ancho	Largo	Contenido de humedad	Calidad	Acabado
19.05 mm	76.2 mm	1 - 7"	6 - 8%	A y B	S4S-E4E
19.05 mm	82.55 mm	1 - 7"	6 - 8%	A y B	S4S-E4E
19.05 mm	101.6 mm	1 - 7"	6 - 8%	A y B	S4S-E4E
19.05 mm	127 mm	1 - 7"	6 - 8%	A y B	S4S-E4E
15 mm	60 mm	1 - 7"	6 - 8%	A y B	S4S-E4E
15 mm	70 mm	1 - 7"	6 - 8%	A y B	S4S-E4E
15 mm	120 mm	1 - 7"	6 - 8%	A y B	S4S-E4E

Elaboración: Propia.

#### Decking:

Piezas molduradas con acabados lisos o ranurados de anchos y espesores estandarizados.

Piso de exterior de Alta calidad, extremadamente denso y rico en color Altamente durable siendo resistente al fuego y la alta humedad.

Se muestra la información técnica (dimensiones, humedad, calidad y acabado) del producto Decking. Ver Tabla 05.

Tabla 05:  
Información Técnica del Decking.

Espesor	Ancho	Largo	Contenido de humedad	Calidad	Acabado
19.05 mm	140 mm	3 - 4'	KD 20% - 30%	A, B y C	S4S-E4E
21 mm	145 mm	8 - 20'	KD 20% - 30%	A, B y C	S4S-E4E
21 mm	150 mm	8 - 20'	KD 20% - 30%	A, B y C	S4S-E4E

Elaboración: Propia.

#### Componentes.

Son madera dimensionada en espesor y ancho, utilizadas como complemento perfecto para armar el Decking.

Se muestra la información técnica (dimensiones, humedad, calidad y acabado) del producto Componentes. Ver Tabla 06.

Tabla 06:  
Información Técnica de los Componentes.

Espesor	Ancho	Largo	Contenido de humedad	Calidad	Acabado
1.5"	1.5"	3 - 4'	KD 20% - 30%	A y B	S4S-E4E
1.5"	3.5"	8 - 20'	KD 20% - 30%	A y B	S4S-E4E
1.5"	5.5"	8 - 20'	KD 20% - 30%	A y B	S4S-E4E
1.5"	7.5"	8 - 20'	KD 20% - 30%	A y B	S4S-E4E
3.5"	3.5"	8 - 20'	KD 20% - 30%	A y B	S4S-E4E

Elaboración: Propia.

### 2.1.7. Proceso Productivo para la Fabricación de Pisos Sólidos

La Fabricación de Pisos Sólidos de Madera se divide en los siguientes procesos:

#### **Reaserrado.**

Se utilizan las cintas preparadas según especie a reaserrar.

Se debe conformar la tripulación de las Reaserradoras (Operador y auxiliares). Se trabajan según la programación de pedidos para exportación, ventas nacionales y recuperación de materia prima.

#### **Estibado:**

Esta operación consiste en el ordenamiento y colocación de separadores (estibas) entre las maderas, para lograr la circulación del aire permitiendo secado de la madera, durante su almacenamiento en patio de estibado finalmente en el horno o cámara de secado.

El estibado de Madera se hace de material proveniente de Aserraderos.

Los paquetes ya estibados son almacenados a temperatura ambiente por 24 horas como mínimo para luego ser ingresado a las cámaras de secado, esta operación se realiza por afinidad de especies, espesores y largos.

**Secado:**

Este servicio consiste en secar todo el material húmedo (AD) aserrado debidamente estibada según Especie y Producto.

**Desestibado:**

Esta operación consiste en sacar los separadores (estiba) de los paquetes, con la finalidad de preparar la madera para el siguiente proceso productivo, en otras secciones. Los procesos posteriores pueden ser; cepillado, Canteado, trozado, u otros que se requieran. El desestibado de Madera se hace con el material que ha salido de hornos o material que ha sido comprado seco “KD” a otros proveedores. En todo este proceso el material es codificado cada vez que el paquete cambia de volumen o forma. Luego es trasladado a sus procesos de destino.

**Cepillado:**

Permite el corte de las caras de la madera mediante cuchillas insertadas en cabezales horizontales. Sirve para dar acabado final a la madera y para realizar el calibrado de madera con corte irregular.

**Predimensionado:**

Permite el corte longitudinal de la madera mediante uno o varios discos insertados en un eje horizontal. Sirve para desdoblar en espesores requeridos y/o canteado madera. Estas máquinas trabajan con el apoyo de montacargas para la entrega y recojo de material, así como de los cubicadores que cuantifican el material producido y consumido.

**Maquinado:**

Es el proceso de darle forma y dimensiones finales al producto, para el maquinado sea posible intervienen las siguientes Maquinas:

Moldurado: Se usa para maquinar la forma o perfil en los cantos longitudinales de la madera.

Despuntado: Se usa para eliminar los defectos y pre dimensionar el largo de la madera.



## Clasificado Empaquetado:

Después del maquinado de los productos pasa al área de clasificado y Empaquetado. En este proceso se da el Último control de calidad del producto, separando el material defectuoso el cual debe retornar a las líneas para ser recuperados, asimismo durante el clasificado empaquetado del producto se hace la separación por calidades y se empaqueta según el requerimiento del cliente. A continuación se muestra el Diagrama de Operaciones del Proceso de Pisos. Ver Figura 05.

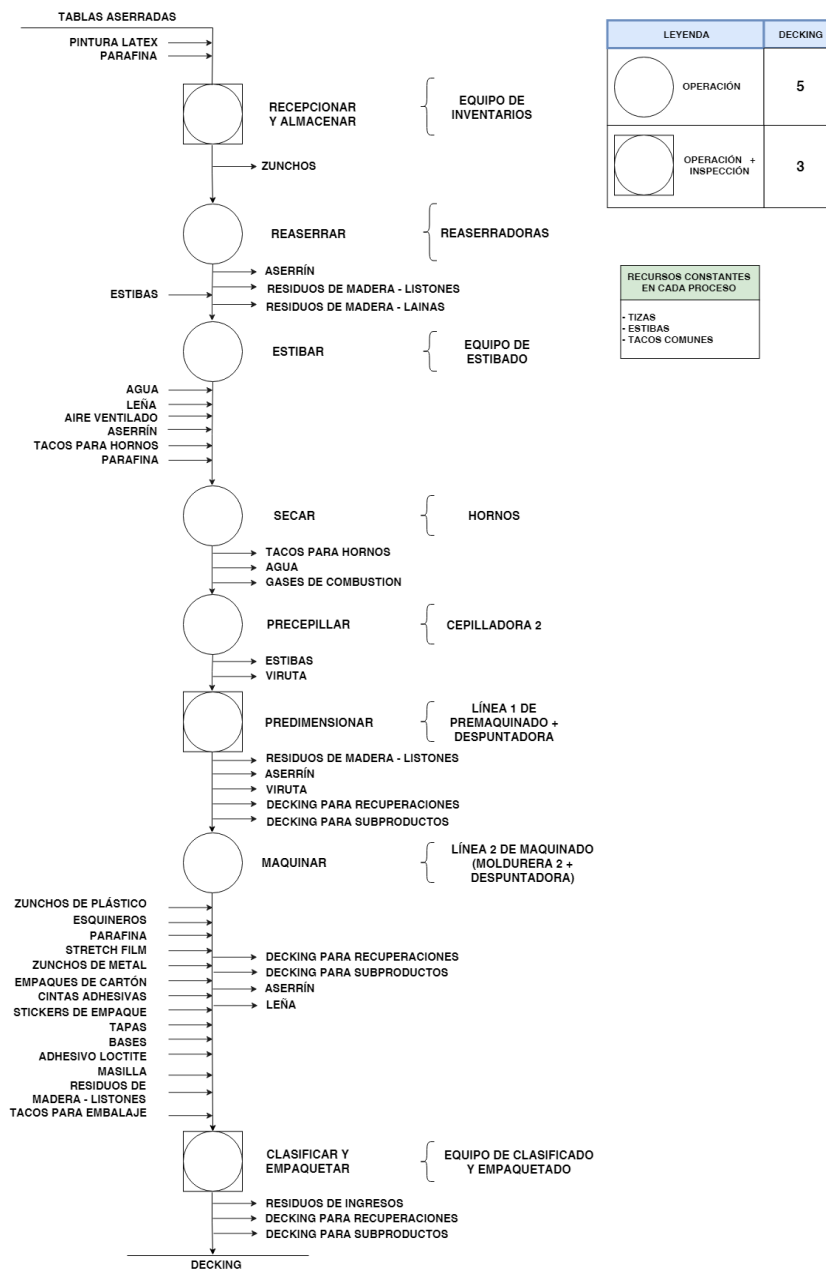


Figura 05: Diagrama de Operaciones de la Fabricación de Pisos  
Elaboración: Propia.

### 2.1.8. Descripción del mercado objetivo de la empresa

Actualmente la empresa cuenta con Plantas en Perú, México, Estados Unidos y Bolivia y con oficinas de representación para la compra y venta de productos en China y Taiwán, para la distribución en Puerto Rico y Republica Dominicana. Las ventas en el exterior representan un 90% frente a las ventas nacionales, atendiendo a distintos mercados internacionales como: Norte América, Asia Pacifico, El Caribe, Europa entre otros; entre sus principales Clientes están grandes distribuidoras de madera dentro del rubro construcción y el diseño de Interiores. También se cuenta en el mercado nacional con una cartera de clientes que pertenecen a la industria de la construcción y/o empresas exportadoras, quienes requieren materiales de embalaje tales como: Parihuelas, tablas, molduras, entre otros.

### 2.1.9. Capacidad de Producción

La planta BOZOVICH S.A.C, cuenta con una planta ubicada Calle Las Poncianas N° 333 Santa Genoveva, Lurín, Lima – Perú.

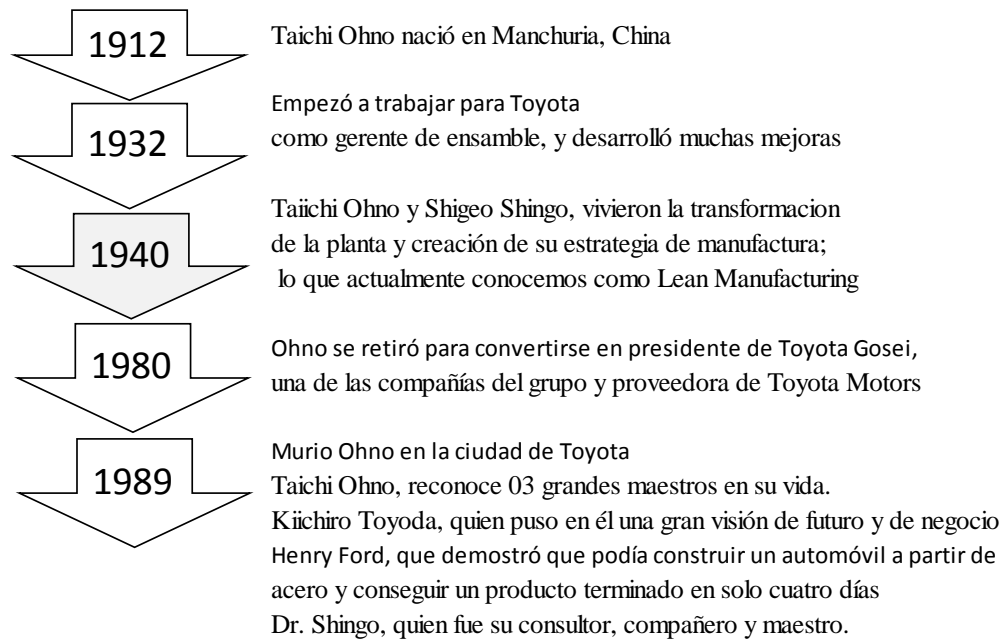
Se puede observar la capacidad de Planta por Producto.

Tabla 07:  
Producción Mensual en Pies Tablares

Productos	Producción Mensual (Pies Tablares)
Tablas	117,300
Tablillas	112,000
Pisos	150,300
Decking	170,400

Elaboración: Propia.

## Metodología Lean



Eiji Toyoda, Ohno siempre indicaba que quería mejorar el sistema de una bodega hacia el funcionamiento de un taller con personal capacitado y entrenado para cumplir funciones de forma eficiente. Nunca se ofrecía a explicar cómo hacer las cosas sino demostraba más bien autoridad para decir las cosas, siempre de forma autoritaria. Sinceramente fue un maestro con mucha sabiduría, carácter y fuerza de decisión, quien cumpliría uno de sus tantos objetivos el de transformar una fábrica de autos en un negocio sumamente viable y rentable. Por ello se concluyó que fue una pieza importante en la invención de lo hoy se conoce como Lean Manufacturing. Taiichi Ohno originario de Manchuria, China, nacido en el año 1912 fue licenciado de una escuela técnica en Nagoya. En el año 1932 empezó a laborar en la empresa de autos Toyota. En los años 1940 e inicios del 1950, estuvo liderando la empresa como Gerente aplicando mejora continua en la producción, tiempo en el cual la empresa se encontraba con bajas ventas lo cual conllevaba a que se entrampen grandes inversiones que más tarde se convirtieron en los avances que la compañía necesitaba. A inicios del 1940, Taiichi Ohno y Shingo compartieron grandes cambios en la planta industrial implementando mejora continua para lograr una producción ágil; lo que en la actualidad se define como Lean Manufacturing. En los años 1975 logró uno de sus objetivos, el ser vicepresidente en la empresa gracias a los cambios favorables en

la planta de ensamblaje de autos. A inicio de 1980, Taiichi Ohno fue promovido a presidente de Toyota Motos para ser vinculado con varios avances para

La organización de Toyota Goce, una de las compañías y proveedora de Toyota Motors. Falleció en el año. El Dr. Chingo fue uno de los mejores exponentes en desafiar y resolver cualquier limitante que se presentara en la industria con un aporte de mejora continua. En el transcurrir del tiempo Taiichi Ohno considera a tres guías o maestros, quienes menciona a: Kiichiro Toyoda, indicando que tenía capacidad de negociación; Henry Ford, indicando que la eficiencia es lo más importante, como por ejemplo, fabricar un producto en menos tiempos; y, ultimo, el Dr. Shingo, quien fue su asesor, amigo y maestro. Además fue ingeniero industrial especializado en relación a la administración científica del trabajo, Frank Gilbreth y sus estudios de estándares que lo hizo hábil en mejorar tiempos o recursos en una línea productiva y que pueden reducirse o eliminarse cuidando algunos puntos tales como preparación y capacitación del trabajo, además de hacer flujos continuos y sin interrupciones, de manera que hagan fluir la transformación solo cuando el cliente lo necesita y a la rapidez que mantienen. Entre sus pagos de transformación, propone la creación de los dispositivos poka-yoke, que eliminan material y que estamos barnizando. Estos mecanismos o metodología se llama poka-yoke (a prueba de tontos), pero afirmaba que este clase golpeaba a las personas y, además, había decir que todas las personas, incluso las más inteligentes, cometen errores; por ello cambió el nombre por el término poka yoke, que se sobreentiende «a prueba de errores». Para los años 1955 se inició su relación con la industria Toyota como consultor, ya cuando estaba mayo. Para los años 1959 fundo su propia empresa de asesoría y comenzó a reducir tiempos improductivos, logró ser lo más eficientes para el proceso de fabricación: de 1000 toneladas desde 49 horas hasta 3 minutos para cambiar de un producto a otro; creando lo que hoy conocemos como SMED (single minute exchange of die) o «cambio de troqueles en minutos de un solo dígito». A fines del año 1970 estuvo por todo el mundo para difundir sus técnicas de mejora continua, logrando escribir 14 libros, se entrega el premio de Shigeo Shingo a quienes demuestren eficiencia en la industria manufacturera, aportando como rendir tributo creación. Murió en el año 1990. (Socconini, 2008).

## 2.2. Investigaciones relacionadas con el tema

**Cardona (2013).** En su tesis, *Modelo para la Implementación de Técnicas Lean Manufacturing en empresas editoriales*, aborda como problema principal lo siguiente: En que medida el Diseño un modelo de gestión basado en el enfoque de Lean Manufacturing para la empresa de la industria gráfica, influye en la reducción de costos.

Como objetivo general, Implementar un plan de gestión basado en la teoría de Lean Manufacturing hacia la empresa de industria gráfica Editorial Blanecolor S.A.C., en el proceso de transformación de la familia de productos del grupo 6, que mejorara los tiempos programados de entrega siendo más puntual y eficiente, optimizando costos de producción.

Como Hipótesis Principal, La implementación de un plan de gestión basado en el Lean Manufacturing para la empresa de la industria gráfica se minimizará los costos de producción.

Resumen: La implementación de un plan de gestión como el Lean Manufacturing, cuya dirección está enfocada en eliminar los desperdicios o operaciones que no generan valor, permite cambios en la parte administrativa de la empresa, por lo tanto el objetivo del plan de gestión es mejorar los costos en la fabricación de productos gráficos.

La implementación y aplicación del plan de gestión Lean Manufacturing, debe ser direccionado apuntando a la mejora continua, este plan debe tener un seguimiento y monitoreo constante para asegurar que no se aplique solo al momento de la implementación y ejecución sino de forma constante, esto conlleva a mejorar la productividad empresarial en el rubro textil.

El presente trabajo final de maestría en Ingeniería Industrial, presenta un modelo para la implementación del enfoque de gestión Lean Manufacturing y algunas de sus principales técnicas, es así como en primer lugar se exponen los fundamentos teóricos sobre los cuales se enmarca y el contexto de la industria el cual será de mucha ayuda para obtener los elementos que deben ser confrontados bajo el entorno de una empresa característica del sector maderero, identificando las posibles causas que asociadas al enfoque Lean Manufacturing, generan desperdicios que afectan la productividad en la línea de producción de pisos.

**Castillo (2013)**. En su tesis, *Implementación De Metodologías Lean Manufacturing En Desarrollo Minero*, aborda como problema principal lo siguiente:

En qué medida la implementación de metodologías lean en un proyecto minero en Chile, influye en la ejecución de un proyecto.

Objetivo General: Implementación de metodología lean en un proyecto minero en Chile y analizar cómo impacta en la ejecución del proyecto.

Hipótesis principal: Mediante la implementación de metodologías lean en un proyecto minero en Chile, mejorará la ejecución de un proyecto.

Resumen: Para lograr mejorar y aumentar el nivel de conocimiento de la aplicación de metodologías lean para el rubro minero, este proyecto ha evaluado de forma satisfactorio los resultados que genera la implementación de proyectos basados en la metodología para la industria minera. Esta evaluación se desarrolló apuntando a dos áreas de oportunidad, las mismas que son las más importantes para la empresa: el desempeño de los proyectos en sí y el desempeño de las empresas. Para siguientes trabajos de investigación relacionados al rubro minero, se debe considerar un gran aporte al implementar ciertas metodologías que permitan medir, controlar y mejorar, teniendo en cuenta la aplicación de indicadores, herramientas de mejora continua y ciertas políticas que alinean al personal de la organización.

El sector minero representa un alto impacto en la economía, por ello el desarrollo de la metodología lean para lograr la eficiencia esperada, reducir costos de producción, aprovechar los recursos de manera óptima y eficaz, define a una organización que tiene como objetivo alcanzar metas propuestas logrando el desarrollo de proyectos que día a día se ejecutan teniendo una dirección bien marcada para lograr el éxito.

El presente trabajo aplica una metodología lean basada en lograr cambios en el área de proyectos para ser eficientes en su planteamiento, ejecución y entrega, por ello tomo como referencia para mi trabajo de investigación el cual se basa en implementar una herramienta de mejora continua para lograr la eficiencia total de las máquinas que conforman una línea de producción de pisos de madera, de igual manera apunta a la mejora continua para lograr identificar áreas de oportunidad y poder ser sostenible en el tiempo.

**Sanchez (2014).** En su tesis, *Diseño De Un Programa De Gestión Utilizando El Sistema Pull En Una Empresa Metalmecánica De La Ciudad De Guayaquil*, aborda como problema principal lo siguiente:

En que medida el diseño de un sistema de Gestión, influye en mejorar la Producción, nivel de ventas y atención al cliente.

Objetivo General: Diseñar un Sistema de Gestión utilizando las herramientas más convenientes para la Compañía que permitan solucionar los problemas de desfase entre producción y ventas y que logre atender de mejor manera los requerimientos de los clientes.

Hipótesis General: Mediante el diseño de un sistema de Gestión, mejorara el nivel de producción, ventas y atención al cliente.

Resumen: El presente trabajo de investigación se enfoca en diseñar un programa utilizando el sistema Pull el cual beneficiara directamente al área comercial con producción, siendo los clientes internos más importante en una organización ya que de ellos depende el cumplimiento de las órdenes de venta. Para el rubro maderera resulta perjudicial el producir grandes lotes de producción enfocados a cumplir el requerimiento del cliente sin tener en cuenta productos de menor dimensión con diferentes perfiles que no tienen mercado, estos productos proliferan en el tiempo, aumentando inventarios, ocupando un área en el almacén sin tener rotación, el sistema Pull consistiría en que el área de ventas promocionara material de baja rotación con el objetivo de llegar a los clientes y poder mejorar esa comunicación vendedor-productor, se puede programar ferias, visitas, reuniones externas para dar a conocer al producto y poder rotarlo.

La acción de empujar productos de alta calidad a clientes externos, teniendo en cuenta un valor añadido al producto para que su introducción en el mercado sea satisfactorio. El área de ventas debe mejorar la comunicación con el área de producción para luego estar alineados antes algún retraso o desperfecto que pueda ocurrir en la línea productiva, seremos más eficientes en el tiempo de entrega del producto, mejorara el inventario al tener producto nuevo con alta rotación. Planificar en base a las órdenes de producción logra la eficiencia y evita inventarios en la organización.

**Sanchez y Benavides (2014).** En su tesis, *Implementación Del Sistema Lean Construction Para La Mejora De Productividad En La Ejecución De Los Trabajos De Estructuras En Obras De Edificación De Viviendas*, aborda como problema principal lo siguiente:

En que medida la implementación del sistema Lean Construction, influye en la productividad de trabajos de estructuras en obras y edificaciones de Viviendas.

Objetivo General: Mejorar la productividad en la ejecución de los trabajos en la parte de estructuras en la edificación de viviendas implementando el sistema de Lean Construction, el trabajo se centra en una obra situada en la ciudad de Cusco con la empresa “Ingenius Construcciones S.R.L.” se ejecutara un plan utilizando la metodología Lean para el sector construcción, este proyecto se desarrollara en una obra de nombre “Residencial Calicanto”, con esta metodología se programara el plan económico. Estas herramientas de mejora contribuyen directamente en la eficiencia. Para el sector construcción que cuenta con un plan de producción basado en la metodología LEAN, utiliza ciertas herramientas que permiten estandarizar sus procesos y tener mapeado cada operación, optimizando los recursos al máximo. La planificación operacional y gestión administrativa para mejorar la productividad en trabajos de edificación de viviendas es el punto de inicio para lograr la competitividad deseada.

Hipótesis Principal, Mediante la implementación del sistema Lean Construction, aumentara la productividad de trabajos de estructuras en obras y edificaciones de viviendas

Resumen: El trabajo de Investigación desarrolla la utilización de la metodología Lean para mapear sus procesos, estandarizarlos y controlarlos de tal manera que al planificar una obra, estas sean lo más eficiente en calidad de trabajo y cumplimiento en el tiempo de entrega. El sector maderero está dentro del sector, teniendo en cuenta que un gran porcentaje de las obras de viviendas instalan pisos de madera, por ello es fundamental tener los procesos mapeados para estar alineados con las fechas de planificación, fabricación y instalación de pisos de madera en proyectos de edificaciones de viviendas.



**Nuñez (2014).** En su tesis, *Propuesta Para Reducir Las Horas Extras Del Área De Producción De Un Astillero Aplicando Incentivos Y Otras Alternativas A Través De Mejora Continua*, aborda como problema principal lo siguiente:

En qué medida la aplicación de mejora continua influye en reducir las Horas extras del Área de Producción de un Astillero.

Objetivo General: Evaluar posibles soluciones para minimizar el costo de producción en planta, enfocado en la disminución de horas extras.

Hipótesis Principal: Mediante la Aplicación de mejora continua, reducirá las Horas extras del Área de Producción de un Astillero.

Resumen: En estos últimos años la Marina a tenido un alto porcentaje de Horas Extras por limitaciones en la producción de un Astillero, el cual conlleva a que la alta dirección apruebe el incremento de horas de trabajo fuera del horario normal. En planta las máquinas tienen algún desperfecto generando tiempos de paros no planificados, personal sin laborar esperando dar inicio al proceso, tiempo que al finalizar el turno se convierte en Horas extras no planificadas.

El implementar un incentivo de producción consiste en proponer objetivos diarios de tal manera que el trabajador pueda percibir su pago diario y adicional un bono o incentivo por cumplimiento teniendo en cuenta retrasos que conlleva a seguir laborando pasado el horario normal.

Este incentivo impulsará a aprovechar el tiempo al máximo y esforzarse para lograr cumplir el objetivo en horario normal, se calcula los estándares de acuerdo al rendimiento y disponibilidad de máquina generando una meta real motivadora el cual puede ir incrementando de acuerdo a algunos cambios o mejora continua que se pueda aplicar en el tiempo. Para el sector maderero se aplicará el sistema de incentivos en base a la OEE de las máquinas de producción de pisos, permitiendo que los operarios puedan lograr obtener un bono por logro de eficiencia mensual y poder así producir un producto maderable de calidad aprovechando al máximo los recursos.

**Parrales y Tomayo (2012).** En su tesis, *Creación De Un Modelo De Costos Basado En La Metodología Kaizen Para Las Operaciones De Una Concesionaria Automotriz Ubicada En La Ciudad De Guayaquil*, aborda como problema principal lo siguiente:

En qué medida la implementación De Un Modelo De Costos Basado En La Metodología Kaizen, influye en aumentar la productividad y calidad de sus operaciones.

Objetivo General: Incrementar la competitividad de las empresas mejorando la Productividad y la Calidad de sus operaciones, mediante la planeación, medición, análisis y mejora de su proceso, teniendo como base fundamental el uso y su aplicación de modelo estadísticos.

Hipótesis Principal: Mediante la Implementación De Un Modelo De Costos basado en la Metodología Kaizen, incrementará la productividad y calidad de sus operaciones.

Resumen: El trabajo de investigación crea un modelo de costos direccionado a la metodología de mejora continua Kaizen, esta implementación inicia desde el identificar actividades u operaciones que no generan valor a la empresa, tales como; reprocesos, traslado de material innecesario, entre otros. Para la identificación de las operaciones que forman parte del estándar de procesos, se requiere tener mapeado cada actividad, tomar tiempos y estandarizarlo, estas operaciones tienen que ser medibles para poder tomar acción frente a una ineficiencia en planta que perjudique directamente las entregas. Para el sector maderero que aplica mejora continua se recomienda que mida la eficiencia con la Metodología OEE, desde implementar la hoja de cálculo para ingresar datos hasta constituir un equipo de mejora continua para poder monitorear los procesos donde intervenga el responsable de área, personal de mantenimiento y operadores de máquina, se establezcan reuniones diarias para revisar indicadores, analizar y tomar decisiones de manera inmediata frente a algún desperfecto de máquina o alguna limitación en el rendimiento que permita la intervención del área de mantenimiento para aplicar mejora continua.

**Galvan (2012).** En su tesis, *Análisis De La Implementación Del Mantenimiento Productivo Total (Tpm) Mediante El Modelo De Opciones Reales*, aborda como problema principal lo siguiente:

En qué medida la implementación del mantenimiento productivo total (TPM), influye en la mejora económica de la Empresa?

Objetivo General: El propósito de esta tesis será analizar el sistema del mantenimiento productivo total. Analizar el ciclo de procesos mediante el modelo análisis financiero de Opciones Reales, para determinar el valor que aporta al negocio, su desarrollo y como una herramienta que apoye el crecimiento económico de la empresa.

Hipótesis Principal: Mediante la implementación del mantenimiento productivo total (TPM), lograra un crecimiento económico en la empresa.

Resumen: La implementación del mantenimiento productivo total es una metodología el cual involucra a todo un equipo de mejora continua para poder planificar, programar actividades en la maquina que conlleven a mejorar el performance y poder proyectar a su capacidad maxima, por lo tanto el crecimiento economico de la organización depende mucho de que tan eficiente son tus procesos. El trabajo de investigacion tiene una relacion a la implementacion de la metodologia OEE el cual se basa a medir la eficiencia total de las maquinas quien tiene como objetivo mejorar la productividad en planta. El sector maderero se utiliza mucho el Mantenimiento autonomo que como parte de TPM, este involucra al operador de maquina a realizar mantenimientos menores, el mantenimiento productivo total se realiza cada año, despues de haber concluido la campaña que dura aproximadamente ocho meses, el personal de mantenimiento conforma un equipo de trabajo con participacion del operador de la maquina para la validacion del trabajo.

Cada parada de maquina representa una caida drastica en la economica de cualquier empresa manufacturera, por ello la aplicación de esta metodologia contribuye en lograr la eficiencia esperada por cada una de las maquinas que coforman una linea de produccion.

**Ruiz y Mayorga (2013).** En su tesis, *Herramientas De Manufactura Esbelta Aplicadas A Una Propuesta De Mejora En Un Laboratorio Químico De Análisis De Minerales De Una Empresa Comercializadora*, aborda como problema principal lo siguiente:

En qué medida la implementación de una herramienta de manufactura Esbelta, influye en optimizar los recursos y reducir los costos de Producción.

Objetivo General: Presentar un detalle de las actividades actuales del laboratorio de la empresa LOGÍSTICA SAC con el propósito de: Mostrar el detalle de las actividades necesarias para la implementación de la metodología Manufactura Esbelta.

Hipótesis: Mediante la implementación de una herramienta de manufactura Esbelta, se lograra optimizar los recursos y reducir los costos de producción.

Resumen: El trabajo de investigacion se enfoca en implementar diversas tecnicas u herramientas de la metodologia Lean para ser mas competitivos optimizando recursos, para ello implementara Kanban para la planificacion, ejecucion y seguimiento de trabajos que requieren todas las maquinas de produccion, metodologia 5s para orden, limpieza y estandarizacion de todas las actividades para cada etapa de proceso, estas herramientas se implementan en un laboratorio de una empresa logistica. Esta implementacion se lograra aumentando la disponibilidad, rendimiento de maquina por ello se capacitaran nuevos operadores de maquina, supervisores de calidad y produccion para obtener equipos de trabajo que puedan trabajar dos turnos en horario rotativo, los responsables de equipo tendran la responsabilidad de medir cada etapa de procesamiento, analizando, identificando areas de oportunidad, desarrollando y generando nuevos habitos de trabajo direccionado a la mejora continua.

En la industria maderera se aplica kanban para planificar los trabajos de mantenimiento de maquina y hacer seguimiento a los pendientes u entregables que necesita la linea de produccion, esta metodologia nos permite tener todo agendado a la vista del personal de produccion y mantenimiento para estar alineados a la necesidad de la planta, con la finalidad de tomar acciones a tiempo y no generar retrasos en la produccion.

## 2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

En el presente punto presentaremos de manera conceptual las herramientas de mejora continua. Estas herramientas utilizadas en muchas organizaciones y de resultados exitosos totalmente comprobados, van a servir en el presente proyecto como soporte teórico para el desarrollo del proyecto.

Uno de los principales sistemas de gestión que sustenta esta investigación es el: Sistema de Eficiencia Global de las Maquinas OEE.

### 2.3.1. OEE

El OEE es el indicador principal que mide la eficiencia global de los equipos. En este caso, el recurso disponible (dato fijo) es el tiempo planificado de un determinado equipo productivo, del cual el TPM quiere conocer y maximizar sus resultados: el tiempo efectivo. (Madariaga, 2019, p. 45)

Es el acrónimo para Efectividad Global del Equipo (en inglés Overall Equipment Effectiveness) y muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente.

La diferencia la constituyen las pérdidas de tiempo, las pérdidas de velocidad y las pérdidas de calidad.

Sus inicios son inciertos, aunque parece ser que fue creado por Toyota. Hoy en día se ha convertido en un estándar internacional reconocido por las principales industrias alrededor del mundo. (Socconini, 2008).

El OEE permite identificar las pérdidas diferenciadas en los siguientes factores:

**Disponibilidad:** cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que se quería que estuviera funcionando (restando el tiempo de paros no programados).

**Rendimiento:** durante el tiempo que ha estado funcionando, cuánto ha fabricado (de primera y desecho) respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal (sólo producto de primera).

**Calidad:** la cantidad de producto fabricado que cumple con los estándares de calidad, respecto a los productos que se rechazan para un reproceso. Producto resultante de la primera pasada de la línea de maquinado.

Para calcular la eficiencia total de las máquinas OEE, se requiere medir estos tres factores:

% disponibilidad: ¿Esta procesando la línea de maquinado?

% rendimiento: ¿La línea de maquinado está procesando a 31 ml/min?

% calidad: ¿La línea está produciendo pisos que cumplen los estándares de calidad?

OEE te muestra el % de eficiencia de las máquinas que conforman la línea de maquinado de Pisos, mientras el % de eficiencia se acerca al 100% podemos decir que es efectivo. Los tres factores que se oponen a la eficiencia son: la pérdida de tiempo, velocidad y calidad del producto. (Socconini, 2008).

### 2.3.1.1. Cálculo del OEE

El producto de estos tres factores es lo que constituye el OEE:

OEE = ratio de disponibilidad x ratio de rendimiento x ratio de calidad (%)

El siguiente diagrama muestra el comportamiento de los 03 factores en el tiempo total de producción. Ver figura 06.

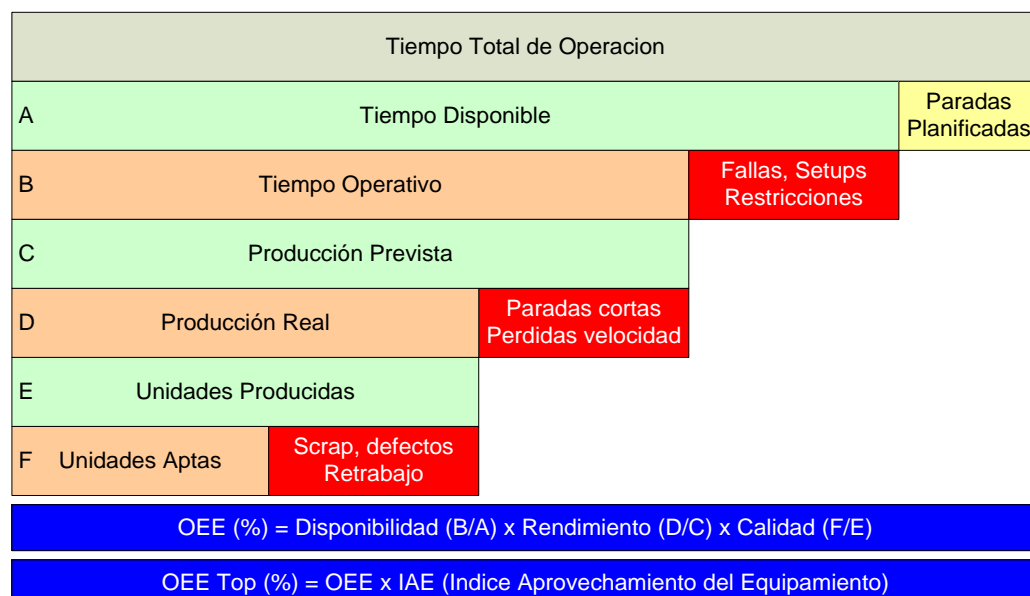


Figura 06: Mapa conceptual de la OEE

Fuente: Hernández y Vizán 2013.

La OEE tiene como objetivo medir la eficiencia de las maquinas a travez de la relacion entre la disponibilidad, rendimiento y calidad, que definen el % de efectividad. Identifica cual es la razon de la ineficiencia para aplicar una mejora continua y elevar la productividad.

Como por ejemplo tenemos que: el tener un OEE de un 30%, es como decir, produciste 30 piezas buenas cuando pudiste haber producido 100 piezas de calidad. Esta deficiencia pudo haber sido ocasionado por una falta de disponibilidad, rendimiento o calidad.

Medir la OEE a diario, para cada maquina que conforma una linea, permite saber en donde esta ocurriendo la falta de efectividad, mediante una representacion visual muestra cual de las seis grandes perdidas se debe eliminar.

OEE no es solo una herramienta para medir la efectividad productiva de las maquinas, permite aplicar herramientas de mejora continua. (Hansen, 2001).

#### 2.3.1.2 Clasificación de la OEE.

El OEE, mide la efectividad total de las maquinas, teniendo una escala de clasificacion que permite calificar en que nivel se encuentra las maquinas que conforman una linea de produccion.

En la Tabla 08 se puede observar el calificativo y sus consecuencias según resultados porcentual de la OEE.

Tabla 08:  
Clasificación de la OEE.

OEE	Calificativo	Consecuencias
<65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad
≥65% <75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja
≥85% <95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados 'World Class'
≥95%	Excelente	Competitividad excelente

Fuente: Hernández y Vizán 2013.  
Elaboración Propia.

### 2.3.1.3. Ventajas del OEE.

El calculo de la OEE, identifica en que punto de las tres variables a analizar se encuentra el problema, tenemos que la disponibilidad, rendimiento y calidad se miden entre si para saber donde esta el punto critico.

El operador de maquina debe tener conocimiento de la aplicación del OEE en su maquina y aplicar los tiempos estandares de paros planificados para calcular realmente el tiempo productivo. El OEE aplica un cocepto de definiciones que se transcribe en los formatos de produccion, la labor a diario en la planta de produccion muestra un tareo de cada personal que conforma la tripulacion de cada maquina y identifiacar la efectividad de cada equipo de trabajo.

El equipo de trabajo que labora en una maquina con una efectividad que supera el estandar de efectividad, se puede decir que ese dia en especifico fue eficiente. Para las maquinas que no lograron la efectividad deseada, estas son analizadas a diario para identificar el problema y aplicar la herramienta de mejora continua para eliminar la causa raiz. La informacion de la OEE no puede ser cambiada, debe quedar como historico para analizar la evolucion de la maquina. Las reuniones de mejora continua se realizan a diario para tomar accion del problema reciente, los participantes no deben ser simples espectadores sino participar en cada sesion y dar lluvias de ideas en busca de solucionar un problema. Los auxiliares de maquina, operadores y supervisores trabajan con los datos OEE, identifican disponibilidad de maquina mediante los tiempos de paros no planificados en que la maquina se encuentra sin producir, el rendimiento mediante la perdida de velocidad en la que la maquina esta produciendo y la calidad mediante la cantidad de piezas producidas que cumplen y satisfacen los requerimientos establecidos.

El OEE interviene en los costos de produccion para toma de decisiones por parte de la alta direccion, siendo la metrica mas transparente para conocer los cuellos de botella, desechos que generan perdidas en una empresa, las operaciones en planta se realizan conjuntamente con el area de mantenimiento quienes intervienen cada vez que se realiza algun cambio en la maquina. Los trabajos se identifican en el Plan anual de mantenimiento preventivo que se ejecuta al finalizar una campaña o al concluir la cantidad de produccion que establece según las especificaciones de los repuestos o accesorios que componen una linea o conjnto de maquinas.



#### 2.3.1.4. Perdidas que considera el OEE

A continuacion se muestra las siguientes perdidas:

- Paros no planificados por desperfecto
- Calibracion o ajustes de maquina
- Paradas cortas por falta de personal
- Perdida de Velocidad o desaceleracion
- Rechazos de productos por mal maquinado
- Rechazos de productos por mal manipuleo.

Los dos primeros puntos afectan la disponibilidad, los otros dos puntos afectan el rendimiento y los ultimos a la calidad.

#### **2.3.2. Disponibilidad**

Esta se define como el tiempo en que la maquina debe estar produciendo, tenemos algunas causas de la falta de disponibilidad, entre ellas tenemos:

Paros no planificados.

Son las paradas de maquinas que no se encuentran planeadas y paran la produccion, como por ejemplo la averia de una maquina, al ser una ocurrencia que no tenia previsto se identifica como paro no planificado.

Calibracion y Ajustes.

Son los tiempos de maquina en la cual se encuentra detenida por ajustes de maquina o calibracion, por ejemplo el cambiar un elemento de corte que implica precision puede generar tiempo perdido para la produccion.

#### **2.3.3. Rendimiento**

Una perdida de velocidad se da cuando la maquina no esta produciendo a su velocidad maxima, esto se dede en muchas ocasiones cuando la maquina no esta a punto o cuando no tiene sus mantenimientos preventivos al dia. La desaceleracion se da cuando ocurre una microparada interrupciones generando que la maquina no mantenga su velocidad constante.

Las paradas cortas se originan por una falta de abastecimiento constante, como por ejemplo la alimentacion de maquina de forma manual, esta por ser generada por un auxiliar llega un momento de fatiga el cual reduce el ritmo generando entrampamientos en la produccion.

#### **2.3.4. Calidad**

Un producto con baja calidad es aquel que no cumple con las especificaciones en la primera pasada de la produccion.

##### **2.3.4.1 Desecho (Scrap)**

Estos productos no cumplieron la especificacion del cliente por lo tanto se puede categorizar como producto con menor calidad o remaquinar para poder fabricar un producto de menor dimension generando mermas y alto costo en su produccion.

Estas pérdidas de calidad se dan cuando:

Se tiene alguna falla en la maquina que puede ocasionar un mal maquinado que sobrepasan las tolerancias permitidas para la fabricacion. Estos productos son identificados en la linea y se deriban para un proceso adicional de remaquinado o como desecho para elaborar productos de embalaje.

##### **2.3.4.2 Retrabajo**

Este proceso se inicia cuando se identifica el producto que no cumple las especificaciones y este se designa para la fabricacion de un producto de menor dimension que cumpla las especificaciones para poder ser comercializado con una categorizacion menor. El producto remaquinado tiene un alto costo por tener un segundo proceso que implica mermar y desechar algunas piezas que no ingresan al segundo proceso por tener una estructura muy deteriorada.

El OEE mide la calidad del producto resultante de la maquina quien lo produce en un primer proceso.

La herramienta identifica a los productos que cumplen la calidad establecida, a los fabricados en el primer proceso estandar. (Hernández y Vizán, 2013).

### 2.3.5 Lean manufacturing

Es una filosofía que aplica a cualquier organización para analizar su gestión en la fabricación de un producto, que busca la eficiencia, calidad y mejora continua, eliminando desperdicios que afectan directamente a la empresa.

En los años setenta, la empresa fabricante de autos Toyota implementó una filosofía para mejorar ventas y mejorar la eficiencia de sus proveedores. Lean tiene como objetivo, representado en la casa de la calidad, que se soportan sobre dos pilares, las cuales son: Just In Time (JIT) y Jidoka (automatización con un toque humano). Estos dos pilares se soportan de las siguientes bases: La Estabilidad, Estandarización y Heijunka (producción nivelada). Esta casa define la responsabilidad, compromiso y apoyo mutuo de los trabajadores y cada una de las personas que buscan la mejora continua.

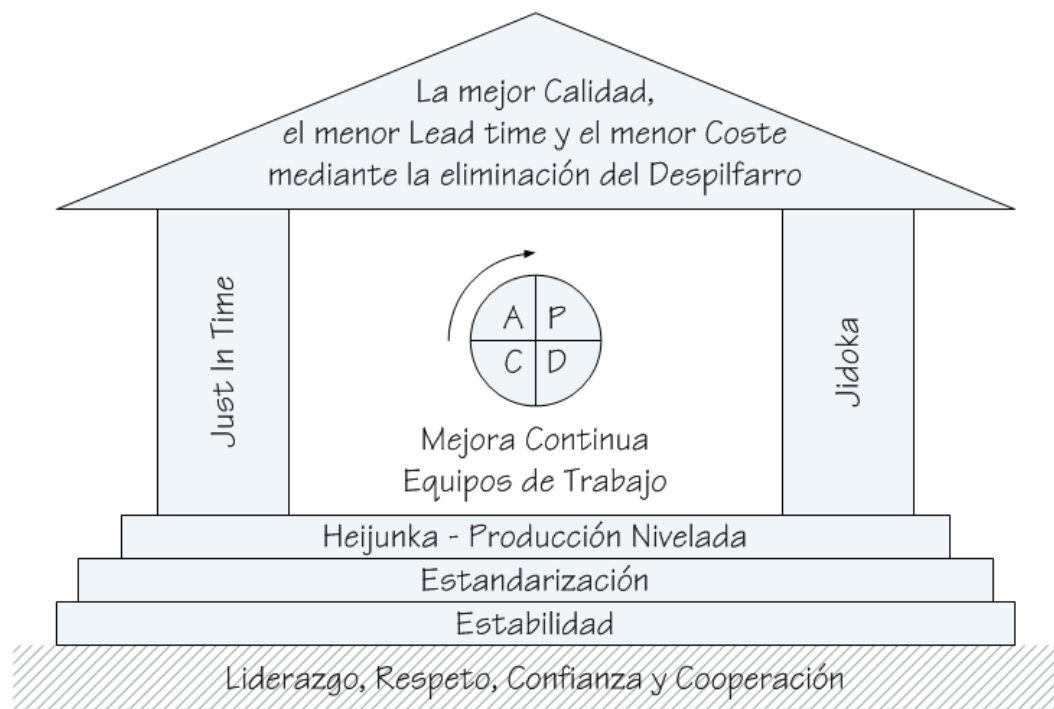


Figura 07: La Casa de Lean Manufacturan

Fuente: Madariaga 2015.

#### 2.3.5.1 Liderazgo, Respeto, Confianza y Cooperacion.

La implementación de esta filosofía impacta directamente a la dirección del cambio que nace del liderazgo para ejecutar las cosas, el respeto para dirigir, la confianza mutua desde el operario a su jefe inmediato y la cooperación de todos los trabajadores de una organización.

Para que esta metodología sea sostenible en el tiempo es necesario que todo el personal tenga la mentalidad alineada al éxito.

Lean elimina el desecho y no debilita la tripulación. La comunicación juega un papel clave en el liderazgo de las personas, pues busca el desarrollo de la organización con la optimización de recursos logrando un crecimiento significativo y exponencial de las ventas. Hoy en día muchas empresas están aplicando esta metodología que mucho tiene que ver con gestión visual de las cosas, La eliminación del despilfarro conlleva al éxito, el mejor ahorro está en el aprovechamiento de los recursos que día a día suma montos significativos para la organización.

### 2.3.5.2 Eficiencia

En una fábrica o empresa manufacturera se mide la eficiencia de las máquinas mediante indicadores, lo que se puede medir se puede controlar. Ver Figura 08.

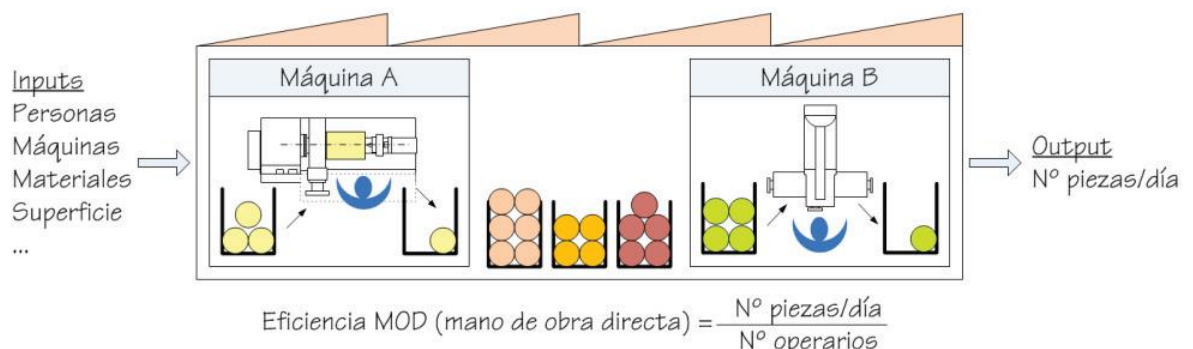


Figura 08: La Eficiencia  
Fuente: Madariaga 2015.

En general, cuando pretendemos mejorar la eficiencia de un proceso industrial pensamos en maximizar la productividad obteniendo resultados de los recursos disponibles. Aumentar la eficiencia en una empresa en crecimiento implica realizar muchos cambios en el camino que a un mediano plazo mostrara resultados significativos, siendo el principal indicador que buscara la competitividad.

Hablar de eficiencia es maximizar los recursos en un tiempo determinado que tiene como resultado final resultados positivos. Una línea de producción que comprende de un conjunto de máquinas que están relacionadas entre sí, busca mejorar el rendimiento de la máquina más lenta para aumentar el ritmo de la producción.

### 2.3.5.3 Valor añadido

Se da cada vez que una maquina manufacturera añade valor al producto, siendo este mas competitivo logrando la satisfaccion del cliente en dar una alternativa mas eficaz de solucion, es dar un paso mas a lo establecido de acuerdo a especificaciones estandar de fabricacion.

### 2.3.5.4 Mura, Muri y Muda

El TPS distingue dos situaciones en la fábrica, mura y muri, que generan despilfarro (muda) y, por lo tanto, conviene evitarlas:

Mura: variación en los procesos productivos. Es la utilizacion innecesaria de los recursos, por ejemplo el trasladar pallets de un punto a otro sin tener un orden o prioridad.

Muri: sobrecarga de personas y/o máquinas. El aumentar al turno y sobrecargar maquinas y personal conlleva a tener problemas de mantenimiento correctivo y fatiga de personal, generando retrasos y una baja productividad. Ver Figura 09

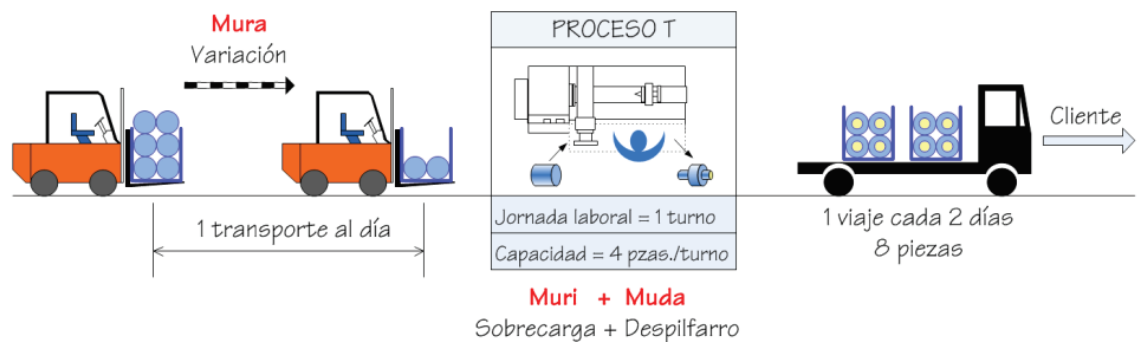


Figura 09: Mura, Muri y Muda  
Fuente: Madariaga 2015.

### 2.3.6. Kaizen

Una de las herramientas de Lean Manufacturing, que tiene como objetivo eliminar los desechos y limitaciones que presenta un proceso. El soporte principal para satisfacer las necesidades de la eficiencia es el trabajo en equipo lo que se denomina en filosofía Kaizen, fundamental direccionador del éxito en una empresa.

El significado de Kaizen es “cambio para mejorar”; que proviene de las palabras KAI- cambio y ZEN - bueno. Kaizen, es decir es cambio de pensamiento de las personas, siendo la vía que apunta a la mejora, trabajo en equipo que interviene operadores de máquina y operarios de planta, el cual lograra crear un sistema sostenible que apunta al éxito. Esta filosofía se basa en trabajar el “cambio” en las personas para poder lograr cualquier objetivo trazado, se enfoca en la resistencia al cambio, al pesimismo de no lograr resultados por acostumbrarse al confort. La mejora continua y la filosofía Kaizen. El hablar de Kaizen puede parecer un concepto fácil desarrollo que demanda gestión visual y sentido común, pero en realidad es más complejo teniendo en cuenta que el principal objetivo para que esta filosofía se aplique es el cambio de pensamiento de las personas, sin ello es muy difícil lograr implementar mejoras en una organización.

Kaizen o mejora continua se identifica como: “siempre hay un método mejor” el procedimiento paso a paso, con cambio y mejoras, ejecutados por todos los operarios y directivos, con la finalidad de lograr reducir costos y optimizar sus recursos al máximo. El desarrollo de la mejora continua nos dice: cuando detectas un problema, el proceso analizara para identificar la causa raíz y tomar acción sobre ella, aplicando medidas correctivas y lograr la eficiencia esperada. Para que la aplicación de Kaizen en un sistema que esta en desarrollo sea viable, debe trabajarse mediante la elaboración de un plan de trabajo y estar alineados con los objetivos del proyecto. Por lo tanto podemos decir que los obreros, técnicos y operadores de máquina se reunirán una vez a la semana para revisar la eficiencia total de las máquinas y proponer mejoras a las limitaciones que se presentan en sus máquinas ya que son ellos los que conocen mejor su maquinaria, conjuntamente con los técnicos y mecánicos se trata de resolver el problema.

Se concluye que la mejora continua es la base donde se sostiene el éxito por lo tanto presentamos los 10 puntos claves del Kaizen. (Hernández y Vizán, 2013, p. 50 - 54).

1. Abandonar las ideas fijas, rechazar el estado actual de las cosas.
2. En lugar de explicar los que no se puede hacer, reflexionar sobre cómo hacerlo.
3. Realizar inmediatamente las buenas propuestas de mejora.
4. No buscar la perfección, ganar el 60% desde ahora.
5. Corregir un error inmediatamente e in situ.

6. Encontrar las ideas en la dificultad.
7. Buscar la causa real, plantearse los 5 porqués y buscar la solución.
8. Tener en cuenta las ideas de diez personas en lugar de esperar la idea genial de una sola.
9. Probar y después validar.
10. La mejora es infinita.

Fuente LeanSis.

### **2.3.7. SMED**

Metodología que tiene como objetivo reducir los tiempos de calibración o preparación de maquina, SMED que sus siglas en inglés es (Single-Minute Exchange of Dies). Se obtiene analizando cada etapa del proceso, implementando cambios significativos en las maquinas de produccion, tales como: herramientas, elementos de corte, plantillas, matrices, entre otros. Esta tecnica busca eliminar toda aquella actividad que no generan valor en la empresa, al implementar un nuevo mecanismo para minimizar los tiempos de paros no planificados que en muchas ocasiones tienen un tiempo de espera alto.

Se aplica muy facil, de mucho sentido comun, teniendo como resultados un tiempo de preparacion de maquinas en minutos.

La disminucion de los tiempos de calibracion es de suma importancia ya que es un tiempo considerable que se tiene que realizar cada vez que se da inicio un proceso.

Mientras se minimice los tiempos de preparacion, tendremos mas tiempo para producir. Los métodos ágiles y simples de cambio minimizan la probabilidad de errores en la calibracion o preparacion de maquina. Con la implementacion de los cambios no solo mejoran los tiempos, tambien mejora la calidad del producto, aumenta el rendimiento y disponibilidad.

Las empresas que aplican ingenieria a sus procesos y estandarizan los tiempos de paros no planificados aplican tambien en los circulos de control de calidad, para resolver problemas de ingenieria respetando las tolerancias para cada producto.

¿Qué? – ¿Cómo? – ¿Dónde? – ¿Quién? – ¿Cuándo? y los respectivos ¿Por qué? Estas técnicas se aplican a los efectos de identificar posibilidades de éxito, disminución de actividades de calibracion a partir de encontrar la causa raíz que definen tiempos

representativos de calibración. Las causas más comunes por tiempo de espera durante preparación de máquina:

- El tiempo en el culmina la preparación es incierta.
- El procedimiento de preparación no cuenta con un tiempo estándar.
- Procesar con equipos inadecuados.
- No contar con procedimientos para las actividades de preparación.
- No contar con herramientas, plantillas, matrices adecuadas para la operación.
- Las operaciones para cada actividad tiene tiempos excesivos de preparación.
- Número de operaciones para calibración no efectivas.
- Falta de evaluación y análisis a los tiempos de preparación.

Para implementar SMED es necesario realizar estudio de tiempos y movimientos a cada operación y poder estandarizar los tiempos de preparación de máquina.

#### 2.3.7.1 Diferenciación de la preparación externa y la interna.

Para la preparación interna, se realizan las actividades cuando la máquina se encuentra parada o detenida, en cambio la preparación externa realiza actividades cuando la máquina se encuentra en ejecución.

El objetivo principal es eliminar la preparación interna para quedarnos con la preparación externa, por ello se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Tener todas las herramientas y materiales a la mano, ante cualquier operación que lo requiera.
- Los elementos o accesorios de maquinaria deben estar totalmente operativo.
- Implementar tablas de operaciones para la preparación externa.
- Sistematizar los procesos para la estandarización de las operaciones.
- Tener implementado la metodología 5s en cada área operativa y gestión de los inventarios.



2.3.7.2 Minimizar los tiempos de preparación interna mediante la mejora de las operaciones.

Los tiempos de preparación que no se puedan eliminar serán objeto de mejora continua. A continuación los puntos importantes para mejorar los tiempos de cada operación:

- Tener en cuenta las necesidades de cada trabajador operativo.
- Reducir los mantenimientos correctivos de la máquina.
- Tener los parámetros de cada proceso o conjunto de actividades.
- Tener implementado los estándares para cada operación.
- Reducir los tiempos de verificación de operación en cada etapa.

2.3.7.3 Minimizar los tiempos de preparación interna mediante la mejora continua.

Aplicar mejora continua a las operaciones que ejecuta cada equipo, se enfoca en minimizar los tiempos de preparación interna, por ello se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Organizar las operaciones de los equipos para poder alinear cada actividad apuntando a las actividades de la preparación externa.
- Estructurar las operaciones de los equipos de tal manera que las actividades no entrapen la puesta en marcha.
- Instalar a las máquinas matrices, sensores o accesorios que permitan tener mayor precisión en la calibración.

2.3.7.4 Preparación Cero.

Utilizando la técnica SMED en producción, logramos el tiempo de preparación cero, que tiene como objetivo minimizar los tiempos que perjudican al tiempo de producción, esta metodología mediante matrices, troqueles, entre otros, busca el cambio de herramientas en minutos, siendo una metodología sumamente importante que mejora la productividad en línea de producción. (Hernández y Vizán, 2013, p,27).

## 2.4. Definición de términos básicos

Productos Defectuosos:

Se entiende por la cantidad de recursos invertidos para dar como resultante un producto o servicio defectuoso, es la perdida tiempo para generar un producto o servicio que no llega a satisfacer al cliente. (Socconini, 2008).

Espera:

Se entiende por el tiempo en que la maquina esta parada por algun ajuste de calibracion o espera de materia prima, es decir la falta de abastecimiento o algun problema en la maquina que perjudica la produccion. (Socconini, 2008).

Despilfarro:

Se entiende por toda actividad que ni genera valor o satisfaccion al cliente, no cumple con los estandares u objetivos de la operaci3n. (Rajadell y Sanchez 2010).

Estándares.

Se entiende por toda medida o patron que se emplea para medir algo, son los parametros que tienen como objetivos el éxito de la operaci3n. (Imai, 2001).

Mantenimiento Preventivo:

Se entiende por la planificaci3n y programaci3n de servicios que requiere una maquina para reducir averias o problemas que perjudiquen el tiempo de produccion, se inspecciona y prioriza el tipo de fallo en un tiempo determinado considerando el tipo de operaci3n que realiza la maquina. (Hernández y Vizán, 2013).

Cadena de Valor:

Se entiende por el conjunto de operaciones que intervienen para crear un servicio o producto, desde el abastecimiento, transformaci3n y comercializaci3n. Se agrega valor para satisfacer al cliente. (Socconini, 2008).

Pisos de Madera:

Piezas machihembrados los cuatro lados, trabajados bajo las normas y estándares establecidos.

**Capacidad Instalada:**

Se entiende por el rendimiento o capacidad que se tiene en producción para lograr un producto o servicio en un tiempo determinado .

**Cuello de Botella:**

Se entiende por la operación que perjudica a la producción, teniendo en cuenta que el tiempo perdido disminuye el rendimiento de la máquina generando un entrapamiento para las demás máquinas.

**Remanentes:**

Saldo o sobrante de una orden de trabajo.

**Moldurera:**

Es una máquina para la industria maderera, que comprende de una estructura de acero fundido, con guías aluminio para el alineamiento de las piezas de madera, que son traccionadas por rodillos de arrastre y maquinado por cabezales portacuchillas. A esta máquina se le puede añadir un alimentador automático para mejorar el rendimiento. (Weinig, 2018).

**Leña:**

Son los trozos y/o residuos de madera producto del proceso de corte en cada etapa de su transformación.

**Indicador:**

Es el instrumento patrón para la medición de diversas variables que contribuyen a lograr objetivos trazados.

**Control Visual:**

Se entiende por la herramienta de gestión visual que a través de ella se puedan analizar, revisar indicadores mediante gráficos, imágenes, tablas para tomar decisiones como aporte a la mejora continua.

### Transporte de material

Es la actividad o operación en trasladar un material innecesariamente, es decir es parte del despilfarro en la producción, movimientos de paquetes de un punto a otro generando pérdidas en la empresa, es decir actividad u operación que genera ningún valor a la organización.

### Tiempo de ciclo

Se entiende por el periodo de tiempo que avanza de el inicio de una operación hasta el final, es el transcurso de una operación para cada etapa de proceso en un tiempo determinado.

### Trabajo estándar

Es respetar cada paso o etapa de proceso, produciendo inventario controlado que incluye el tiempo de ciclo y takt time, es el conjunto de actividades más importante para la manufactura esbelta para llegar a obtener una producción ágil bajo la misma secuencia de procesamiento.

### Sobreproducción

Se entiende como el tipo de desecho o desperdicio que genera valor a la empresa, teniendo en cuenta que tenemos dos tipos: la primera que es producir más (pluriferación de inventarios) y la segunda se refiere a producir antes de tiempo el cual genera transporte de material y movimientos innecesarios.

### Takt time

Es el ritmo de trabajo que marca el paso para tener una producción controlada, que logra mantener una sintonía de la producción con la demanda programada. Es la resultante de el tiempo libre para producir dividido entre el requerimiento programado en un periodo de tiempo determinado. (Soccocini 2008).

## 2.5. Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis

En la Figura 10 se muestra un resumen de forma esquemática la estructura teórica Científica ordenado jerárquicamente.

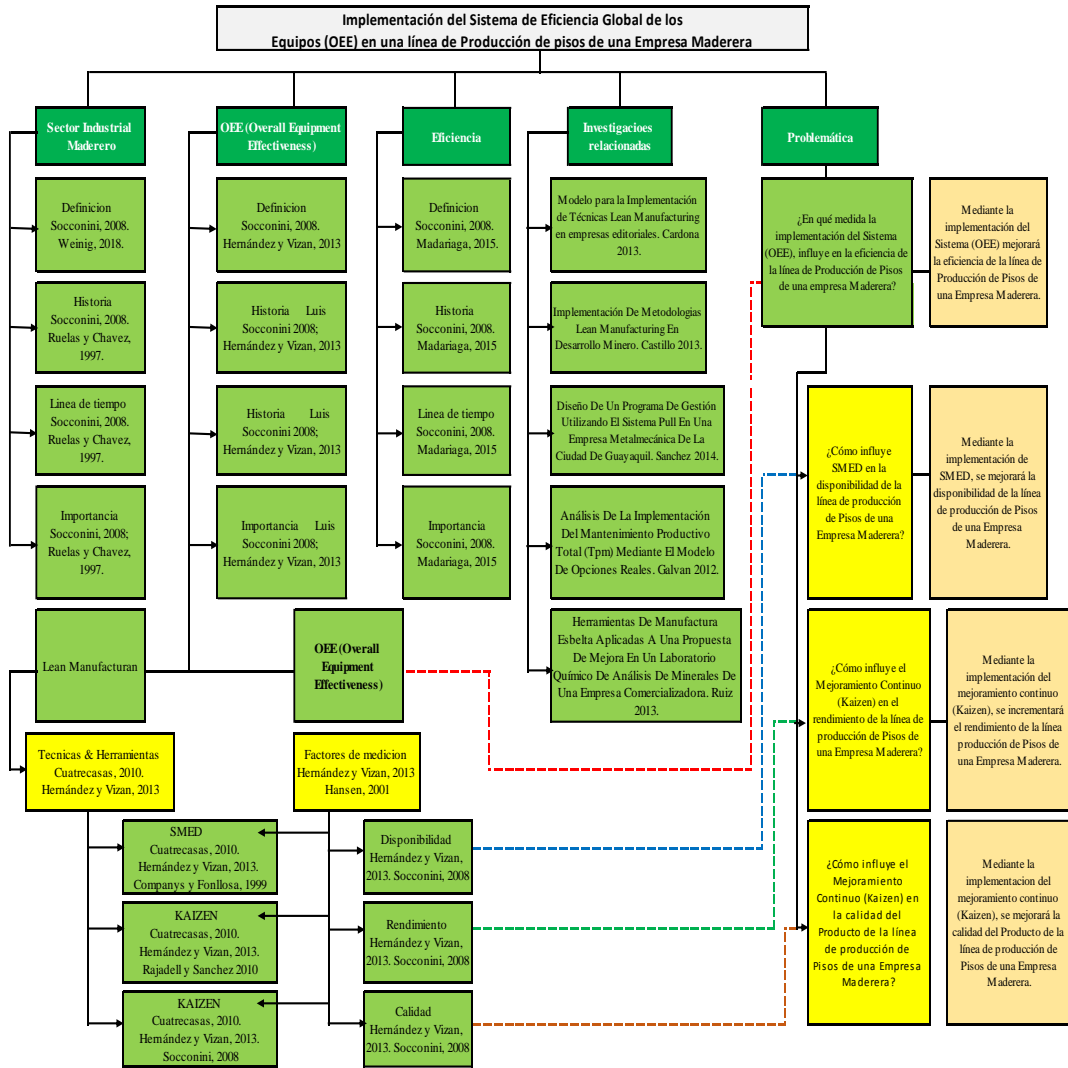


Figura 10: Representación Esquemática que sustenta la Hipótesis.  
Elaboración: Propia.

## **2.6. Hipótesis**

### **2.6.1 Hipótesis general**

Mediante la implementación del Sistema de Eficiencia Global de los Equipos (OEE) mejorará la eficiencia de la línea de Producción de una Empresa Maderera.

### **2.6.1 Hipótesis específicas**

- a. Mediante la implementación de SMED, se mejorará la disponibilidad de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.
- b. Mediante la implementación del mejoramiento continuo (Kaizen), se incrementará el rendimiento de la línea producción de Pisos de una Empresa Maderera.
- c. Mediante la implementación del mejoramiento continuo (Kaizen), se mejorará la calidad del producto de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.

## 2.7. Variables

A continuación se muestran las siguientes variables independientes, dependientes y indicadores.

✓ Independiente

- SMED
- Mejoramiento Continuo (Kaizen)
- Mejoramiento Continuo (Kaizen)

✓ Dependiente

- Disponibilidad de la Línea de Producción de Pisos
- Rendimiento de la Línea de Producción de Pisos
- Calidad del Producto de la Línea de Producción de Pisos

✓ Indicadores

- Tiempo Productivo / Tiempo Disponible (En un periodo de producción determinado)
- Producción Real / Capacidad Productiva (En un periodo de producción determinado)
- Volumen Producido C/Calidad / Volumen Total Producido

✓ **Matriz de Operacionalización**

Las variables que muestra el estudio, nos permite medir a través de sus indicadores, presentando un plan de operaciones el cual explica el método que aplicara cada variable para ser medidas, revisadas y tomar acción.

En el anexo 04 se visualiza la matriz de operacionalización que se aplicara para el trabajo de la investigación.

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo, método y diseño de la investigación

El enfoque de la Investigación es Cuantitativa.

#### ✓ Tipo de la investigación

Investigación Aplicada, la cual fue aplicada en la Planta de Producción de productos maderables basado en la implementación de un sistema para mejorar la eficiencia en una línea productiva de Pisos de madera.

Es aplicada también porque pudo resolver un problema real de producción que ocurrió en la línea de Producción de Pisos, aplicando metodologías para poder identificar y resolver problemas de ineficiencia.

Este tipo de investigación se sostiene de la gestión visual hacia la problemática que se identificó en Planta, en todas las maquinas que conforman la línea de producción de pisos.

#### ✓ Método de la investigación

Nivel Explicativo, basado en investigar las causas y/o efectos que origina deficiencia en la línea producción de Pisos de madera, durante el desarrollo del proyecto se identifica las causas del problema para luego buscar soluciones y resolver el problema a investigar, tiene como objetivo explicar por qué de la deficiencia en las máquinas que conforman la línea de producción de pisos y los problemas que este ocasiona a la organización.

Como indica el autor Hernández:

Una vez que se tiene la idea centralizada en la investigación y el científico, estudiante o experto ha indagado en el tema y eligió el enfoque cuantitativo, ya se encuentra apto para poder plantear soluciones al problema de la investigación. (Hernández, 2015).



Entre el planteamiento cuantitativo el alcance de nuestra investigación es Explicativo, se centra en buscar y explicar las causas del porque la falta de eficiencia en la línea de producción de pisos y los efectos que generan en la organización, por lo tanto el estudio plantea buscar alternativas de solución para resolver el problema.

✓ **Diseño de la investigación**

Es trabajo de investigación utiliza un diseño experimental del tipo cuasi-experimental, para poder actuar ante el problema con el objetivo de solucionarla.

El diseño establece un plan para asegurar si es cierto o no el resultado El planeamiento abarcaría metodologías y actividades con visión encontrar la respuesta a la pregunta que formula el proyecto de investigación. (Hernández, 2015).

La investigación será de nivel de constatar la hipótesis causal, de tal manera que demostrara si la aplicación de la variable independiente ha causado cambios importantes en una variable dependiente.

Utiliza las series de tiempo, que tiene el siguiente esquema:

Esquema del Diseño en la investigación.

Series de tiempo: O1 O2 O3 X O4 O5 O6

Donde:

O : Observación o resultado de la variable dependiente.

X : Aplicación de la variable independiente.

### 3.2. Población y muestra

#### ✓ Población General

La población general del proyecto es el total de % de eficiencia obtenidas de las órdenes de producción de la línea de producción de Pisos entre Enero del 2018- hasta Diciembre del 2018 que está representado por 120 órdenes de producción (Estudio Pre - test).

Y el total de % de eficiencia total de las maquinas obtenidas de las ordenes de producción entre julio del 2019 - hasta diciembre del 2019 que está representado por 60 órdenes de producción (Estudio Post - test).

#### ✓ Muestra General

La investigación se utilizara el método probabilístico para definir el número de muestra que se aplicaran en el pre-test y post- test.

El mínimo número de unidades muestrales general que se asignó para los estudios pre-test será: 44 órdenes de producción con él % de eficiencia total de las máquinas que representara a la población entre enero del 2018 y Diciembre 2018. Esta cantidad se ha obtenido a partir de la fórmula:

$$n = \frac{N * z^2 * p * q}{(N - 1) * e^2 + z^2 * p * q}$$

Donde:

n = Muestra

z = Nivel de confianza: 90%

p = Probabilidad de éxito: 50%

q = Probabilidad de fracaso: 50%

e = Nivel de error, 10.0%

N = Población (Ñaupas, 2014)

Reemplazando:

$$n = \frac{120 * (1.65) * (1.65) * (0.50) * (0.50)}{159 * (0.10) * (0.10) + (1.65) * (1.65) * (0.50) * (0.50)}$$

Pre test:

n = 44 órdenes de producción seleccionados 01/2018 - 12/ 2018

El mínimo número de unidades muestrales general que se asignó para los estudios post-test fue: 32 órdenes de producción de toda la población desde julio del 2019 a diciembre del 2019.

Reemplazando:

$$n = \frac{60 * (1.65) * (1.65) * (0.50) * (0.50)}{59 * (0.10) * (0.10) + (1.65) * (1.65) * (0.50) * (0.50)}$$

Post test:

n = 32 órdenes de producción seleccionados 07/2019 - 12/ 2019

Se expone a continuación la población y muestra que se aplicara a cada una de las Variables Dependientes propuestas en esta investigación.

✓ **Variable Dependiente 01** Disponibilidad de la Línea de Producción de Pisos

▪ **Población**

La población para la variable dependiente fue el total de % de Disponibilidad obtenidas de las órdenes de producción de la línea de maquinado de Pisos entre Enero del 2018- hasta Diciembre del 2018 que está representado por 120 órdenes de producción (Estudio Pre - test).

Y el total de % de Disponibilidad obtenidas de las ordenes de producción entre julio del 2019 - hasta diciembre del 2019 que está representado por 60 órdenes de producción (Estudio Post - test).

▪ **Muestra**

Se utilizó el método probabilístico para definir la cantidad de muestras de la variable en pre-test y en post-test. La muestra se definió como el número de órdenes a ser evaluadas donde se alcanzara el % de disponibilidad en la línea

de producción de pisos en pre-test y luego en post-test. Se empleó la misma fórmula que se aplicó en la muestra general.

La cantidad de muestra de esta variable en pre-test fue: 44 órdenes de producción entre enero 2018 y diciembre 2018.

Reemplazando:

$$n = \frac{120 * (1.65) * (1.65) * (0.50) * (0.50)}{159 * (0.10) * (0.10) + (1.65) * (1.65) * (0.50) * (0.50)}$$

Pre test:

n = 44 órdenes de producción seleccionados 01/2018 - 12/ 2018

La cantidad de muestra de esta variable en pre-test fue: 32 órdenes de producción entre enero 2018 y diciembre 2018.

Reemplazando:

$$n = \frac{60 * (1.65) * (1.65) * (0.50) * (0.50)}{59 * (0.10) * (0.10) + (1.65) * (1.65) * (0.50) * (0.50)}$$

Post test:

n = 32 órdenes de producción seleccionados 07/2019 - 12/ 2019

✓ **Variable Dependiente 02 Rendimiento de la Línea de Producción de Pisos**

▪ **Población**

La población para la variable dependiente fue el total de % de Rendimiento obtenidas de las órdenes de producción de la línea de maquinado de Pisos entre Enero del 2018- hasta Diciembre del 2018 que está representado por 120 órdenes de producción (Estudio Pre - test).

Y el total de % de Rendimiento obtenidas de las ordenes de producción entre julio del 2019 - hasta diciembre del 2019 que está representado por 60 órdenes de producción (Estudio Post - test).

- **Muestra**

Se utilizó el método probabilístico para definir la cantidad de muestras de la variable en pre-test y en post-test. La muestra se definió como el número de órdenes a ser evaluadas donde se alcanzara el % de rendimiento en la línea de producción de pisos en pre-test y luego en post-test. Se empleó la misma fórmula que se aplicó en la muestra general.

La cantidad de muestra de esta variable en pre-test fue: 44 órdenes de producción entre enero 2018 y diciembre 2018.

Reemplazando:

$$n = \frac{120 * (1.65) * (1.65) * (0.50) * (0.50)}{159 * (0.10) * (0.10) + (1.65) * (1.65) * (0.50) * (0.50)}$$

Pre test:

n = 44 órdenes de producción seleccionados 01/2018 - 12/ 2018

La cantidad de muestra de esta variable en pre-test fue: 32 órdenes de producción entre enero 2018 y diciembre 2018.

Reemplazando:

$$n = \frac{60 * (1.65) * (1.65) * (0.50) * (0.50)}{59 * (0.10) * (0.10) + (1.65) * (1.65) * (0.50) * (0.50)}$$

Post test:

n = 32 órdenes de producción seleccionados 07/2019 - 12/ 2019

- ✓ **Variable Dependiente 03** Calidad del Producto de la Línea de Producción de Pisos

- **Población**

La población para la variable dependiente fue el total de % de calidad del producto obtenidas de las órdenes de producción de la línea de maquinado de Pisos entre Enero del 2018- hasta Diciembre del 2018 que está representado por 120 órdenes de producción (Estudio Pre - test).

Y el total de % de calidad del producto obtenidas de las ordenes de producción entre julio del 2019 - hasta diciembre del 2019 que está representado por 60 órdenes de producción (Estudio Post - test).

▪ **Muestra**

Se utilizó el método probabilístico para definir la cantidad de muestras de la variable en pre-test y en post-test. La muestra se definió como el número de órdenes a ser evaluadas donde se alcanzara el % de calidad del producto de la línea de producción de pisos en pre-test y luego en post-test. Se empleó la misma fórmula que se aplicó en la muestra general.

Reemplazando:

$$n = \frac{120 * (1.65) * (1.65) * (0.50) * (0.50)}{159 * (0.10) * (0.10) + (1.65) * (1.65) * (0.50) * (0.50)}$$

Pre test:

n = 44 órdenes de producción seleccionados 01/2018 - 12/ 2018

La cantidad de muestra de esta variable en pre-test fue: 32 órdenes de producción entre enero 2018 y diciembre 2018.

Reemplazando:

$$n = \frac{60 * (1.65) * (1.65) * (0.50) * (0.50)}{59 * (0.10) * (0.10) + (1.65) * (1.65) * (0.50) * (0.50)}$$

Post test:

n = 32 órdenes de producción seleccionados 07/2019 - 12/ 2019

### 3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A continuación se muestran las técnicas a emplear en el presente estudio; así como, los instrumentos a utilizar para cada una de ellas (Ver Tabla 09).

Tabla 09:  
Técnicas e instrumentos

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Técnicas a emplear</b>	<b>Instrumentos a utilizar</b>
Disponibilidad de la Línea de Producción de Pisos.	Tiempo productivo / Tiempo disponible	Toma de tiempos	Cronometro, reloj de medidor lineal de la maquina
		Observación directa	Registro de observación sobre paradas planificadas
		Revisión de datos en gabinete	Libreta de apuntes, formatos, Excel para analizar producción de Pisos
Rendimiento de la línea de Producción de Pisos.	Producción Real / Capacidad Productiva	Toma de tiempos	Cronometro, reloj de medidor lineal de la maquina
		Observación directa	Registro de observación sobre velocidad de la maquina
		Revisión de datos en gabinete	Libreta de apuntes, formatos, Excel para analizar producción de Pisos
Calidad del Producto de la línea de Producción de Pisos.	Volumen Producido c/calidad / Volumen total Producido	Observación directa	Registro de observación sobre especificaciones del producto
		revisión de datos en gabinete	Libreta de apuntes, formatos, Excel para analizar producción de Pisos
		Análisis documental	Ficha Técnica de Pisos de madera

Fuente: Elaboración propia.

## a. Técnicas de recolección de datos

### Disponibilidad de la Línea de Producción de Pisos

- ✓ **Toma de Tiempos:** Se tomó los tiempos desde que arranca la Línea hasta que ocurra una parada para identificar tiempos de Paros Planificados y No planificados durante una producción.
- ✓ **Observación Directa:** Se registra en apuntes todas las fallas de máquina que produjeron una parada durante la producción, tipos de falla, tiempos por calibración o cambio de elementos de corte, falta de abastecimiento de madera, falta de personal, entre otros.
- ✓ **Revisión de datos en Gabinete:** Se digita los apuntes en un formato de producción en Excel para poder analizar y trabajar con los datos obtenidos en Planta.

### Rendimiento de la Línea de Producción de Pisos

- ✓ **Toma de Tiempos:** Se tomó los tiempos desde que arranca la Línea hasta que ocurra una parada y la cantidad de metros lineales que se obtuvo en el tiempo de procesamiento para obtener la velocidad real de la Línea de Maquinado de Pisos.
- ✓ **Observación Directa:** Se registra en apuntes la velocidad de las máquinas que conforman la Línea de Maquinado en metros lineales para identificar el cuello de botella.
- ✓ **Revisión de datos en Gabinete:** Se digita los apuntes en un formato de producción en Excel para poder analizar y trabajar con los datos obtenidos en Planta.

### Calidad del Producto de la Línea de Producción de Pisos

- ✓ **Observación Directa:** Se cuantifica el producto de menor calidad por mal maquinado debido a daños físicos o estructurales de la madera.
- ✓ **Revisión de datos en Gabinete:** Se digita la cantidad de productos de calidad A para exportación y calidad B para productos de menor dimensión.



- ✓ **Análisis Documental:** Se revisa fichas técnicas del producto para revisar dimensiones y tolerancias permitidas.

#### **b. Instrumentos de recolección de datos**

Para las variables Dependientes se tiene lo siguiente:

- ✓ **Validez del instrumento**  
El criterio de validez de los instrumentos, se realizó en base a la validación por el juicio de expertos.
- ✓ **Confiabilidad del instrumento**  
Confiabilidad del test se realizó según el método de Kuder Richardson.

### **3.4. Descripción de procedimientos de análisis**

La fuente serán los formatos de Producción que se encuentran en archivos físicos (Reportes de Producción), estos documentos se solicita a la Asistente de Producción del área de Operaciones para obtener la información histórica en un periodo de tiempo establecido.

Para recolectar los datos se realizara un trabajo en campo, el cual consiste en toma de tiempos de la producción e identificar paradas planificadas y no planificadas durante el proceso

Los instrumentos de medición que se utilizarán para la recolección de datos serán libretas de apuntes, cronometro, formatos e informacion que brindara el operador de máquinas.

Una vez recolectados los datos en campo, se realizara un trabajo de gabinete para poder calcular la eficiencia real de las maquinas que conforman la línea de maquinado de Pisos, se identificaran paros planificados y no planificados para poder analizarlos y trabajar en ello con la finalidad de identificar los tiempos muertos y eliminarlos. Para poder crear los estándares de producción se utilizara el método de cuartiles.

Con las variables y sus indicadores ya establecidos, me permitió medir, analizar y verificar los datos, y así obtener la información suficiente y necesaria para el análisis de los resultados de la investigación. Para ello se desarrolló la matriz de análisis de datos que se muestra a continuación (Ver Tabla 10).

Tabla 10:  
Matriz de análisis de datos

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Estadísticos descriptivos</b>	<b>Análisis inferencial</b>
Disponibilidad de la línea de Producción de Pisos.	Tiempo Productivo / Tiempo Disponible (En un periodo de producción determinado)	Escala de proporción	Tendencia central (media aritmética, mediana y moda).	Prueba paramétrica
Rendimiento de la línea de Producción de Pisos.	Producción Real / Capacidad Productiva (En un periodo de producción determinado)	Escala de proporción	Dispersión (desviación estándar).	
Calidad del Producto de la línea de producción de Pisos.	Volumen Producido C/Calidad / Volumen Total Producido	Escala de proporción	Posición (cuartiles).  Forma (asimetría y curtosis).	

Fuente: Elaboración propia.



La Línea de Producción de Pisos estaba programada para procesar a una velocidad promedio de 28 metros lineales por minuto, teniendo en cuenta que su velocidad máxima era de 31 metros lineales por minuto, esta estaba limitada debido a las paradas por Falla de calibración en la máquina multilamina (cuello de botella) esta retrasa la producción en toda la línea. La línea de producción de pisos cuenta con dos inspectores de Calidad, el cual se encargan de revisar los pisos a la salida de las máquinas multilamina y moldurera, el objetivo del inspector es identificar una pieza con defectos para luego ser despuntado o trozado destinar a dicho material a un Reproceso para la elaboración de tablillas o pisos de menor dimensión. El despunte es declarado como leña, el cual tiene como destino alimentar nuestros Hornos y venderse al mercado local.

La falta del conocimiento sobre el rendimiento, disponibilidad y calidad, el cual se refiere a la fabricación de productos para recuperar o material de rechazo que no cumplen las especificaciones del cliente. Estos puntos se resolverán en la fase de implementación del sistema de OEE.

#### **4.1. Implementación del sistema (OEE) en la Línea de Producción de Pisos**

Esta fase se refiere a los pasos que debieron hacerse previo a la etapa de realización de la implementación del sistema de OEE porque constituyen los documentos base para la ejecución del trabajo, incluye: la creación de la lista de paros, la modificación del formato del reporte de producción, el diseño de la hoja de cálculo para el sistema OEE, la elaboración de la hoja de registro de defectos encontrados durante el turno, el diseño de la hoja de cálculo para la determinación de la eficiencia global de los equipos.

En la figura 12, se muestra la lista de paros planificados y no planificados identificados en la Línea de Producción de pisos.

#### 4.1.1. Lista de Paros

Los tiempos de paros se lograron establecer con el apoyo del coordinador de planta que ha trabajado más de 16 años en la Empresa Maderera Bozovich y los operadores de las maquinas que conforman la Línea de Producción de Pisos y en base a todos los formatos, registros y reportes de producción que el jefe de planta había logrado archivar del año 2018 y que habían sido llenados por los operadores de máquina.

Todo esto se detalla a continuación:

Se recopiló información de los formatos utilizados en la producción y tiempos registrados en los reportes de mantenimiento del mes de enero 2018 a diciembre 2018 por el jefe de planta. Fueron revisados y analizados para ubicar los paros más comunes de la línea de maquinado de pisos.

Como resultado se obtuvo que los paros planificados fueron: por reunión de apertura y cierre, por calibración y lubricación, por refrigerio, por capacitación, por limpieza, entre otros. Los paros no planificados fueron: por falla de calibración, por entrapamiento, por falta de personal, por falla de afilado, por falta de succión, por falla eléctrica, por accidente y por falta de abastecimiento, entre otros.

Los paros planificados y no planificados se presentan en la Figura 12.

BOZOVICH		MADERERA BOZOVICH SAC - UNIDAD PRODUCTIVA LIMA			Código:	
		TIEMPOS ESTANDAR DE PAROS			Versión:	3
					Fecha:	23/02/2019
					Página 1 de 1	
Linea	Cód	Nombre	Tipo Paro	T. P.N.P.	T.Paro. (M)	
Pisos	M01	Falla Mecanica	T.P.N.P.	MANTTO.	0	
Pisos	M02	Falla Electrica	T.P.N.P.	MANTTO.	0	
Pisos	M03	Falta de succión	T.P.N.P.	MANTTO.	0	
Pisos	M04	Corte eléctrico	T.P.N.P.	MANTTO.	0	
Pisos	M05	Falla de Afilado	T.P.N.P.	MANTTO.	0	
Pisos	M06	Limpieza de silo	T.P.N.P.	MANTTO.	0	
Pisos	Otros	Otros	T.P.N.P.	PROD.	0	
Pisos	P02	Falta de abast.	T.P.N.P.	PROD.	0	
Pisos	P05	Atascamiento	T.P.N.P.	PROD.	0	
Pisos	P06	Falta de personal	T.P.N.P.	PROD.	0	
Pisos	P07	Falla de calibracion	T.P.N.P.	PROD.	0	
Pisos	P11	Entrampamiento	T.P.N.P.	PROD.	0	
Pisos	P12	Accidente	T.P.N.P.	PROD.	0	
Pisos	P13	Otra labor No Planificada	T.P.N.P.	PROD.	0	
Pisos	P20	Falla de Operación	T.P.N.P.	PROD.	0	
Pisos	P03	Cambio y Calibración de elemetos de corte	T.P.P.	PROD.	5	
Pisos	P04	Calibración de máquina	T.P.P.	PROD.	10	
Pisos	P08	Lubricación	T.P.P.	PROD.	10	
Pisos	P01	Apertura / Cierre	T.P.P.	PROD.	10	
Pisos	P10	Limpieza	T.P.P.	PROD.	10	
Pisos	P14	Preparación de Máquina	T.P.P.	PROD.	7	
Pisos	REF	Refrigerio	T.P.P.	PROD.	45	
Pisos	P09	Cambio de paquete	T.P.P.	PROD.	4	
Pisos	PRO	Producción				

Figura 12: Tiempo estándar de paros  
Elaboración: Propia.

#### 4.1.2. Modificación del Formato de Producción

El Reporte utilizado, era un control muy básico el cual era utilizado en los Aserraderos en Puerto Maldonado. El tener como dato la Hora de Inicio y Fin en que se enciende las maquinas, los volúmenes de entrada y salida, estos no ofrecen buen detalle de la producción porque no podemos tener los tiempos reales de utilización de máquina, no detalla los tiempos reales de producción para saber a qué velocidad opera la máquina.


 <b>BOZOVICH</b>	<b>MADERERA BOZOVICH SAC - UNIDAD PRODUCTIVA LIMA</b>		Código:					
	<b>FORMATO DE CONSUMO POR PRODUCCION</b>		Versión:	3				
			Fecha:	27/09/2013				
Página 1 de 1								
<b>PLANTA:</b>	<input type="text" value="MBS"/>	<input type="text" value="ALCAZAR"/>						
<b>ÁREA:</b>	<input type="text" value="TS"/>	<input type="text" value="EST."/>	<input type="text" value="DESEST."/>	<input type="text" value="TA"/>	<input type="text" value="LB"/>	<input type="text" value="C/"/>	<input type="text" value="Vnt. Nac."/>	<input type="text" value="Vnt. Exp."/>
<b>ESPECIE:</b>	_____		<b>PROD:</b>	_____				
<b>MÁQUINA:</b>	_____		<b>PAQUETES</b>	_____				
<b>HORA Ini.</b>	_____		<b>HORA Fin.</b>	_____				
<b>Volumen Ent.</b>	_____		<b>Volumen Sal.</b>	_____				

Figura 13: reporte de producción (Pre Test)

Elaboración: Propia.

Para reemplazar el formato de consumo de producción presentado en la figura 13, se trabajó conjuntamente con los Controles de Calidad, Operadores de Maquina y personal de Mantenimiento para poder identificar y conocer los paros No Planificados y Planificados que se presenta en un turno específico. Con la información recopilada, el formato de consumo por producción fue mejorado y el resultado de la modificación se presenta a continuación.



del producto en el turno de trabajo, está adaptado a las necesidades de la línea de producción de pisos.

#### 4.1.3. Diseño de la Hoja de cálculo OEE

Se diseñó la herramienta en Microsoft Excel para ingresar los datos y fueran calculados automáticamente para analizar la disponibilidad, rendimiento y calidad del producto y conocer el porcentaje de eficiencia de las máquinas que conforman las líneas de producción de pisos.



Los indicadores de eficiencia OEE permiten monitorear la productividad desde tres dimensiones que son Disponibilidad %T=Tiempo, Rendimiento %V=Velocidad y Calidad %C=Calidad.

**%T=Tiempo:** Permite conocer cuál es el % de aprovechamiento del tiempo de una máquina y/o línea productiva, para lograr esto se ha realizado una clasificación de los tiempos de paros en:

- **Tiempo Total del Turno “T.T.R.”:** Este es el tiempo total que dura o debería durar un turno de trabajo, este tiempo puede extenderse en caso se realicen horas adicionales “HE” u otros.
- **Planificados “T.P.P.”:** Son tiempos de paros planificados, es decir, aquellos tiempos que son planificables, estandarizables, que son cíclicos, o porque son propios de la operaciones.



- **Planificados “T.P.N.P.”:** Son tiempos de paros que no pueden planificar, es decir, aquellos tiempos que son producto de una eventualidad, no pueden estandarizarse, no son cíclicos o son generados por una mala planificación.

Cód. Paro	Nombre	Tipo Paro	T.Paró. (Min)
P01	Apertura / Cierre	T.P.P.	10
REF	Refrigerio	T.P.P.	45
M01	Falla Mecanica	T.P.N.P.	0
P07	Falla de calibracion	T.P.N.P.	0

$$\%T = 1 - \frac{T.P.N.P}{T.T.R. - T.P.P} \times 100\%$$

**%V=Velocidad:** Permite conocer cuál es el % de cumplimiento a la velocidad estándar de una máquina y/o línea productiva. Este cumplimiento se mide respecto a la velocidad estándar, la cual es equivalente a la productividad de una unidad en un determinado periodo de tiempo, esta unidad productiva puede ser de volumen, área, longitud o pieza.

- **Tiempo Efectivo de Corte STD “TEC STD”:** Es la proporción ideal de tiempo que la madera debe estar en contacto con el elemento. Esta variable solo se considera en la línea de producción de Pisos que tiene como maquinas a la Multilaminar y Moldurera.
- **Velocidad de Avance Línea SD “AVL STD”:** Es la velocidad de una unidad productiva en metros lineales, pies tablares, metros cuadrados o piezas que se producen en un minuto.
- **Tiempo Efectivo de Corte “AVL R”:** Tiempo en minutos que la madera se encuentra en contacto con el elemento de corte de una línea productiva. Esta variable solo se considera en la línea de producción de Pisos que tiene como maquinas a la Multilaminar y Moldurera.
- **Avance Lineal “AVL R”:** Cantidad de metros lineales, pies tablares, metros cuadrados o piezas que han sido producidas en un tiempo determinado.

- **Horas Máquina “HM R”:** Horas que una máquina o línea productiva ha estado produciendo, es decir, no ha tenido ningún tipo de paro, ya sea planificado o no planificado.
- La fórmula que se presenta a continuación es la fórmula genérica, que aplica a la línea de producción de pisos que las maquinas cuentan con medidores lineales y de tiempo efectivo de corte.

La fórmula genérica de la velocidad es.

$$\%V = \%AVL \times \%TEC$$

$$\%AVL = \frac{AVL R}{TEC R \times AVL STD} \times 100\%$$

$$\%TEC = \frac{TEC R}{(HM R \times 60) \times TEC STD} \times 100\%$$

Donde:

%AVL – Cumplimiento al Avance Lineal:

%TEC – Cumplimiento al Tiempo efectivo de Corte:

**%C=Calidad:** Permite conocer cuál es el % de cumplimiento a la calidad de una máquina y/o línea productiva. Este cumplimiento se mide comparando la cantidad de unidades producidas correctamente (cumplimiento con los estándares de calidad) respecto al total de piezas producidas (aquí se incluyen piezas que no cumplen con el estándar), estas unidades producidas puede estar representadas en unidades de volumen, área, longitud o pieza.

- **Vol. Prod. C/Calidad:** Es la cantidad producida que cumple con los estándares de calidad, tanto en medidas como en defectos inherentes a la especie y/o madera.
- **Vol. Total Prod. :** Es la cantidad total producida, es decir, la producción tanto que cumple como la que no cumple con los estándares de calidad.

$$\%C = \frac{\text{Vol. Prod. C/Calidad}}{\text{Vol. Total Prod.}} \times 100\%$$

## 4.2. Resultados

### **Objetivo 1: Determinar en qué medida SMED influye en la disponibilidad de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.**

En la Tabla 11, se expone a la variable dependiente 1, el objetivo 1 y la Hipótesis 1. Para el Objetivo 1, se identificaron las causas raíces mediante los tiempos de paros no planificados que afectaron la disponibilidad de la línea de maquinado de pisos de la producción del mes de Enero a Diciembre del 2018 y presentaron las alternativas de solución que fueron visualizados en el post-test, logrando el objetivo.

Tabla 11:  
Variable dependiente 1

<b>Variable Dependiente 1</b>	<b>Objetivo 1</b>	<b>Hipotesis 1</b>
Disponibilidad de la línea de Producción de Pisos	Determinar en qué medida SMED influye en la disponibilidad de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.	Mediante la implementación de SMED, se mejorará la disponibilidad de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.

Fuente: Elaboración propia.

### **Situación Antes (Pre) de la Problemática.**

La disponibilidad en la Línea de Producción de Pisos era afectada por los tiempos de excesivos por calibración en la maquina Multilamina que realiza el proceso de dimensionado, ese tiempo fue un dato teórico que el área de mantenimiento entrego en su momento al operador para que este sea considerado como el tiempo de calibracion de los elementos de corte, como resultado se obtiene una reduccion en la disponibilidad por mas de 45 min cada vez que se procesa un lote durante un turno normal, siendo el cuello de botella principal de la linea de produccion de pisos.

En la Tabla 12 se visualiza el % de disponibilidad (% T.) que se ve afectado por el % de tiempo del Paro no planificado (% T.P.N.P.) por Falla de calibracion en la maquina moldurera que conforma la linea de produccion de pisos, los datos muestreados corresponden a los meses de enero a diciembre del 2018, el cual detalla el numero de orden de produccion, el tiempo total de produccion (T.T.R.), el tiempo

de paro planificado (T.P.P.), el % de disponibilidad (% T.) y el tiempo de paro no planificado (T.P.N.P).

Como se demuestra en la tabla, tenemos los tiempos de paros no planificados (T.P.N.P.) que corresponden al Cod. P07 (Tiempo por Falla de calibracion) que al no contar con un tiempo estandar para calibracion, el operador dispone del tiempo para colocar el elemento corte, ir probando y ajustando la calibracion hasta llegar a la medida requerida, en muchas oportunidades este proceso se repitio mas de dos veces en un turno según especie o producto ocasionando una gran perdida de disponibilidad.

Formula:

$$\% \text{ T.P.N.P} = \frac{\textit{Tiempo de Falla calibracion}}{\textit{Tiempo Pro.}} \times 100$$

Donde:

**Tiempo Falla de calibración.** Es el tiempo de parada de maquina por ocasionado por una mala calibración de los elementos de corte.

**Tiempo Pro.** Es el tiempo en el que la maquina debe estar produciendo.

Tabla 12:  
Disponibilidad % T. registrada en las 44 órdenes de producción (Pre test).

Nº	Nro Lote	T.T.R.	T.P.P.	Tiempo Pro.	Tiempo Falla Calibracion	% T.P.N.P
1	1801182	570	102	468	45	<b>9.62</b>
2	1801262	570	98	472	46	<b>9.75</b>
3	1802062	570	106	464	43	<b>9.27</b>
4	1802162	570	106	464	44	<b>9.48</b>
5	1802222	570	98	472	47	<b>9.96</b>
6	1802282	570	102	468	45	<b>9.62</b>
7	1803082	570	106	464	48	<b>10.34</b>
8	1803142	570	108	462	45	<b>9.74</b>
9	1803222	570	102	468	43	<b>9.19</b>
10	1803302	570	98	472	46	<b>9.75</b>
11	1804062	570	98	472	49	<b>10.38</b>
12	1804122	570	106	464	44	<b>9.48</b>
13	1804202	570	102	468	45	<b>9.62</b>
14	1804242	570	102	468	43	<b>9.19</b>
15	1805042	570	98	472	43	<b>9.11</b>
16	1805102	570	108	462	49	<b>10.61</b>
17	1805242	570	108	462	46	<b>9.96</b>
18	1805292	570	102	468	47	<b>10.04</b>
19	1806062	570	110	460	43	<b>9.35</b>
20	1806142	570	98	472	46	<b>9.75</b>
21	1806202	570	98	472	45	<b>9.53</b>
22	1806262	570	108	462	48	<b>10.39</b>
23	1807062	570	102	468	43	<b>9.19</b>
24	1807182	570	102	468	50	<b>10.68</b>
25	1808032	570	98	472	43	<b>9.11</b>
26	1808142	570	110	460	47	<b>10.22</b>
27	1808242	570	110	460	41	<b>8.91</b>
28	1808302	570	110	460	46	<b>10.00</b>
29	1809142	570	106	464	45	<b>9.70</b>
30	1809202	570	102	468	49	<b>10.47</b>
31	1809212	570	102	468	44	<b>9.40</b>
32	1809242	570	110	460	42	<b>9.13</b>
33	1810012	570	106	464	47	<b>10.13</b>
34	1810022	570	110	460	48	<b>10.43</b>
35	1810042	570	102	468	43	<b>9.19</b>
36	1810112	570	102	468	44	<b>9.40</b>
37	1811062	570	108	462	43	<b>9.31</b>
38	1811162	570	106	464	47	<b>10.13</b>
39	1811212	570	110	460	51	<b>11.09</b>
40	1811302	570	102	468	43	<b>9.19</b>
41	1812042	570	102	468	46	<b>9.83</b>
42	1812122	570	106	464	47	<b>10.13</b>
43	1812142	570	98	472	46	<b>9.75</b>
44	1812182	570	110	460	44	<b>9.57</b>

Fuente: Elaboración propia.

Para poder determinar la causa principal que determinaba el alto % paros no planificados, se utilizo el diagrama de Pareto donde muestra las causas principales de la baja disponibilidad de maquina multilamina que afecta a la Linea de produccion

de Pisos, en funcion a los tiempos (minutos) que tarda cada paro en un turno normal de produccion.

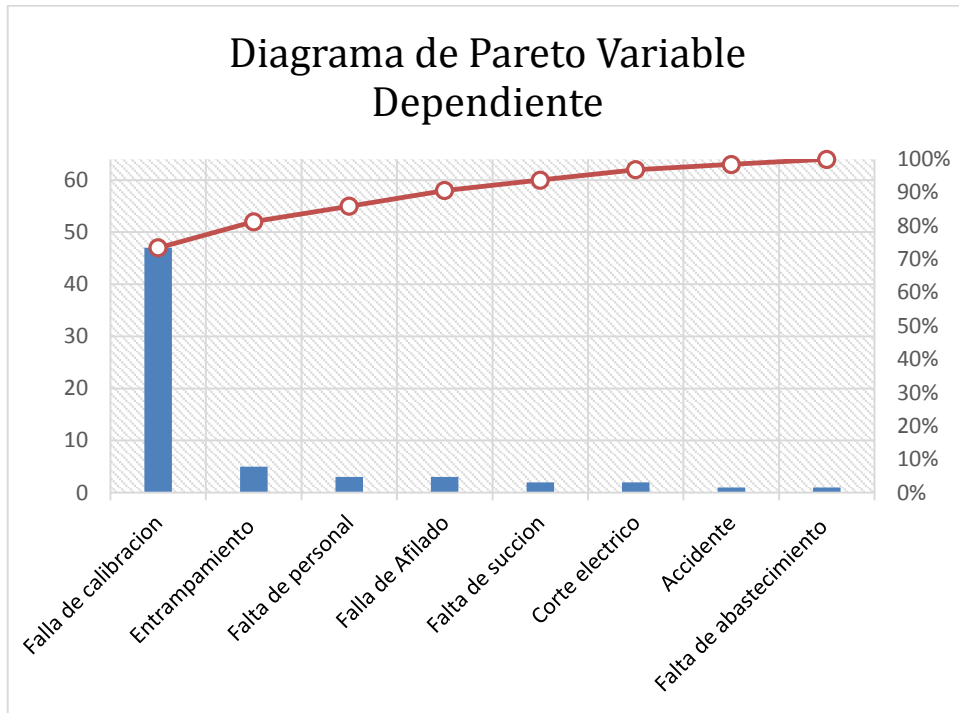


Figura 15: Diagrama de Pareto  
Elaboración: Propia.

En la Figura 15 se observa que la causa principal que determinaba la falta de disponibilidad a la línea de produccion de Pisos es la falla de calibración y entrampamiento de la maquina multilamina, la cual ocasionaba un paro no planificado por más de 45 min para cada lote de producción atrasando a las demas maquinas, el cual fue solucionada haciendo uso de la Variable Independiente.

### **Causas: Falla de Calibracion / Entrampamiento**

Como se observa en la Figura 16, el proceso de calibración de elementos de corte en la maquina multilamina (pre-test) durante la producción de pisos en la línea de maquinado, el operador de máquina, tiene que montar y desmontar los elementos de corte utilizando unos espaciadores para calibrar la sierra circular a las dimensiones en el ancho que requiere el producto, considerando que nunca queda calibrado en el primer intento, se realiza por segunda vez una calibración ocasionando que el tiempo se duplique llegando a perder más de 45 min cada vez que se calibra para un lote en

específico, tiempo de espera, con lo cual afectaba fuertemente la disponibilidad de máquina, generándose tiempos improductivos.

Estos tiempos de operación según actividad que muestra la Figura 16, fue un dato teórico que el área de mantenimiento entregó en su momento al operador de la máquina para que este sea considerado como el tiempo de calibración de los elementos de corte.

Nº	Actividad	Descripción de la Actividad	Responsable de la Actividad	Equipo / Material Requerido	T. Est.
1	Apagar Cadena de arrastre	Se apaga la cadena de arrastre, mediante el accionar la botonera de Encendido/Apagado (Cadena de arrastre)	Operador de Maquinado	Guantes/ Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	0.5
2	Apagar Sierra Circular	Se apaga la Sierra Circular, mediante el accionar la botonera de Encendido/Apagado (Sierra Circular)	Operador de Maquinado	Guantes/ Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	0.5
3	Retiro de Cuerpo Superior	Elevar el cuerpo de mecanismo superior para poder desmontar la Sierra Circular.	Operador de Maquinado	Guantes/ Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	1
4	Desmontaje de Sierra usada	Con la ayuda de las llaves de ajuste, se debe soltar la tuerca del husillo y contra bloquearla al lado opuesto para retirar la sierra.	Operador de Maquinado	Trapo Industrial/ Guantes / Lentes de Seguridad / Casco / Botas	1
5	Montaje y Calibración de Sierra Circular	Montar la Sierra nueva, con ayuda de los distanciadores de medida (mm) realizar la calibración de la Sierra según ancho requerido.	Operador de Maquinado	Trapo Industrial/ Guantes / Lentes de Seguridad / Casco / Botas	15
6	Ajuste de Sierra nueva	Ajuste de Sierra Circular, apriete la tuerca del husillo, contrabloqueo en el lado opuesto, bajar cuerpo de mecanismo superior.	Operador de Maquinado	Guantes/ Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	1.5
7	Encender la máquina	Encender la máquina y apagar el avance para comprobar el correcto funcionamiento de la sierra circular.	Operador de Maquinado	Guantes/ Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	0.5
8	Prueba de Calibración	Pasar 2 piezas para ver tolerancias de maquinado. De No ser aprobado por el Controller regresa al punto 03 para volver a calibrar	Operador de Maquinado	Guantes/ Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	2.5
					<b>22.5</b>

Figura 16: Tiempos de calibración de máquina (Pre test)

Elaboración: Propia.

En la figura 17 se presenta los distanciadores que se colocan entre los elementos de corte de la máquina multilamina para llegar al ancho que se requiere, el cual se menciona en el punto 05 de la Figura 16 ocasionando el mayor tiempo de espera durante el proceso.

Cada distanciador tiene una medida específica, el colocar decenas de distanciadores para llegar al ancho requerido toma mucho tiempo y nunca es preciso ya que al pasar

dos piezas de prueba siempre se tiene que añadir o quitar distanciadores para obtener la calibración deseada.



Figura 17: Espaciadores para calibración de elementos de corte (Pre test)  
Elaboración: Propia.

### **Situación Después (Post) de la Solución de la Problemática**

Como podemos observar en la figura 16, el tiempo de calibración de máquina representa un alto % del tiempo de paro no planificado teniendo en cuenta la operación de cambio de discos de sierra circular y colocar los espaciadores hasta llegar a la medida requerida es la operación con más alto tiempo improductivo.

Se aplicó SMED para el recambio de elementos de corte, reduciendo los tiempos significativamente en la operación de calibración.

Se presenta la figura 18, donde se realizaron los cambios y se obtuvo una disminución de tiempo de 03 min para el cambio de elemento de cortes por cada calibración.



Nº	Actividad	Descripción de la Actividad	Responsable de la Actividad	Equipo / Material Requerido	Tiempos (Post test)
1	Apagar Cadena de arrastre	Se apaga la cadena de arrastre, mediante el accionar la botonera de Encendido/Apagado (Cadena de arrastre)	Operador de Maquinado	Guantes/ Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	0.5
2	Apagar Sierra Circular	Se apaga la Sierra Circular, mediante el accionar la botonera de Encendido/Apagado (Sierra Circular)	Operador de Maquinado	Guantes/ Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	1
3	Retiro de Cuerpo Superior	Elevar el cuerpo de mecanismo superior para poder desmontar la Sierra Circular.	Operador de Maquinado	Guantes/ Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	0.25
4	Desmontaje de Sierra usada	Con la ayuda de las llaves de ajuste, se debe soltar la tuerca del husillo y contra bloquearla al lado opuesto para retirar la sierra.	Operador de Maquinado	Trapo Industrial/ Guantes / Lentes de Seguridad / Casco / Botas	0.25
5	Montaje y Calibración de Sierra Circular	Montar la Sierra nueva, con ayuda de los distanciadores de medida (mm) realizar la calibración de la Sierra según ancho requerido.	Operador de Maquinado	Trapo Industrial/ Guantes / Lentes de Seguridad / Casco / Botas	0.5
6	Ajuste de Sierra nueva	Ajuste de Sierra Circular, apriete la tuerca del husillo, contrabloqueo en el lado opuesto, bajar cuerpo de mecanismo superior.	Operador de Maquinado	Guantes/ Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	0.25
7	Encender la máquina	Encender la máquina y apagar el avance para comprobar el correcto funcionamiento de la sierra circular.	Operador de Maquinado	Guantes/ Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	0.25
					<b>3</b>

Figura 18: Tiempos de calibración de maquina (Post test)  
Elaboración: Propia.

En la figura 19 se presenta los nuevos distanciadores en medida exacta según ancho de la pieza a producir. Teniendo en cuenta que en el producto Pisos de exteriores manejamos tres medidas de ancho estandar, se procedio a producir unos distanciadores a la medida el cual son armados con los elementos de corte, balanceados y probados en un taller de afilado para luego tenerlos listos cerca a la maquina para el recambio en solo tres minutos.



Figura 19: Espaciadores para calibración de elementos de corte (Post test)  
Elaboración: Propia.

Se implementó una gaveta costado de la multilamina para tener siempre el nuevo espaciador con elementos de corte para realizar el recambio en minutos.

Se realizó el estudio de tiempos, utilizando como instrumento de medición un cronometro durante la producción de maquina multilamina con las mejoras implementadas a 32 lotes de las órdenes de producción seleccionados 07/2019 - 12/2019 el cual se presenta en la siguiente tabla el estudio de tiempos con lo cual se determina el tiempo de ciclo post-test.

Formula:

$$\% \text{ T.P.N.P} = \frac{\text{Tiempo de Falla calibracion}}{\text{Tiempo Pro.}} \times 100$$

Donde:

**Tiempo Falla de calibración.** Es el tiempo de parada de maquina por ocasionado por una mala calibración de los elementos de corte.

**Tiempo Pro.** Es el tiempo en el que la maquina debe estar produciendo.

Tabla 13:  
Disponibilidad % T registrada en las 32 órdenes de producción (Post test)

Nº	Nro Lote	T.T.R.	T.P.P.	Tiempo Pro.	Tiempo Falla Calibracion	% T.P.N.P
1	1907042	570	96	474	3	<b>3.16</b>
2	1907102	570	95	475	4	<b>3.79</b>
3	1907162	570	98	472	4	<b>3.39</b>
4	1907262	570	102	468	3	<b>3.63</b>
5	1908022	570	100	470	5	<b>2.98</b>
6	1908072	570	105	465	4	<b>2.80</b>
7	1908122	570	102	468	4	<b>2.56</b>
8	1908222	570	102	468	3	<b>3.21</b>
9	1908302	570	98	472	2	<b>3.39</b>
10	1909042	570	99	471	4	<b>3.82</b>
11	1909122	570	100	470	3	<b>2.55</b>
12	1909162	570	102	468	5	<b>2.99</b>
13	1909242	570	101	469	2	<b>2.77</b>
14	1909302	570	98	472	3	<b>2.54</b>
15	1910022	570	108	462	2	<b>3.46</b>
16	1910042	570	105	465	4	<b>3.87</b>
17	1910102	570	103	467	4	<b>3.85</b>
18	1910162	570	105	465	3	<b>3.44</b>
19	1910252	570	100	470	2	<b>2.98</b>
20	1910302	570	98	472	5	<b>2.97</b>
21	1911052	570	102	468	4	<b>3.21</b>
22	1911082	570	108	462	3	<b>3.46</b>
23	1911122	570	102	468	5	<b>2.56</b>
24	1911202	570	102	468	5	<b>2.78</b>
25	1911252	570	99	471	4	<b>2.97</b>
26	1911292	570	103	467	3	<b>2.57</b>
27	1912032	570	111	459	3	<b>3.49</b>
28	1912052	570	102	468	3	<b>2.99</b>
29	1912102	570	100	470	2	<b>2.13</b>
30	1912122	570	110	460	4	<b>3.91</b>
31	1912132	570	102	468	3	<b>3.21</b>
32	1912162	570	98	472	5	<b>2.97</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Objetivo 2: Determinar en qué medida el mejoramiento continuo (Kaizen) influye en el rendimiento de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.**

En la Tabla 14, se expone a la variable dependiente 2, el objetivo 2 y la Hipótesis 2. Para este segundo objetivo, se identificó la causa raíz mediante el tiempo perdido por Falta de abastecimiento de madera a la maquina moldurera, que afecto el rendimiento de la línea de maquinado de pisos de la producción del mes de Enero a Diciembre del 2018 y presentaron las alternativas de solución que fueron visualizados en el post-test, logrando el objetivo.

Tabla 14:  
Variable dependiente 2

Variable Dependiente 2	Objetivo 2	Hipotesis 2
Rendimiento de la línea de Producción de Pisos	Determinar en qué medida el Mejoramiento Continuo (Kaizen), influye en el rendimiento de la línea producción de Pisos de una Empresa Maderera.	Mediante la implementación del mejoramiento continuo (Kaizen), se incrementará el rendimiento de la línea producción de Pisos de una Empresa Maderera.

Fuente: Elaboración propia.

**Situación Antes (Pre) de la Problemática.**

El rendimiento en la Línea de Producción de Pisos era afectado por la perdida de velocidad debido a la falta de abastecimiento de piezas de madera en la alimentacion (entrada) de la maquina moldurera, al ser un abastecimiento manual este ya depende de muchos factores, entre ello tenemos: Fatiga del opearario, apilamiento oportuno del montacargas a pie de maquina.

En la Tabla 14 se visualiza el rendimiento de la linea de produccion de pisos muestreados de enero a diciembre del 2018 donde se presenta el numero de orden de produccion, la velocidad de la maquina en metros por minuto, el avance lineal estandar en metros lineales, el avance lineal real en metros lineales, La V (Velocidad) o rendimiento y el % de Falta de abastecimiento.

Como se demuestra en la tabla, tenemos el avance lineal real en metros lineales el cual es afectado directamente por el desabastecimiento de piezas de madera en la

alimentacion de la maquina, ocasionando una gran perdida de rendimiento en la linea de maquinado de pisos.

Formula:

$$V = \frac{\textit{Avance Lineal Real}}{\textit{Avance Lineal STD}}$$

$$\% \text{ Falta de abastecimiento} = 100 - \% V$$

Donde:

**V.** Es la velocidad o rendimiento de la línea de maquinados de Pisos.

**Avance Lineal Real.** Es la producción real representados en metros lineales.

**Avance Lineal STD.** Es la producción Estándar o planificada representados en metros lineales.

Tabla 15:  
Rendimiento % V. registrada en las 44 órdenes de producción (Pre test).

Nº	Nro Lote	Avance Lineal STD	Avance Lineal Real	V	% V	% Falta de abastecimiento
1	1801182	12,493	10,157	0.81	81.30	<b>18.70</b>
2	1801262	12,152	10,031	0.83	82.55	<b>17.45</b>
3	1802062	12,214	10,054	0.82	82.32	<b>17.68</b>
4	1802162	11,966	9,863	0.82	82.43	<b>17.57</b>
5	1802222	12,524	10,131	0.81	80.89	<b>19.11</b>
6	1802282	12,276	10,126	0.82	82.49	<b>17.51</b>
7	1803082	12,028	9,863	0.82	82.00	<b>18.00</b>
8	1803142	11,780	9,717	0.82	82.49	<b>17.51</b>
9	1803222	12,090	9,952	0.82	82.32	<b>17.68</b>
10	1803302	12,524	10,069	0.80	80.40	<b>19.60</b>
11	1804062	12,555	10,178	0.81	81.07	<b>18.93</b>
12	1804122	12,121	9,752	0.80	80.46	<b>19.54</b>
13	1804202	12,338	9,841	0.80	79.76	<b>20.24</b>
14	1804242	12,338	10,008	0.81	81.12	<b>18.88</b>
15	1805042	12,586	10,163	0.81	80.75	<b>19.25</b>
16	1805102	12,214	10,008	0.82	81.94	<b>18.06</b>
17	1805242	12,462	9,920	0.80	79.60	<b>20.40</b>
18	1805292	12,152	9,863	0.81	81.16	<b>18.84</b>
19	1806062	11,780	9,705	0.82	82.39	<b>17.61</b>
20	1806142	12,586	10,098	0.80	80.23	<b>19.77</b>
21	1806202	12,524	10,093	0.81	80.59	<b>19.41</b>
22	1806262	12,152	9,902	0.81	81.48	<b>18.52</b>
23	1807062	12,400	10,025	0.81	80.85	<b>19.15</b>
24	1807182	12,152	10,017	0.82	82.43	<b>17.57</b>
25	1808032	12,462	9,981	0.80	80.09	<b>19.91</b>
26	1808142	12,276	9,983	0.81	81.32	<b>18.68</b>
27	1808242	11,904	9,802	0.82	82.34	<b>17.66</b>
28	1808302	12,338	10,047	0.81	81.43	<b>18.57</b>
29	1809142	12,338	10,021	0.81	81.22	<b>18.78</b>
30	1809202	12,400	10,089	0.81	81.36	<b>18.64</b>
31	1809212	12,586	10,144	0.81	80.60	<b>19.40</b>
32	1809242	12,338	10,023	0.81	81.24	<b>18.76</b>
33	1810012	12,400	10,086	0.81	81.34	<b>18.66</b>
34	1810022	12,338	10,098	0.82	81.84	<b>18.16</b>
35	1810042	12,400	9,998	0.81	80.63	<b>19.37</b>
36	1810112	12,152	9,926	0.82	81.68	<b>18.32</b>
37	1811062	12,276	9,850	0.80	80.24	<b>19.76</b>
38	1811162	11,842	9,605	0.81	81.11	<b>18.89</b>
39	1811212	12,276	9,896	0.81	80.61	<b>19.39</b>
40	1811302	12,276	9,978	0.81	81.28	<b>18.72</b>
41	1812042	12,524	9,997	0.80	79.82	<b>20.18</b>
42	1812122	12,214	9,924	0.81	81.25	<b>18.75</b>
43	1812142	12,214	9,998	0.82	81.86	<b>18.14</b>
44	1812182	12,152	9,857	0.81	81.11	<b>18.89</b>

Fuente: Elaboración propia.

### **Causas: Falta de alimentacion de maquina / Abastecimiento**

Como se observa en la Figura 20, la operación de alimentación de la maquina moldurera (pre-test) durante la producción de pisos en la línea de maquinado, el auxiliar de la máquina tiene que alimentar piezas de madera a la velocidad de la moldurera que se transporta a 31 m/min, el auxiliar coloca las piezas de madera unas sobre otras para que el auxiliar alimentador alimente una por una, teniendo en cuenta que la velocidad de la maquina es constante, la alimentación pierde ritmo cada vez que un paquete se termina y se empieza otro, el auxiliar aprovecha para descansar unos segundos hasta que acomodan el paquete y nuevamente se reinicia la alimentación, definitivamente esto afecta fuertemente al rendimiento de la máquina, generando perdida de velocidad.

La operacion que muestra la Figura 20, es una evidencia clara de que por mas que se adicione mas de un opeario en esta operación siempre abra fatiga lo cual conlleva a dejar de alimentar por unos segundos la maquina.



Figura 20: Alimentación de maquina por operarios (Pre test)  
Elaboración: Propia.

## Situación Después (Post) de la Solución de la Problemática

Como podemos observar en la figura 20, una alimentación deficiente representa un fuerte impacto en el rendimiento de la línea de maquinado de pisos, por tanto se procedió a aplicar KAIZEN para implementar un sistema de alimentación semi automático llamado M11.

Se presenta la figura 21, donde muestra un alimentador automático para una alimentación continua a la maquina moldurera, asegurando un tiempo efectivo de corte mayor al 95% mejorando el rendimiento significativamente.



Figura 21: Alimentador automático en la maquina moldurera (Post test)  
Elaboración: Propia.

Para la implementación de mejora continua en la maquina moldurera intervinieron las áreas de calidad, mantenimiento y producción. Se establecieron políticas para las reuniones semanales del equipo Kaizen siendo este punto muy importante para revisar indicadores y hacer seguimiento a las mejoras realizadas.

Se procedió a realizar la medición del rendimiento (V) de la maquina moldurera en todo el proceso de fabricación de pisos con las mejoras implementadas a 32 lotes de



las órdenes de producción seleccionados 07/2019 - 12/2019 el cual se presenta en la siguiente tabla el estudio de tiempos con lo cual se determina el tiempo de ciclo post-test.

Formula:

$$V = \frac{\textit{Avance Lineal Real}}{\textit{Avance Lineal STD}}$$

$$\% \text{ Falta de abastecimiento} = 100 - \% V$$

Donde:

**V.** Es la velocidad o rendimiento de la línea de maquinados de Pisos.

**Avance Lineal Real.** Es la producción real representados en metros lineales.

**Avance Lineal STD.** Es la producción Estándar o planificada representados en metros lineales.

Tabla 16:  
Rendimiento % V. registrada en las 32 órdenes de producción (Post test)

Nº	Nro Lote	Avance Lineal STD	Avance Lineal Real	V	% V	% Falta de abastecimiento
1	1907042	14,229	13,466	<b>0.95</b>	94.64	<b>5.36</b>
2	1907102	14,167	13,597	<b>0.96</b>	95.98	<b>4.02</b>
3	1907162	14,136	13,235	<b>0.94</b>	93.63	<b>6.37</b>
4	1907262	13,981	13,338	<b>0.95</b>	95.40	<b>4.60</b>
5	1908022	14,136	13,391	<b>0.95</b>	94.73	<b>5.27</b>
6	1908072	14,012	13,277	<b>0.95</b>	94.75	<b>5.25</b>
7	1908122	14,136	13,367	<b>0.95</b>	94.56	<b>5.44</b>
8	1908222	14,043	13,199	<b>0.94</b>	93.99	<b>6.01</b>
9	1908302	14,136	13,598	<b>0.96</b>	96.19	<b>3.81</b>
10	1909042	14,043	13,344	<b>0.95</b>	95.02	<b>4.98</b>
11	1909122	14,198	13,454	<b>0.95</b>	94.76	<b>5.24</b>
12	1909162	14,074	13,198	<b>0.94</b>	93.78	<b>6.22</b>
13	1909242	14,136	13,501	<b>0.96</b>	95.51	<b>4.49</b>
14	1909302	14,260	13,562	<b>0.95</b>	95.11	<b>4.89</b>
15	1910022	13,826	13,091	<b>0.95</b>	94.68	<b>5.32</b>
16	1910042	13,857	13,045	<b>0.94</b>	94.14	<b>5.86</b>
17	1910102	13,919	13,089	<b>0.94</b>	94.04	<b>5.96</b>
18	1910162	13,919	13,119	<b>0.94</b>	94.25	<b>5.75</b>
19	1910252	14,136	13,352	<b>0.94</b>	94.45	<b>5.55</b>
20	1910302	14,198	13,498	<b>0.95</b>	95.07	<b>4.93</b>
21	1911052	14,043	13,333	<b>0.95</b>	94.94	<b>5.06</b>
22	1911082	13,826	13,203	<b>0.95</b>	95.49	<b>4.51</b>
23	1911122	14,136	13,512	<b>0.96</b>	95.59	<b>4.41</b>
24	1911202	14,105	13,277	<b>0.94</b>	94.13	<b>5.87</b>
25	1911252	14,167	13,465	<b>0.95</b>	95.04	<b>4.96</b>
26	1911292	14,105	13,386	<b>0.95</b>	94.90	<b>5.10</b>
27	1912032	13,733	13,052	<b>0.95</b>	95.04	<b>4.96</b>
28	1912052	14,074	13,350	<b>0.95</b>	94.86	<b>5.14</b>
29	1912102	14,260	13,488	<b>0.95</b>	94.59	<b>5.41</b>
30	1912122	13,702	13,077	<b>0.95</b>	95.44	<b>4.56</b>
31	1912132	14,043	13,525	<b>0.96</b>	96.31	<b>3.69</b>
32	1912162	14,198	13,544	<b>0.95</b>	95.39	<b>4.61</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Objetivo 3: Determinar en qué medida el mejoramiento continuo (Kaizen) influye en la calidad del producto en la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.**

En la Tabla 17, se expone la variable dependiente 3, el objetivo 3 y la Hipótesis 3. Para este tercer objetivo, se identificó la causa raíz que ocasiono un alto % de pisos rechazados que afecto el rendimiento de lotes de producción en el maquinado de pisos para calidad A, los datos obtenidos corresponden al mes de Enero a Diciembre del 2018 y presentaron las alternativas de solución que fueron visualizados en el post-test, logrando el objetivo.

Tabla 17:  
Variable dependiente 3

Variable Dependiente 3	Objetivo 3	Hipotesis 3
Calidad del Producto de la Línea de Producción de Pisos.	Determinar en qué medida el Mejoramiento Continuo (Kaizen), influye en la calidad del producto de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.	Mediante la implementación del mejoramiento continuo (Kaizen), mejorara la calidad del producto de la línea producción de Pisos de una Empresa Maderera.

Fuente: Elaboración propia.

**Situación Antes (Pre) de la Problemática.**

Los lotes de Pisos provenientes de los aserraderos de Puerto Maldonado, material previamente clasificado para obtener pisos de calidad A obtuvieron un bajo rendimiento debido daños por quemaduras y arrancamientos en los cantos de las piezas de madera al maquinarse con elementos de corte con pérdida de filo en el proceso, estos daños causados en el maquinado producian pisos con defectos el cual tenían como destino la fabricación de subproductos de menor dimension siendo de una calidad inferior B/C.

Teniendo en cuenta que se procesan varias especies de madera y cuenta con diferenetes índices de humedad, el desgaste de cuchillas de elementos de corte es variable, por ello era muy difícil calcular a que cantidad de metros lineales se tenía que realizar el cambio de los elementos de corte para disminuir el % de rechazo por quemado y arrancado.

En la Tabla 18 se visualiza los % de pisos calidad A, correspondiente a muestras tomadas de enero a diciembre del 2018 donde se presenta el numero de orden de produccion, produccion total en metros lineales, produccion de pisos con calidad A, el % C o calidad y el % de pisos rechazados. Considerando que los pisos de calidad A es para exportacion y la calidad B se remaquina para fabricar un sub producto de dimensiones menores, este reproceso ocasiona proliferacion de inventarios al tener exceso de material de menor calidad que no cuenta con ordenes de pedido.

Formula:

$$\% C = \frac{\textit{Produccion de calidad A}}{\textit{Produccion Total}} \times 100$$

$$\% \text{ Pisos rechazados} = 100 - \% C$$

Donde:

**Producción de calidad A.** Es la producción de pisos con calidad “A” que cumplen los estándares de calidad representados en metros lineales.

**Producción Total.** Es toda la producción de pisos de la línea de maquinado.

Tabla 18:  
Calidad % C. registrada en las 44 órdenes de producción (Pre test)

Nº	Nro Lote	Produccion Total (m)	Produccion Calidad A (m)	C	% C	% Pisos rechazados
1	1801182	10,157	8,529	0.84	83.97	<b>16.03</b>
2	1801262	10,031	8,366	0.83	83.40	<b>16.60</b>
3	1802062	10,054	8,409	0.84	83.64	<b>16.36</b>
4	1802162	9,863	8,176	0.83	82.90	<b>17.10</b>
5	1802222	10,131	8,672	0.86	85.60	<b>14.40</b>
6	1802282	10,126	8,452	0.83	83.47	<b>16.53</b>
7	1803082	9,863	8,155	0.83	82.68	<b>17.32</b>
8	1803142	9,717	8,266	0.85	85.07	<b>14.93</b>
9	1803222	9,952	8,327	0.84	83.67	<b>16.33</b>
10	1803302	10,069	8,577	0.85	85.18	<b>14.82</b>
11	1804062	10,178	8,598	0.84	84.48	<b>15.52</b>
12	1804122	9,752	8,322	0.85	85.34	<b>14.66</b>
13	1804202	9,841	8,321	0.85	84.55	<b>15.45</b>
14	1804242	10,008	8,612	0.86	86.05	<b>13.95</b>
15	1805042	10,163	8,501	0.84	83.65	<b>16.35</b>
16	1805102	10,008	8,400	0.84	83.93	<b>16.07</b>
17	1805242	9,920	8,561	0.86	86.30	<b>13.70</b>
18	1805292	9,863	8,309	0.84	84.24	<b>15.76</b>
19	1806062	9,705	8,277	0.85	85.29	<b>14.71</b>
20	1806142	10,098	8,566	0.85	84.83	<b>15.17</b>
21	1806202	10,093	8,601	0.85	85.22	<b>14.78</b>
22	1806262	9,902	8,422	0.85	85.05	<b>14.95</b>
23	1807062	10,025	8,301	0.83	82.80	<b>17.20</b>
24	1807182	10,017	8,461	0.84	84.47	<b>15.53</b>
25	1808032	9,981	8,589	0.86	86.05	<b>13.95</b>
26	1808142	9,983	8,499	0.85	85.13	<b>14.87</b>
27	1808242	9,802	8,233	0.84	83.99	<b>16.01</b>
28	1808302	10,047	8,341	0.83	83.02	<b>16.98</b>
29	1809142	10,021	8,491	0.85	84.73	<b>15.27</b>
30	1809202	10,089	8,501	0.84	84.26	<b>15.74</b>
31	1809212	10,144	8,407	0.83	82.88	<b>17.12</b>
32	1809242	10,023	8,349	0.83	83.30	<b>16.70</b>
33	1810012	10,086	8,466	0.84	83.94	<b>16.06</b>
34	1810022	10,098	8,290	0.82	82.10	<b>17.90</b>
35	1810042	9,998	8,166	0.82	81.68	<b>18.32</b>
36	1810112	9,926	8,265	0.83	83.27	<b>16.73</b>
37	1811062	9,850	8,427	0.86	85.55	<b>14.45</b>
38	1811162	9,605	8,077	0.84	84.09	<b>15.91</b>
39	1811212	9,896	8,172	0.83	82.58	<b>17.42</b>
40	1811302	9,978	8,275	0.83	82.93	<b>17.07</b>
41	1812042	9,997	8,304	0.83	83.06	<b>16.94</b>
42	1812122	9,924	8,322	0.84	83.86	<b>16.14</b>
43	1812142	9,998	8,401	0.84	84.03	<b>15.97</b>
44	1812182	9,857	8,331	0.85	84.52	<b>15.48</b>

Fuente: Elaboración propia.

### **Causas: Perdida de filo del elemento de corte**

Como se observa en la Figura 22, muestra un cabezal  $Z = 2$  de dos cuchillas la cual calienta muy rápido ocasionando que ocurra un desgaste del filo y comience a malograr piezas clasificadas para exportación que produce la maquina moldurera (pre-test) este cabezal se viene utilizando más de cinco años sin importar el gran volumen de pisos de calidad inferior que se acumula en cada proceso.

Teniendo en cuenta que cada cuchilla del cabezal tiene un tiempo de vida de aproximadamente 86,000 metros lineales siempre y cuando se afilen a tiempo, aquello no me garantiza en que momento debo cambiar de cabezal antes de que comience a quemar la madera y a elevar el % de material que no aprueba para exportación (Calidad B/C), por lo tanto cada vez que el auxiliar que está a la salida de la maquina moldurera hace una revisión del material moldurado es quien avisa al operador que debe cambiar cuchillas porque las piezas de madera están saliendo quemadas, es allí donde detienen el proceso para hacer el cambio de cabezales porta cuchillas ya cuando malogro una buena cantidad de pisos.



Figura 22: Cabezal porta cuchillas  $Z=2$  (Pre test)  
Elaboración: Propia.

## Situación Después (Post) de la Solución de la Problemática

Como podemos observar en la figura 22, un cabezal con pocas cuchillas tiene poca duración de corte para maderas duras, el cual sufre un calentamiento rápido malogrando piezas de madera en proceso, representando un fuerte impacto en el % de calidad del producto de la línea de maquinado de pisos, por tanto se procedió a aplicar KAIZEN para implementar un cabezal Z=6 que permite tener una mejor refrigeración al realizar el corte de la madera, teniendo una duración mayor a los 14,000 metros lineales por turno, el cual nos permitiera poder cerrar el turno sin dañar piezas por quemadura. Este cabezal se retira de la máquina una vez cerrado el turno para que el área de mantenimiento pueda realizar el servicio de afilado para la producción del día siguiente.

Se presenta la figura 23, donde muestra el cabezal portacuchillas Z=6 que se utilizara en la máquina moldurera, asegurando obtener una producción con calidad mayor al 91% siendo un avance significativo.



Figura 23: Cabezal porta cuchillas Z=6 (Post test)  
Elaboración: Propia.

Para la implementación de mejora continua en la maquina moldurera intervinieron las áreas de calidad, mantenimiento y producción. Se establecieron políticas para las reuniones semanales del equipo Kaizen siendo este punto muy importante para revisar indicadores y hacer seguimiento a las mejoras realizadas.

Se procedió a revisar el % de calidad de la producción de la maquina moldurera en todo el proceso de fabricación de pisos con la mejora implementada a 32 lotes de las órdenes de producción seleccionados 07/2019 - 12/2019 el cual se presenta en la siguiente tabla.

Formula:

$$\% C = \frac{\textit{Produccion de calidad A}}{\textit{Produccion Total}} \times 100$$

$$\% \text{ Pisos rechazados} = 100 - \% C$$

Donde:

**Producción de calidad A.** Es la producción de pisos con calidad “A” que cumplen los estándares de calidad representados en metros lineales.

**Producción Total.** Es toda la producción de pisos de la línea de maquinado.



Tabla 19:  
Calidad % C. registrada en las 32 órdenes de producción (Post test)

N°	Nro Lote	Produccion Total (m)	Produccion Calidad A (m)	C	% C	% Pisos rechazados
1	1907042	13,466	12,300	<b>0.91</b>	91.34	<b>8.66</b>
2	1907102	13,597	12,665	<b>0.93</b>	93.15	<b>6.85</b>
3	1907162	13,235	12,354	<b>0.93</b>	93.34	<b>6.66</b>
4	1907262	13,338	12,298	<b>0.92</b>	92.20	<b>7.80</b>
5	1908022	13,391	12,377	<b>0.92</b>	92.43	<b>7.57</b>
6	1908072	13,277	12,287	<b>0.93</b>	92.54	<b>7.46</b>
7	1908122	13,367	12,267	<b>0.92</b>	91.77	<b>8.23</b>
8	1908222	13,199	12,200	<b>0.92</b>	92.43	<b>7.57</b>
9	1908302	13,598	12,391	<b>0.91</b>	91.12	<b>8.88</b>
10	1909042	13,344	12,411	<b>0.93</b>	93.01	<b>6.99</b>
11	1909122	13,454	12,301	<b>0.91</b>	91.43	<b>8.57</b>
12	1909162	13,198	12,212	<b>0.93</b>	92.53	<b>7.47</b>
13	1909242	13,501	12,332	<b>0.91</b>	91.34	<b>8.66</b>
14	1909302	13,562	12,388	<b>0.91</b>	91.34	<b>8.66</b>
15	1910022	13,091	12,201	<b>0.93</b>	93.20	<b>6.80</b>
16	1910042	13,045	12,099	<b>0.93</b>	92.75	<b>7.25</b>
17	1910102	13,089	12,105	<b>0.92</b>	92.48	<b>7.52</b>
18	1910162	13,119	12,076	<b>0.92</b>	92.05	<b>7.95</b>
19	1910252	13,352	12,087	<b>0.91</b>	90.53	<b>9.47</b>
20	1910302	13,498	12,220	<b>0.91</b>	90.53	<b>9.47</b>
21	1911052	13,333	12,087	<b>0.91</b>	90.65	<b>9.35</b>
22	1911082	13,203	12,111	<b>0.92</b>	91.73	<b>8.27</b>
23	1911122	13,512	12,295	<b>0.91</b>	90.99	<b>9.01</b>
24	1911202	13,277	12,308	<b>0.93</b>	92.70	<b>7.30</b>
25	1911252	13,465	12,229	<b>0.91</b>	90.82	<b>9.18</b>
26	1911292	13,386	12,387	<b>0.93</b>	92.54	<b>7.46</b>
27	1912032	13,052	12,166	<b>0.93</b>	93.21	<b>6.79</b>
28	1912052	13,350	12,098	<b>0.91</b>	90.62	<b>9.38</b>
29	1912102	13,488	12,376	<b>0.92</b>	91.76	<b>8.24</b>
30	1912122	13,077	12,133	<b>0.93</b>	92.78	<b>7.22</b>
31	1912132	13,525	12,411	<b>0.92</b>	91.76	<b>8.24</b>
32	1912162	13,544	12,295	<b>0.91</b>	90.78	<b>9.22</b>

Fuente: Elaboración propio.

### 4.3. Análisis de resultados

#### Situación Pre-test

#### Variable Dependiente 1: Disponibilidad de la línea de producción de pisos (Pre-test)

**Muestra:** Se realiza la prueba de normalidad a la muestra de 44 lotes de órdenes de producción de la línea de producción de pisos entre enero-diciembre 2018, se presenta el % de disponibilidad registrado en la Tabla 20.

Tabla 20:  
Registro del % de Disponibilidad (T.P.N.P) de enero-diciembre 2018 (Pre-test)

N°	Nro Lote	T.T.R.	T.P.P.	Tiempo Pro.	Tiempo Falla Calibración	%T.P.N.P
1	1801182	570	102	468	45	9.62
2	1801262	570	98	472	46	9.75
3	1802062	570	106	464	43	9.27
4	1802162	570	106	464	44	9.48
5	1802222	570	98	472	47	9.96
6	1802282	570	102	468	45	9.62
7	1803082	570	106	464	48	10.34
8	1803142	570	108	462	45	9.74
9	1803222	570	102	468	43	9.19
10	1803302	570	98	472	46	9.75
11	1804062	570	98	472	49	10.38
12	1804122	570	106	464	44	9.48
13	1804202	570	102	468	45	9.62
14	1804242	570	102	468	43	9.19
15	1805042	570	98	472	43	9.11
16	1805102	570	108	462	49	10.61
17	1805242	570	108	462	46	9.96
18	1805292	570	102	468	47	10.04
19	1806062	570	110	460	43	9.35
20	1806142	570	98	472	46	9.75
21	1806202	570	98	472	45	9.53
22	1806262	570	108	462	48	10.39
23	1807062	570	102	468	43	9.19
24	1807182	570	102	468	50	10.68
25	1808032	570	98	472	43	9.11
26	1808142	570	110	460	47	10.22
27	1808242	570	110	460	41	8.91
28	1808302	570	110	460	46	10.00
29	1809142	570	106	464	45	9.70
30	1809202	570	102	468	49	10.47
31	1809212	570	102	468	44	9.40
32	1809242	570	110	460	42	9.13
33	1810012	570	106	464	47	10.13
34	1810022	570	110	460	48	10.43
35	1810042	570	102	468	43	9.19
36	1810112	570	102	468	44	9.40
37	1811062	570	108	462	43	9.31
38	1811162	570	106	464	47	10.13
39	1811212	570	110	460	51	11.09
40	1811302	570	102	468	43	9.19
41	1812042	570	102	468	46	9.83
42	1812122	570	106	464	47	10.13
43	1812142	570	98	472	46	9.75
44	1812182	570	110	460	44	9.57

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se visualiza los resultados de los datos estadísticos, Ver Figura 24.

<b>Resumen de procesamiento de casos</b>						
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
% T.P.N.P	44	100,0%	0	0,0%	44	100,0%

<b>Descriptivos</b>				
		Estadístico	Error estándar	
% T.P.N.P	Media	9,7512	,07635	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	9,5972	
		Límite superior	9,9051	
	Media recortada al 5%	9,7301		
	Mediana	9,7193		
	Varianza	,256		
	Desviación estándar	,50642		

Figura 24: Datos estadísticos descriptivos (Pre-test)  
Elaboración: Propia.

El porcentaje promedio de los tiempos de paros no planificados es 9.75 %, con una desviación estándar de 0.7635. Los resultados de Normalidad se muestran en la Figura 25.

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% T.P.N.P	,118	44	,142	,960	44	,130

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 25: Pruebas de Normalidad para factor de % de tiempo de paro no planificado (Pre-test).  
Elaboración: Propia.

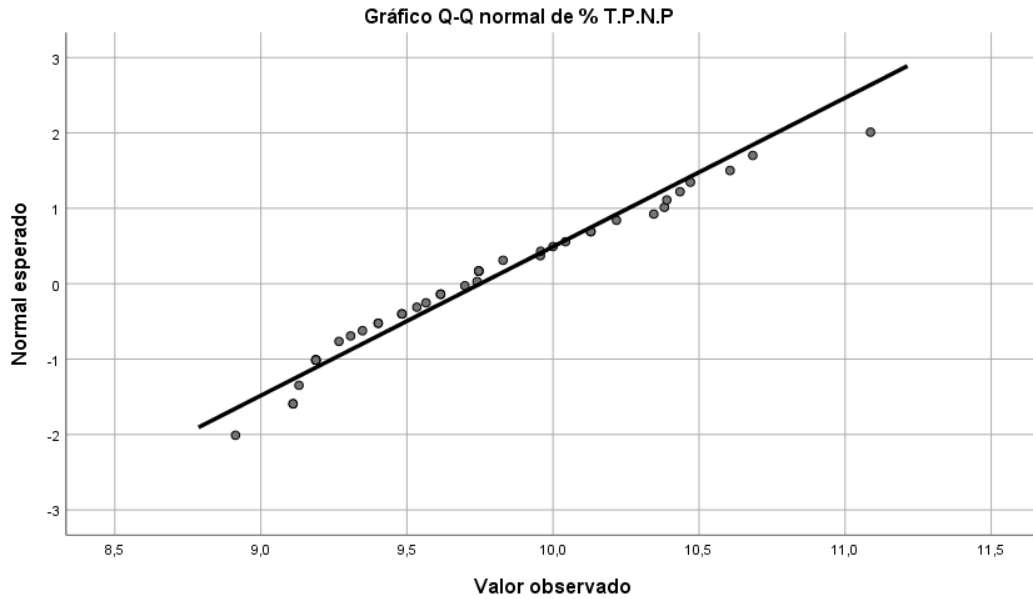


Figura 26: Curva de Normalidad para factor del % de tiempo de paro no planificado (Pre-test)  
Elaboración: Propia.

**Prueba de Normalidad:** Teniendo en cuenta que la muestra es 44, elegimos los estadísticos de Shapiro-Wilk, con un valor Sig. de 0.130 y al ser mayor de 0.05 la muestra presenta Normalidad.

### Situación Post-test

**Variable Dependiente 1: Disponibilidad de la línea de producción de pisos (Post-test)**

**Muestra:** Se ejecuta la prueba de normalidad a la muestra de 32 lotes de órdenes de producción de la línea de producción de pisos entre julio-diciembre 2019, presenta el % de disponibilidad registrado en la Tabla 21.

Tabla 21:  
Registro del % de Disponibilidad (T.P.N.P) de julio-diciembre 2019 (Post-test).

N°	Nro Lote	T.T.R.	T.P.P.	Tiempo Pro.	Tiempo Falla Calibracion	% T.P.N.P
1	1907042	570	96	474	3	3.16
2	1907102	570	95	475	4	3.79
3	1907162	570	98	472	4	3.39
4	1907262	570	102	468	3	3.63
5	1908022	570	100	470	5	2.98
6	1908072	570	105	465	4	2.80
7	1908122	570	102	468	4	2.56
8	1908222	570	102	468	3	3.21
9	1908302	570	98	472	2	3.39
10	1909042	570	99	471	4	3.82
11	1909122	570	100	470	3	2.55
12	1909162	570	102	468	5	2.99
13	1909242	570	101	469	2	2.77
14	1909302	570	98	472	3	2.54
15	1910022	570	108	462	2	3.46
16	1910042	570	105	465	4	3.87
17	1910102	570	103	467	4	3.85
18	1910162	570	105	465	3	3.44
19	1910252	570	100	470	2	2.98
20	1910302	570	98	472	5	2.97
21	1911052	570	102	468	4	3.21
22	1911082	570	108	462	3	3.46
23	1911122	570	102	468	5	2.56
24	1911202	570	102	468	5	2.78
25	1911252	570	99	471	4	2.97
26	1911292	570	103	467	3	2.57
27	1912032	570	111	459	3	3.49
28	1912052	570	102	468	3	2.99
29	1912102	570	100	470	2	2.13
30	1912122	570	110	460	4	3.91
31	1912132	570	102	468	3	3.21
32	1912162	570	98	472	5	2.97

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se visualiza los resultados de los datos estadísticos, Ver Figura 27.

### Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
% T.P.N.P	32	100,0%	0	0,0%	32	100,0%

### Descriptivos

		Estadístico	Error estándar	
% T.P.N.P	Media	3,1377	,08165	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,9712	
		Límite superior	3,3042	
	Media recortada al 5%	3,1430		
	Mediana	3,0780		
	Varianza	,213		
	Desviación estándar	,46188		

Figura 27: Datos estadísticos descriptivos (Post-test)  
Elaboración: Propia.

El porcentaje promedio de paros no planificados es 3.14 %, con una desviación estándar de 0.8165. Los resultados de Normalidad se muestran en la siguiente Figura 28.

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% T.P.N.P	,124	32	,200*	,962	32	,321

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 28: Pruebas de Normalidad para factor de % de tiempo de paro no planificado (Post-test)  
Elaboración: Propia.

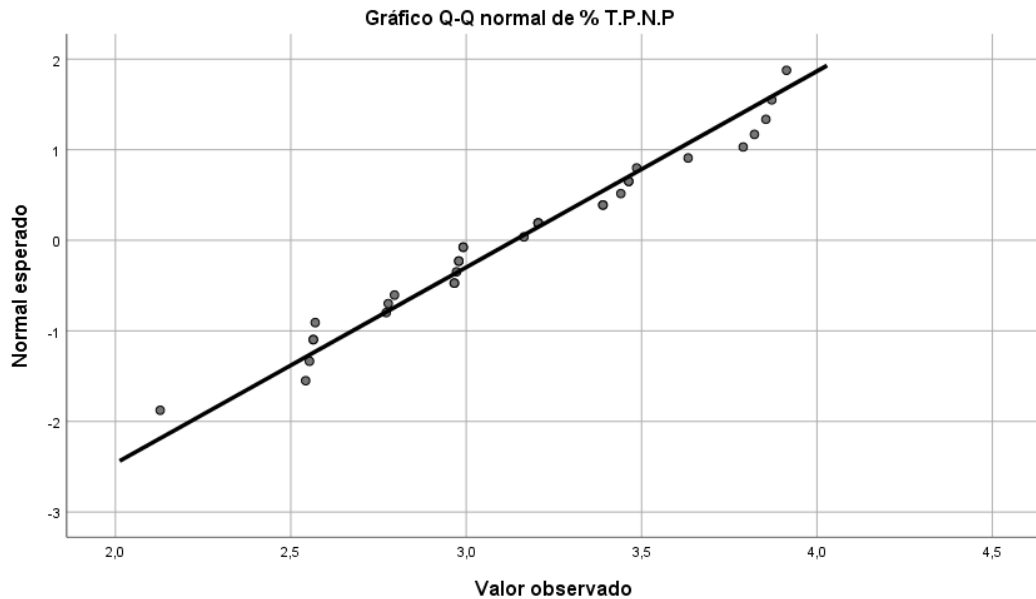


Figura 29: Curva de Normalidad para factor del % de tiempo de paro no planificado (Pos-test)  
Elaboración: Propia.

### Prueba de Normalidad:

Teniendo en cuenta que la muestra es menor que 50, elegimos los estadísticos de Shapiro-Wilk, con un valor Sig. de 0.321 y al ser mayor de 0.05 la muestra presenta Normalidad.

### Contrastación de Hipótesis:

H0 = Mediante la implementación de SMED, no se mejorará la disponibilidad de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.

H1 = Mediante la implementación de SMED, se mejorará la disponibilidad de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.

Aplicando la Prueba T-student para muestras relacionadas, mediante el software SPSS 26, se obtiene los siguientes resultados:

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	% T.P.N.P. Pre-test- % T.P.N.P. Post-test	6,57844	,64941	,11480	6,34431	6,81258	57,303	31	,000

Figura 30: Resultados de la prueba T-student del programa SPSS 26.  
Elaboración: Propia.

### Conclusión:

Como la probabilidad obtenida P-valor es igual a 0,000 y es menor a 0,05, entonces se rechaza la H0 y se acepta la H1. Es decir; hay una diferencia significativa en las medias de los % de Disponibilidad, antes y después de la mejora. Por lo cual se concluye que con la implementación de SMED, mejora la disponibilidad de la línea de producción de Pisos.

### Situación Pre-test

#### Variable Dependiente 2: Rendimiento de la línea de producción de pisos (Pre-test)

**Muestra:** Se ejecuta la prueba de normalidad a la muestra de 44 lotes de órdenes de producción de la línea de producción de pisos entre enero-diciembre 2018, se presenta el % de rendimiento registrado en la Tabla 22.



Tabla 22:  
Registro del % de Rendimiento (Falta de abastecimiento) de enero-diciembre 2018  
(Pre-test).

N°	Nro Lote	Avance Lineal SID	Avance Lineal Real	V	% V	% Falta de abastecimiento
1	1801182	12,493	10,157	0.81	81.30	<b>18.70</b>
2	1801262	12,152	10,031	0.83	82.55	<b>17.45</b>
3	1802062	12,214	10,054	0.82	82.32	<b>17.68</b>
4	1802162	11,966	9,863	0.82	82.43	<b>17.57</b>
5	1802222	12,524	10,131	0.81	80.89	<b>19.11</b>
6	1802282	12,276	10,126	0.82	82.49	<b>17.51</b>
7	1803082	12,028	9,863	0.82	82.00	<b>18.00</b>
8	1803142	11,780	9,717	0.82	82.49	<b>17.51</b>
9	1803222	12,090	9,952	0.82	82.32	<b>17.68</b>
10	1803302	12,524	10,069	0.80	80.40	<b>19.60</b>
11	1804062	12,555	10,178	0.81	81.07	<b>18.93</b>
12	1804122	12,121	9,752	0.80	80.46	<b>19.54</b>
13	1804202	12,338	9,841	0.80	79.76	<b>20.24</b>
14	1804242	12,338	10,008	0.81	81.12	<b>18.88</b>
15	1805042	12,586	10,163	0.81	80.75	<b>19.25</b>
16	1805102	12,214	10,008	0.82	81.94	<b>18.06</b>
17	1805242	12,462	9,920	0.80	79.60	<b>20.40</b>
18	1805292	12,152	9,863	0.81	81.16	<b>18.84</b>
19	1806062	11,780	9,705	0.82	82.39	<b>17.61</b>
20	1806142	12,586	10,098	0.80	80.23	<b>19.77</b>
21	1806202	12,524	10,093	0.81	80.59	<b>19.41</b>
22	1806262	12,152	9,902	0.81	81.48	<b>18.52</b>
23	1807062	12,400	10,025	0.81	80.85	<b>19.15</b>
24	1807182	12,152	10,017	0.82	82.43	<b>17.57</b>
25	1808032	12,462	9,981	0.80	80.09	<b>19.91</b>
26	1808142	12,276	9,983	0.81	81.32	<b>18.68</b>
27	1808242	11,904	9,802	0.82	82.34	<b>17.66</b>
28	1808302	12,338	10,047	0.81	81.43	<b>18.57</b>
29	1809142	12,338	10,021	0.81	81.22	<b>18.78</b>
30	1809202	12,400	10,089	0.81	81.36	<b>18.64</b>
31	1809212	12,586	10,144	0.81	80.60	<b>19.40</b>
32	1809242	12,338	10,023	0.81	81.24	<b>18.76</b>
33	1810012	12,400	10,086	0.81	81.34	<b>18.66</b>
34	1810022	12,338	10,098	0.82	81.84	<b>18.16</b>
35	1810042	12,400	9,998	0.81	80.63	<b>19.37</b>
36	1810112	12,152	9,926	0.82	81.68	<b>18.32</b>
37	1811062	12,276	9,850	0.80	80.24	<b>19.76</b>
38	1811162	11,842	9,605	0.81	81.11	<b>18.89</b>
39	1811212	12,276	9,896	0.81	80.61	<b>19.39</b>
40	1811302	12,276	9,978	0.81	81.28	<b>18.72</b>
41	1812042	12,524	9,997	0.80	79.82	<b>20.18</b>
42	1812122	12,214	9,924	0.81	81.25	<b>18.75</b>
43	1812142	12,214	9,998	0.82	81.86	<b>18.14</b>
44	1812182	12,152	9,857	0.81	81.11	<b>18.89</b>

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se visualiza los resultados de los datos estadísticos, Ver Figura 31.

<b>Resumen de procesamiento de casos</b>						
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
% Falta de abastecimiento	44	100,0%	0	0,0%	44	100,0%

<b>Descriptivos</b>				
		Estadístico	Error estándar	
% Falta de abastecimiento	Media	18,7415	,12241	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	18,4946	
		Límite superior	18,9884	
	Media recortada al 5%	18,7244		
	Mediana	18,7561		
	Varianza	,659		
	Desviación estándar	,81198		

Figura 31: Datos estadísticos descriptivos (Pre-test)  
Elaboración: Propia.

El porcentaje de pérdida de rendimiento por falta de abastecimiento es 18.75 %, con una desviación estándar de 0.12241.

Los resultados de Normalidad se muestran en la Figura 32.

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% Falta de abastecimiento	,108	44	,200 <sup>*</sup>	,959	44	,121

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 32: Pruebas de Normalidad para factor de % de pérdida de rendimiento por falta de abastecimiento (Pre-test)  
Elaboración: Propia.

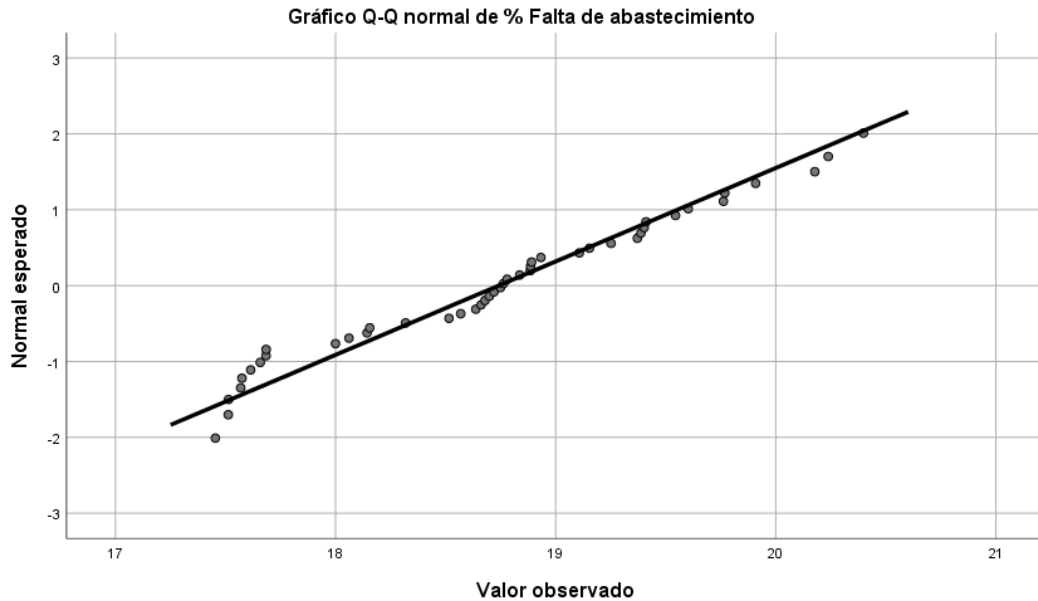


Figura 33: Curva de Normalidad para factor del % de perdida de rendimiento por falta de abastecimiento (Pre-test)  
Elaboración: Propia.

**Prueba de Normalidad:** Teniendo en cuenta que la muestra es 44, elegimos los estadísticos de Shapiro-Wilk, con un valor Sig. de 0.121 y al ser mayor de 0.05 la muestra presenta Normalidad.

### Situación Post-test

#### **Variable Dependiente 2: Rendimiento de la línea de producción de pisos (Post-test)**

**Muestra:** Se ejecuta la prueba de normalidad a la muestra de 32 lotes de órdenes de producción de la línea de producción de pisos entre julio-diciembre 2019, presenta el % de rendimiento registrado en la Tabla 23.

Tabla 23:  
Registro del % de Rendimiento (Falta de abastecimiento) de julio-diciembre 2019.  
(Post-test)

N°	Nro Lote	Avance Lineal SID	Avance Lineal Real	V	% V	% Falta de abastecimiento
1	1907042	14,229	13,466	<b>0.95</b>	94.64	<b>5.36</b>
2	1907102	14,167	13,597	<b>0.96</b>	95.98	<b>4.02</b>
3	1907162	14,136	13,235	<b>0.94</b>	93.63	<b>6.37</b>
4	1907262	13,981	13,338	<b>0.95</b>	95.40	<b>4.60</b>
5	1908022	14,136	13,391	<b>0.95</b>	94.73	<b>5.27</b>
6	1908072	14,012	13,277	<b>0.95</b>	94.75	<b>5.25</b>
7	1908122	14,136	13,367	<b>0.95</b>	94.56	<b>5.44</b>
8	1908222	14,043	13,199	<b>0.94</b>	93.99	<b>6.01</b>
9	1908302	14,136	13,598	<b>0.96</b>	96.19	<b>3.81</b>
10	1909042	14,043	13,344	<b>0.95</b>	95.02	<b>4.98</b>
11	1909122	14,198	13,454	<b>0.95</b>	94.76	<b>5.24</b>
12	1909162	14,074	13,198	<b>0.94</b>	93.78	<b>6.22</b>
13	1909242	14,136	13,501	<b>0.96</b>	95.51	<b>4.49</b>
14	1909302	14,260	13,562	<b>0.95</b>	95.11	<b>4.89</b>
15	1910022	13,826	13,091	<b>0.95</b>	94.68	<b>5.32</b>
16	1910042	13,857	13,045	<b>0.94</b>	94.14	<b>5.86</b>
17	1910102	13,919	13,089	<b>0.94</b>	94.04	<b>5.96</b>
18	1910162	13,919	13,119	<b>0.94</b>	94.25	<b>5.75</b>
19	1910252	14,136	13,352	<b>0.94</b>	94.45	<b>5.55</b>
20	1910302	14,198	13,498	<b>0.95</b>	95.07	<b>4.93</b>
21	1911052	14,043	13,333	<b>0.95</b>	94.94	<b>5.06</b>
22	1911082	13,826	13,203	<b>0.95</b>	95.49	<b>4.51</b>
23	1911122	14,136	13,512	<b>0.96</b>	95.59	<b>4.41</b>
24	1911202	14,105	13,277	<b>0.94</b>	94.13	<b>5.87</b>
25	1911252	14,167	13,465	<b>0.95</b>	95.04	<b>4.96</b>
26	1911292	14,105	13,386	<b>0.95</b>	94.90	<b>5.10</b>
27	1912032	13,733	13,052	<b>0.95</b>	95.04	<b>4.96</b>
28	1912052	14,074	13,350	<b>0.95</b>	94.86	<b>5.14</b>
29	1912102	14,260	13,488	<b>0.95</b>	94.59	<b>5.41</b>
30	1912122	13,702	13,077	<b>0.95</b>	95.44	<b>4.56</b>
31	1912132	14,043	13,525	<b>0.96</b>	96.31	<b>3.69</b>
32	1912162	14,198	13,544	<b>0.95</b>	95.39	<b>4.61</b>

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se visualiza los resultados de los datos estadísticos, Ver Figura 34.

#### Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
% Falta de abastecimiento	32	72,7%	12	27,3%	44	100,0%

### Descriptivos

		Estadístico	Error estándar	
% Falta de abastecimiento	Media	5,1123	,11699	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,8737	
		Límite superior	5,3509	
	Media recortada al 5%	5,1220		
	Mediana	5,1209		
	Varianza	,438		
	Desviación estándar	,66179		

Figura 34: Datos estadísticos descriptivos (Post-test)

Elaboración: Propia.

El porcentaje de pérdida de rendimiento por falta de abastecimiento es 5.11 %, con una desviación estándar de 0.11699.

Los resultados de Normalidad se muestran en la Figura 35.

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% Falta de abastecimiento	,090	32	,200 <sup>*</sup>	,981	32	,840

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 35: Pruebas de Normalidad para factor de % de pérdida de rendimiento por falta de abastecimiento (Post-test)

Elaboración: Propia.

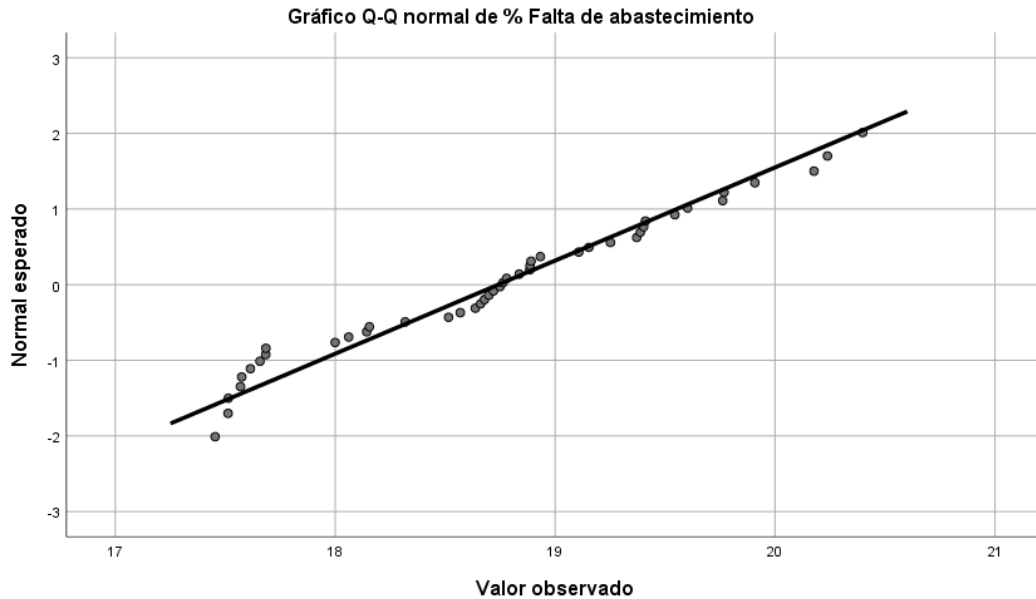


Figura 36: Curva de Normalidad para factor del % de perdida de rendimiento por falta de abastecimiento (Post-test)  
Elaboración: Propia.

**Prueba de Normalidad:** Teniendo en cuenta que la muestra es 32, escogemos los estadísticos de Shapiro-Wilk el cual tenemos un valor Sig. de 0.840 y al ser mayor de 0.05 la muestra presenta Normalidad.

**Contrastación de Hipótesis:**

H0 = Mediante la implementación del mejoramiento continuo (Kaizen), no se incrementará el rendimiento de la línea producción de Pisos de una Empresa Maderera.

H1 = Mediante la implementación del mejoramiento continuo (Kaizen), se incrementará el rendimiento de la línea producción de Pisos de una Empresa Maderera.

Aplicando la Prueba T-student para muestras relacionadas, mediante el software SPSS 26, se obtiene los siguientes resultados:

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	% Falta de abastecimiento Pre-test - % Falta de abastecimiento Post-test	13,55663	1,12507	,19889	13,15099	13,96226	68,163	31	,000

Figura 37: Resultados de la prueba T-student del programa SPSS 26.  
Elaboración: Propia.

### Conclusión:

Como la probabilidad obtenida P-valor es igual a 0,000 y es menor a 0,05, entonces se rechaza la H0 y se acepta la H1. Es decir; hay una diferencia significativa en las medias de los % de Rendimiento, antes y después de la mejora. Por lo cual se concluye que con la implementación del mejoramiento continuo (Kaizen), incrementa el rendimiento de la línea de producción de Pisos.

### Situación Pre-test

#### Variable Dependiente 3: Calidad de la línea de producción de pisos (Pre-test)

**Muestra:** Se realiza la prueba de normalidad a la muestra de 44 lotes de órdenes de producción de la línea de producción de pisos entre enero-diciembre 2018, se presenta el % de calidad registrado en la Tabla 24.

Tabla 24:  
Registro del % de Calidad (Piezas rechazadas) de enero-diciembre 2018 (Pre-test)

N°	Nro Lote	Produccion Total (m)	Produccion Calidad A (m)	C	% C	% Pisos rechazados
1	1801182	10,157	8,529	0.84	83.97	16.03
2	1801262	10,031	8,366	0.83	83.40	16.60
3	1802062	10,054	8,409	0.84	83.64	16.36
4	1802162	9,863	8,176	0.83	82.90	17.10
5	1802222	10,131	8,672	0.86	85.60	14.40
6	1802282	10,126	8,452	0.83	83.47	16.53
7	1803082	9,863	8,155	0.83	82.68	17.32
8	1803142	9,717	8,266	0.85	85.07	14.93
9	1803222	9,952	8,327	0.84	83.67	16.33
10	1803302	10,069	8,577	0.85	85.18	14.82
11	1804062	10,178	8,598	0.84	84.48	15.52
12	1804122	9,752	8,322	0.85	85.34	14.66
13	1804202	9,841	8,321	0.85	84.55	15.45
14	1804242	10,008	8,612	0.86	86.05	13.95
15	1805042	10,163	8,501	0.84	83.65	16.35
16	1805102	10,008	8,400	0.84	83.93	16.07
17	1805242	9,920	8,561	0.86	86.30	13.70
18	1805292	9,863	8,309	0.84	84.24	15.76
19	1806062	9,705	8,277	0.85	85.29	14.71
20	1806142	10,098	8,566	0.85	84.83	15.17
21	1806202	10,093	8,601	0.85	85.22	14.78
22	1806262	9,902	8,422	0.85	85.05	14.95
23	1807062	10,025	8,301	0.83	82.80	17.20
24	1807182	10,017	8,461	0.84	84.47	15.53
25	1808032	9,981	8,589	0.86	86.05	13.95
26	1808142	9,983	8,499	0.85	85.13	14.87
27	1808242	9,802	8,233	0.84	83.99	16.01
28	1808302	10,047	8,341	0.83	83.02	16.98
29	1809142	10,021	8,491	0.85	84.73	15.27
30	1809202	10,089	8,501	0.84	84.26	15.74
31	1809212	10,144	8,407	0.83	82.88	17.12
32	1809242	10,023	8,349	0.83	83.30	16.70
33	1810012	10,086	8,466	0.84	83.94	16.06
34	1810022	10,098	8,290	0.82	82.10	17.90
35	1810042	9,998	8,166	0.82	81.68	18.32
36	1810112	9,926	8,265	0.83	83.27	16.73
37	1811062	9,850	8,427	0.86	85.55	14.45
38	1811162	9,605	8,077	0.84	84.09	15.91
39	1811212	9,896	8,172	0.83	82.58	17.42
40	1811302	9,978	8,275	0.83	82.93	17.07
41	1812042	9,997	8,304	0.83	83.06	16.94
42	1812122	9,924	8,322	0.84	83.86	16.14
43	1812142	9,998	8,401	0.84	84.03	15.97
44	1812182	9,857	8,331	0.85	84.52	15.48

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se visualiza los resultados de los datos estadísticos, Ver Figura 38

### Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
% Producto Rechazo	44	100,0%	0	0,0%	44	100,0%



### Descriptivos

		Estadístico	Error estándar	
% Producto Rechazo	Media	15,8922	,16601	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	15,5574	
		Límite superior	16,2270	
	Media recortada al 5%	15,8866		
	Mediana	15,9901		
	Varianza	1,213		
	Desviación estándar	1,10121		

Figura 38: Datos estadísticos descriptivos (Pre-test)  
Elaboración: Propia.

El porcentaje de pérdida de rendimiento por falta de abastecimiento es 15.89 %, con una desviación estándar de 0.16601.

Los resultados de Normalidad se muestran en la Figura 39.

### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% Producto Rechazo	,078	44	,200 <sup>*</sup>	,987	44	,880

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 39: Pruebas de Normalidad para factor de % de piezas rechazadas (Pre-test)  
Elaboración: Propia.

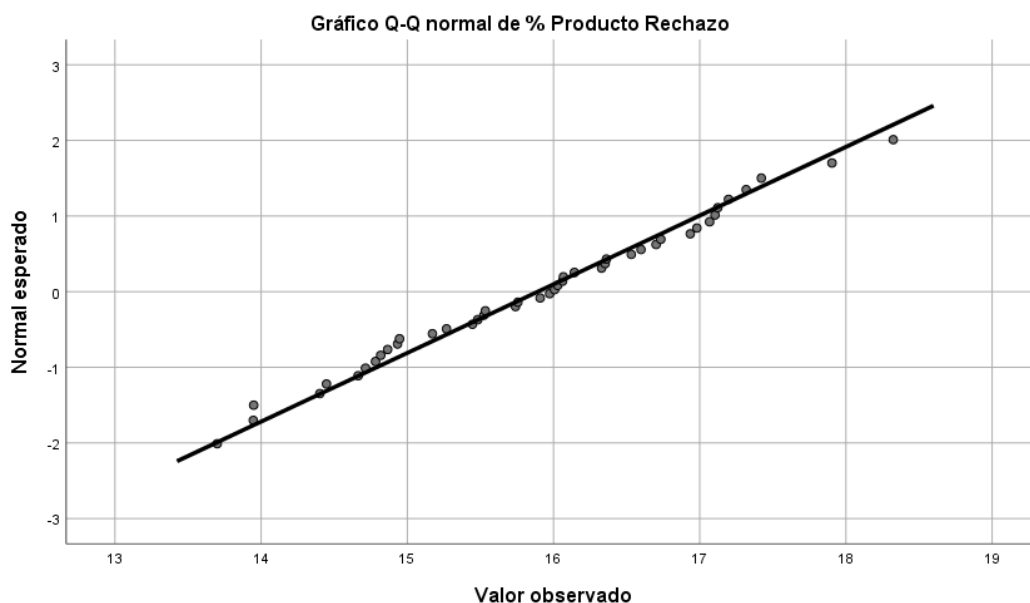


Figura 40: Curva de Normalidad para factor del % de piezas rechazadas (Pre-test)  
Elaboración: Propia.

**Prueba de Normalidad:** Teniendo en cuenta que la muestra es 44, escogemos los estadísticos de Shapiro-Wilk el cual tenemos un valor Sig. de 0.880 y al ser mayor de 0.05 la muestra presenta Normalidad.

### Situación Post-test

### Variable Dependiente 3: Calidad de la línea de producción de pisos (Post-test)

**Muestra:** Se realiza la prueba de normalidad a la muestra de 32 lotes de órdenes de producción de la línea de producción de pisos entre julio-diciembre 2019, presenta el % de calidad registrado en la Tabla 25.

Tabla 25:

Registro del % de Calidad (Piezas rechazadas) de julio-diciembre 2019 (Post-test).

N°	Nro Lote	Produccion Total (m)	Produccion Calidad A (m)	C	% C	% Pisos rechazados
1	1907042	13,466	12,300	<b>0.91</b>	91.34	<b>8.66</b>
2	1907102	13,597	12,665	<b>0.93</b>	93.15	<b>6.85</b>
3	1907162	13,235	12,354	<b>0.93</b>	93.34	<b>6.66</b>
4	1907262	13,338	12,298	<b>0.92</b>	92.20	<b>7.80</b>
5	1908022	13,391	12,377	<b>0.92</b>	92.43	<b>7.57</b>
6	1908072	13,277	12,287	<b>0.93</b>	92.54	<b>7.46</b>
7	1908122	13,367	12,267	<b>0.92</b>	91.77	<b>8.23</b>
8	1908222	13,199	12,200	<b>0.92</b>	92.43	<b>7.57</b>
9	1908302	13,598	12,391	<b>0.91</b>	91.12	<b>8.88</b>
10	1909042	13,344	12,411	<b>0.93</b>	93.01	<b>6.99</b>
11	1909122	13,454	12,301	<b>0.91</b>	91.43	<b>8.57</b>
12	1909162	13,198	12,212	<b>0.93</b>	92.53	<b>7.47</b>
13	1909242	13,501	12,332	<b>0.91</b>	91.34	<b>8.66</b>
14	1909302	13,562	12,388	<b>0.91</b>	91.34	<b>8.66</b>
15	1910022	13,091	12,201	<b>0.93</b>	93.20	<b>6.80</b>
16	1910042	13,045	12,099	<b>0.93</b>	92.75	<b>7.25</b>
17	1910102	13,089	12,105	<b>0.92</b>	92.48	<b>7.52</b>
18	1910162	13,119	12,076	<b>0.92</b>	92.05	<b>7.95</b>
19	1910252	13,352	12,087	<b>0.91</b>	90.53	<b>9.47</b>
20	1910302	13,498	12,220	<b>0.91</b>	90.53	<b>9.47</b>
21	1911052	13,333	12,087	<b>0.91</b>	90.65	<b>9.35</b>
22	1911082	13,203	12,111	<b>0.92</b>	91.73	<b>8.27</b>
23	1911122	13,512	12,295	<b>0.91</b>	90.99	<b>9.01</b>
24	1911202	13,277	12,308	<b>0.93</b>	92.70	<b>7.30</b>
25	1911252	13,465	12,229	<b>0.91</b>	90.82	<b>9.18</b>
26	1911292	13,386	12,387	<b>0.93</b>	92.54	<b>7.46</b>
27	1912032	13,052	12,166	<b>0.93</b>	93.21	<b>6.79</b>
28	1912052	13,350	12,098	<b>0.91</b>	90.62	<b>9.38</b>
29	1912102	13,488	12,376	<b>0.92</b>	91.76	<b>8.24</b>
30	1912122	13,077	12,133	<b>0.93</b>	92.78	<b>7.22</b>
31	1912132	13,525	12,411	<b>0.92</b>	91.76	<b>8.24</b>
32	1912162	13,544	12,295	<b>0.91</b>	90.78	<b>9.22</b>

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se visualiza los resultados de los datos estadísticos, Ver Figura 41.

<b>Resumen de procesamiento de casos</b>						
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
% Producto Rechazo	32	100,0%	0	0,0%	32	100,0%

<b>Descriptivos</b>				
			Estadístico	Error estándar
			% Producto Rechazo	Media
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,7451	
		Límite superior	8,3880	
	Media recortada al 5%		8,0641	
	Mediana		8,0898	
	Varianza		,795	

Figura 41: Datos estadísticos descriptivos (Post-test)

Elaboración: Propia.

El porcentaje de pérdida de rendimiento por falta de abastecimiento es 8.07 %, con una desviación estándar de 0.15761.

Los resultados de Normalidad se muestran en la Figura 42.

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% Producto Rechazo	,148	32	,073	,938	32	,066

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 42: Pruebas de Normalidad para factor de % de piezas rechazadas (Post-test)

Elaboración: Propia.

**Prueba de Normalidad:** Teniendo en cuenta que la muestra es 32, escogemos los estadísticos de Shapiro-Wilk el cual tenemos un valor Sig. de 0.066 y al ser mayor de 0.05 la muestra presenta Normalidad.

## Contrastación de Hipótesis:

H0 = Mediante la implementación del mejoramiento continuo (Kaizen), no se mejorará la calidad del Producto de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.

H1 = Mediante la implementación del mejoramiento continuo (Kaizen), se mejorará la calidad del Producto de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.

Aplicando la Prueba T-student para muestras relacionadas, mediante el software SPSS 26, se obtiene los siguientes resultados:

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
Par 1	% Pisos rechazados Pre-test - % Pisos rechazados Post-test	7,58519	1,39135	,24596	Inferior 7,08355	Superior 8,08682	30,839	31	,000

Figura 43: Resultados de la prueba T-student del programa SPSS 26.  
Elaboración: Propia.

## Conclusión:

Como la probabilidad obtenida P-valor es igual a 0,000 y es menor a 0,05, entonces se rechaza la H0 y se acepta la H1. Es decir; hay una diferencia significativa en las medias de los % de Calidad, antes y después de la mejora. Por lo cual se concluye que con la implementación del mejoramiento continuo (Kaizen), se mejorará la calidad del Producto de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.

## Resumen de resultados

De acuerdo a los resultados reportados se presenta en la Tabla 26 el resumen de los resultados de la investigación.

Tabla 26:  
Resumen de resultados

Hipótesis Específica	Variables Independiente	Variables Dependiente	Indicador	Pre- Test	Post- Test	Diferencia
Mediante la implementación de SMED, se mejorará la disponibilidad de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.	SMED	Disponibilidad de la Línea de Producción de Pisos.	Tiempo Productivo / Tiempo Disponible (En un periodo de producción determinado)	9.75	3.13	6.62
Mediante la implementación del mejoramiento continuo (Kaizen), se incrementará el rendimiento de la línea producción de Pisos de una Empresa Maderera.	Mejoramiento Continuo (Kaizen)	Rendimiento de la Línea de Producción de Pisos.	Producción Real / Capacidad Productiva (En un periodo de producción determinado)	18.7	5.11	13.59
Mediante la implementación del mejoramiento continuo (Kaizen), se mejorará la calidad del Producto de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.	Mejoramiento Continuo (Kaizen)	Calidad del producto de la Línea de Producción de Pisos.	Volumen Producido C/Calidad / Volumen Total Producido	15.89	8.06	7.83

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 26, se visualiza una mejora significativa en las tres hipótesis propuestas en la investigación, aplicando las herramientas de mejora continua se obtiene una mejora importante en cada variable de estudio en la línea de producción de pisos de una empresa maderera.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### ✓ Conclusiones

1. La implementación de la metodología SMED ha permitido tener una mejora significativa en la disponibilidad de la línea de producción de pisos de madera, se redujo de un 9.75% a un 3.13% que corresponde al tiempo del turno que la maquina está detenida por falla en la calibración de elementos de corte, esto se debe a la fabricación e implementación de las matrices porta cierras de corte, con lo cual se ha disminuido el tiempo de calibración, aumentando la disponibilidad en la maquina multilamina que conforma la línea de maquinados de pisos.
2. La aplicación de mejora continua (Kaizen) ha permitido tener una mejora significativa en el rendimiento de la línea de producción de pisos de madera, se redujo de un 18.7% a un 5.11% que corresponde al % de perdida de velocidad de la máquina que debería producir a una velocidad constante sin detenerse por falta de abastecimiento de material, esto se debe a la fabricación e implementación de un alimentador automático que asegura la continuidad de abastecimiento a la maquina moldurera, aumentando el rendimiento a la línea de maquinados de pisos.
3. La aplicación de mejora continua (Kaizen) ha permitido tener una mejora significativa en la calidad de la línea de producción de pisos de madera, se redujo de un 15.9% a un 8.06% que corresponde al % de pisos rechazados causados por problemas en el maquinado, esto se debe a la fabricación e instalación de cabezales especiales porta cuchillas en la máquina moldurera, logrando eliminar problemas de quemado o reventado en las piezas de madera en procesamiento de moldurado, asegurando un alto % de piezas de primera calidad que produce la línea de maquinado de pisos.

4. Durante el año 2018, se determinó que la eficiencia global de los equipos de la línea de maquinado de pisos era de un 58%, estableciéndose como Inaceptable según la tabla de clasificación OEE.
5. Se definió la capacidad instalada de cada máquina que conforma la línea de maquinado de pisos, aplicando la toma de tiempos para cada operación se pudo crear los estándares de producción, las condiciones para cada producto según especie y dimensiones de materia prima, para finalmente obtener los datos necesarios para la formulación de las metas del OEE.
6. A partir del 2019, luego de la implementación de herramientas y metodologías de mejora continua, se determinó que la eficiencia global de los equipos de la línea de maquinado de pisos es de un 84%, estableciéndose como Aceptable según la tabla de clasificación OEE.
7. Las diversas investigaciones referentes al tema, permitieron alimentar esta investigación, contribuyendo con el conocimiento que reforzó las diferentes metodologías Lean que se aplicaron en el proyecto para cada variable. Con la implementación del proyecto dirigido al sector maderero peruano cooperara con el estudio de la mejora continua en la industria forestal.

## ✓ **Recomendaciones**

1. En el trabajo de investigación se aplicaron herramientas y técnicas como Kaizen y SMED a las máquinas que integran la línea de producción de pisos, se recomienda expandir el estudio a otras líneas de productos maderables, logrando tener resultados más eficientes mejorando la disponibilidad en las maquinas que conforman la línea de producción de Decking, producto de mucha demanda al igual que los pisos.
2. Al igual que la línea de maquinado de pisos se recomienda evaluar los tiempos de maquinado en las línea de producción de Decking, ya que actualmente opera a un 89% de su velocidad máxima debido a problemas por falta de abastecimiento y alimentación continua de máquina, por lo tanto se debe aplicar mejora continua (Kaizen) para obtener un rendimiento similar a la línea de maquinado pisos.
3. La aplicación de mejora continua (Kaizen) en la implementación de cabezales de ocho cuchillas nos permite tener ahorro significativos al reducir la cantidad de productos rechazados, teniendo en cuenta que la madera representa un alto % en el costo de producción, valdría la pena que el área logística invierta en cambiar los cabezales a la línea de maquinado de Decking que al igual que los pisos requiere mejorar la calidad de su maquinado.
4. Se recomienda al área de operaciones invertir en instalar hodómetros y contador lineal a todas las máquinas de Planta para poder medir los metros lineales que procesa cada máquina y poder tener una lectura a tiempo real de la producción en un tiempo determinado, variable que nos permitirá calcular la OEE y analizar la eficiencia de todas las líneas productivas.
5. A partir de los resultados encontramos se recomienda analizar los datos e informacion de procesos en Transformación Primaria o Aserraderos, dado que mantienen características productivas similares teniendo en cuenta que con la



OEE lograremos identificar cuellos de botellas y/o actividades que no generan valor a la empresa y aplicar mejora continua para mejorar su eficiencia.

6. Se recomienda hacer seguimiento a las actividades, analizando la información de los tiempos productivos e improductivos (despilfarros) ocasionados por paradas no planificadas, falta de abastecimiento de materiales, así como también actualizar los estándares de eficiencia cada vez que se realiza una mejora en la línea, para ello se requiere un monitoreo y control continuo e inculcarle al operador de máquina y auxiliares los objetivos diarios a cumplir.
7. Tener un equipo de mejora continua (Kaizen) conformado por técnicos del área de mantenimiento, supervisores de calidad, operadores y auxiliares de máquina de producción, liderado por el Jefe de Operaciones el cual tengan como objetivo el reunirse como mínimo dos veces por semana, revisar la herramienta OEE, detectar áreas de oportunidad y aplicar mejora continua para lograr de manera eficiente los objetivos planeados por la organización.

## REFERENCIA

### Bibliografía

- Carro Paz, R., & González Gómez, D. (2012). Administración de la calidad total. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Companys, R. y Fonllosa, J. (1999). Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT (Primera Edición ed.). Barcelona, España: Alfaomega Grupo editor, S.A.
- Cuatrecasas, L. (2010). TPM en un entorno Lean Management (Segunda Edición ed.). Barcelona, España: Profit editorial.
- Cuatrecasas, L. (2017). Gestión integral de la calidad (Quinta Edición ed.). Barcelona, España: Profit editorial.
- Deming, W. (1989). Calidad, Productividad y Competitividad la salida de la crisis (Primera Edición Ed.). Madrid, España: Díaz de Santos editorial.
- Díaz, B. (2007). Disposición de Planta (Segunda Edición ed.). Lima, Perú: Fondo Editorial.
- García, R. C. (2005). Estudio del Trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo (Segunda edición ed.). México, D.F.: Mc Graw Hill/Interamericana Editores.
- Gutiérrez Pulido, H., & De La Vara Salazar, R. (2009). Control estadístico de calidad y seis sigma (Segunda edición ed.). México D.F., México: McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- Hernández, S. R. (2014). Metodología de la Investigación (sexta edición ed.). México, D.F., México: Mc Graw Hill/Interamericana Editores. 157.
- Hernández y Vizán (2013). Lean Manufacturing (Primera Edición Ed.). Madrid, España: Escuela de organización industrial.



- Limusa. Krick, E. (2004). *Ingeniería de Métodos (Segunda ed.)*. Madrid, España: Grupo Editoria Patria.
- Montgomery, D. C. (2016). *Diseño y Análisis de Experimentos (Segunda Edición ed.)*. México, D.F., México: Limusa.
- Muther, R. (2005). *Distribución en Planta, ordenación racional de los elementos de producción industrial (Quinta Edición ed.)*. Barcelona: Hispano Europeo S.A.
- Noriis, R. L. (2018). *Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en una empresa manufacturera*. Madrid: MacGraw Hill.
- Ñaupas, P. H. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis (Cuarta Edición ed.)*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Rajadell, M. y Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturan. La evidencia de una necesidad*. España; Ediciones Díaz de Santos.
- Render, B., & Heizer, J. (2009). *Administración de operaciones (Séptima ed.)*. México: Editorial PHH Prentice Hall.
- Robert, C. (2001). *Overall Equipment Effectiveness: a powerful production/maintenance tool for increased profits (Primera Edición ed.)*. New York, NY: Industrial Press Inc.
- Socconini, L. (2008). *Lean Manufacturing: paso a paso*. México: primera edición. Norma ediciones.
- Bahena Quintanilla, M. (2006). *Aplicación de la metodología Seis Sigma para mejorar la calidad y productividad en una planta de bebidas*. Tesis de maestría, Universidad Iberoamericana Puebla, Puebla.
- Díaz Medrano, S. (2008). *Aplicación del método Seis Sigma en la mejora del proceso de facturación en la agencia*. Tesis de maestría, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Morelia.

- Guevara Uvidia, M. G. (2011). Aplicación de la metodología Seis Sigma como herramienta de mejora a los principales indicadores de gestión en el área de manufactura de la planta Ecuador Bottling Company en la ciudad de Quito. Tesis de maestría, Universidad Politécnica Salesiana, Quito.
- Montoya, L. A., Portilla, L. M., & Benjumea, J. C. (2008). Aplicación de six sigma en las organizaciones. *Scientia et Technica*.

# ANEXOS


## Anexo 1: Declaración de Autenticidad

A continuación se muestra el formato de autenticidad y no plagio.

	<b>Universidad Ricardo Palma</b>	<b>Escuela de Posgrado</b>
<b>DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO</b>		
<b>DECLARACIÓN DEL GRADUANDO</b>		
Por el presente, el graduando: <i>(Apellidos y nombres)</i>		
Grados Robles Carlos Glicerio		
en condición de egresado del Programa de Posgrado:		
MAESTRIA EN INGENIERIA INDUSTRIAL		
deja constancia que ha elaborado la tesis intitulada:		
Implementación del Sistema OEE en una línea de Producción de pisos de una Empresa Maderera		
<p>Declara que el presente trabajo de tesis ha sido elaborado por el mismo y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica, de investigación, profesional o similar.</p> <p>Deja constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no ha asumido como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de la Internet.</p> <p>Asimismo, ratifica que es plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asume la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento y es consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.</p> <p>En caso de incumplimiento de esta declaración, el graduando se somete a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y los dispositivos legales vigentes.</p>		
		31 de Agosto del 2020
Firma del graduando		Fecha

## Anexo 2: Autorización de consentimiento para realizar la investigación

A continuación se muestra el formato de autorización para realizar la investigación.

	<b>Universidad Ricardo Palma</b>	<b>Escuela de Posgrado</b>
<b>AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN</b>		
<b>DECLARACIÓN DEL RESPONSABLE DEL AREA O DEPENDENCIA DONDE SE REALIZARA LA INVESTIGACIÓN</b>		
<p>Dejo constancia que el área o dependencia que dirijo, ha tomado conocimiento del proyecto de tesis titulado:</p>		
Implementación del Sistema OEE en una línea de Producción de pisos de una Empresa Maderera		
<p>el mismo que es realizado por el Sr./Srta. Estudiante (Apellidos y nombres):</p>		
Grados Robles Carlos Glicerio		
<p>, en condición de estudiante - investigador del Programa de:</p>		
MAESTRIA EN INGENIERIA INDUSTRIAL		
<p>Así mismo señalamos, que según nuestra normativa interna procederemos con el apoyo al desarrollo del proyecto de investigación, dando las facilidades del caso para aplicación de los instrumentos de recolección de datos.</p>		
<p>En razón de lo expresado doy mi consentimiento para el uso de la información y/o la aplicación de los instrumentos de recolección de datos:</p>		
Nombre de la empresa:	Autorización para el uso del nombre de la Empresa en el Informe Final	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
MADERERA BOZOVICH S.A.C		
Apellidos y Nombres del Jefe/Responsable del área:	Cargo del Jefe/Responsable del área:	
Tamariz Rodriguez Gustavo	Gerente de Operaciones	
Teléfono fijo (incluyendo anexo) y/o celular:	Correo electrónico de la empresa:	
989022325	gtamariz@bozovich.com	
		
Firma	31 de Agosto del 2020	
	Fecha	

### Anexo 3: Matriz de consistencia

A continuación se presenta la Matriz de Consistencia utilizada en la investigación del estudio. (Ver Tabla 27).

Tabla 27:  
Matriz de Consistencia

Problema Principal	Objetivos General	Hipotesis General	Variable Independiente	Indicador V.I	Variables Dependientes	Indicador V.D
¿En qué medida la Implementación del Sistema de Eficiencia Global de los Equipos (OEE), influye en la eficiencia de la línea de Producción de Pisos de una empresa Maderera?	Determinar en qué medida el Sistema de Eficiencia global de los equipos (OEE) influye en la eficiencia de la línea de Producción de Pisos de una Empresa Maderera.	Mediante la Implementación del Sistema de Eficiencia Global de los Equipos (OEE) mejorará la eficiencia de la línea de Producción de Pisos de una Empresa Maderera.				
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipotesis Especificas				
¿Cómo influye SMED en la disponibilidad de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera?	Determinar en qué medida SMED influye en la disponibilidad de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.	Mediante la implementación de SMED, se mejorará la disponibilidad de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.	SMED	Si/No	Disponibilidad de la Línea de Producción de Pisos.	Tiempo Productivo / Tiempo Disponible (En un periodo de producción determinado)
¿Cómo influye el Mejoramiento Continuo (Kaizen) en el rendimiento de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera?	Determinar en qué medida el Mejoramiento Continuo (Kaizen), influye en el rendimiento de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.	Mediante la implementación del mejoramiento continuo (Kaizen), se incrementará el rendimiento de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.	Mejoramiento Continuo (Kaizen)	Si/No	Rendimiento de la Línea de Producción de Pisos.	Producción Real / Capacidad Productiva (En un periodo de producción determinado)
¿Cómo influye el Mejoramiento Continuo (Kaizen) en la calidad del Producto de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera?	Determinar en qué medida el Mejoramiento Continuo (Kaizen), influye en la calidad del producto de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.	Mediante la implementación del mejoramiento continuo (Kaizen), se mejorará la calidad del producto de la línea de producción de Pisos de una Empresa Maderera.	Mejoramiento Continuo (Kaizen)	Si/No	Calidad del Producto de la Línea de Producción de Pisos.	Volumen Producido C/Calidad / Volumen Total Producido

Fuente: Elaboración Propia.

## Anexo 4: Matriz de Operacionalización

A continuación se presenta la Matriz de Operacionalización utilizada en la investigación del estudio. (Ver Tabla 28).

Tabla 28:  
Matriz de Operacionalización

Variable Dependiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Instrumento
Disponibilidad de la Línea de Producción de Pisos.	Tiempo productivo / Tiempo disponible	% T=Tiempo: Permite conocer cual es el % de aprovechamiento del tiempo de una máquina y/o línea productiva, para lograr esto se ha realizado una clasificación de los tiempos de paros en Tiempo Total del Turno, Planificados y no Planificados. (Fuente Propia: Área de Producción).	Los datos se tomaron de las Áreas de Producción		cronometro, formatos, registros de datos.
Rendimiento de la Línea de Producción de Pisos.	Producción Real / Capacidad Productiva	% V=Velocidad: Permite conocer cual es el % de cumplimiento a la velocidad estándar de una máquina y/o línea productiva. Este cumplimiento se mide respecto a la velocidad estándar la cual es equivalente a la productividad de una unidad en un determinado periodo de tiempo, esta unidad productiva puede ser volumen, área, longitud, pieza (Fuente Propia: Área de Producción)	Los datos se tomaron de las Áreas de Producción		cronometro, formatos, registros de datos.
Calidad del Producto de la Línea de Producción de Pisos.	Volumen Producido c/calidad / Volumen total Producido	% C=Calidad: Permite conocer cual es el % de cumplimiento a la calidad de una máquina y/o línea productiva. Este cumplimiento se mide comparando la cantidad de unidades producidas correctamente (cumpliendo con los estándares de calidad) respecto al total de piezas producidas (aquí se incluyen piezas que no cumplen con el estándar), estas unidades producidas puede estar representadas en unidades de volumen, área,	Los datos se tomaron de las Áreas de Producción		cronometro, formatos, registros de datos.

Variable Dependiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Instrumento
Eficiencia de la Línea de Producción de Pisos.	Resultado alcanzado*100 / Resultado previsto	Los indicadores de eficiencia permiten monitorear la productividad desde tres dimensiones que son: %T=Tiempo, %V=Velocidad y %C=Calidad. (Fuente Propia: Área de Producción).	Los datos se tomaron de las Áreas de Producción		cronometro, formatos, registros de datos.

Fuente: Elaboración propia.



**Anexo 5: Tablas de validez y confiabilidad (solo si elaboró los instrumentos)**


		MADERERA BOZOVICH SAC - UNIDAD PRODUCTIVA LIMA							Código:				
		PRACTICAS ESTANDARES DE PRODUCCION (PSO)							1				
		PRACTICAS ESTANDARES DE PRODUCCION (PSO)							23/11/2016				
		PRACTICAS ESTANDARES DE PRODUCCION (PSO)							Página 1 de 1				
<b>Práctica Estandarizada de Operación (PSO): Preparación y Apagado de Máquina - Moldurera</b>													
<b>Encendido del equipo</b>													
Sec	Actividad	Descripción de la Actividad	Responsable de la Actividad	Equipo / Material Requerido	T. Est.	T. Real	1	2	3	4	5	6	7
1	Inspección visual del equipo	Hacer una inspección visual del equipo en general, nivel de aceite, presión de aire (mínimo 4 bares para arriba), apariencia de estado, piezas sueltas, piezas rotas, cables sueltos, etc.)	Operador Moldurera	Guantes / Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	1								
2	Revisión de cabezales	Revisar los cabezales (cuchillas de corte), que estos se encuentren ajustados y libres de alguna obstrucción.	Operador Moldurera	Guantes / Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	1								
3	Revisión del medidor lineal (contador)	Resetear el contador lineal debe empezar desde cero si se inicia la producción.	Operador Moldurera	Guantes / Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	0.4								
4	Aperturar la llave de alimentación de corriente	Abrir la llave de alimentación de corriente y esperar unos 15 segundos para comenzar con el encendido de los motores.	Operador Moldurera	Guantes / Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	0.4								
5	Encendido de motores	Encender los 5 motores paulatinamente ( botones), con un espacio de 15 segundos entre cada uno aproximadamente.	Operador Moldurera	Guantes / Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	1.4								
6	Registro de OEE	Registrar la hoja de OEE para el inicio de la producción.	Operador Moldurera	Guantes / Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	0.4								
7	Encendido del avance.	Encender la llave del avance en posición automática para iniciar la producción.	Operador Moldurera	Guantes / Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	0.4								
<b>Apagado del equipo</b>													
Sec	Actividad	Descripción de la Actividad	Responsable de la	Equipo / Material	T. Est.	T. Real	1	2	3	4	5	6	7
1	Apagado de la maquinaria	Apagar paulatinamente los motores, uno a uno.	Operador Moldurera	Guantes / Lentes de seguridad/ Casco/ Botas	1								
<b>Consideraciones:</b>									<b>MINUTOS</b>				
1.- Mantener las válvulas cerradas cuando estas no sean utilizadas, Antes de iniciar el encendido aperturar las respectivas válvulas de succión para evitar que al encendido las esquivas latentes se dispersen.													
2.- Para evitar la simultaneidad de arranques de estas máquinas las cuales tienen grandes motores, es necesario previamente realizar una coordinación para sus respectivos arranques, esta confirmación de encendido será obligatoria al inicio de las labores. En horarios intermedios no será necesario esta confirmación al ser relativos las paradas por cambio de cabezales. Tener en cuenta los procedimientos de cambio de cabezales.													
3.- En pleno proceso de producción mantener una política de observación constante del comportamiento de la máquina (atención a cualquier anomalía, ruidos extraños, temperaturas elevadas).													
4.- Durante la hora de refrigerio se apagará el equipo, terminado este, se procederá a seguir el proceso de encendido.													
5.-De encontrar el aviso "EN MANTENIMIENTO" no realizar ninguna maniobra hasta tener confirmación para ello.													
									<b>MINUTOS</b>				

Figura 44: Formato de tiempos para calcular tiempos de paros planificados.  
Elaboración: Propia.

Anexo 6: Otros

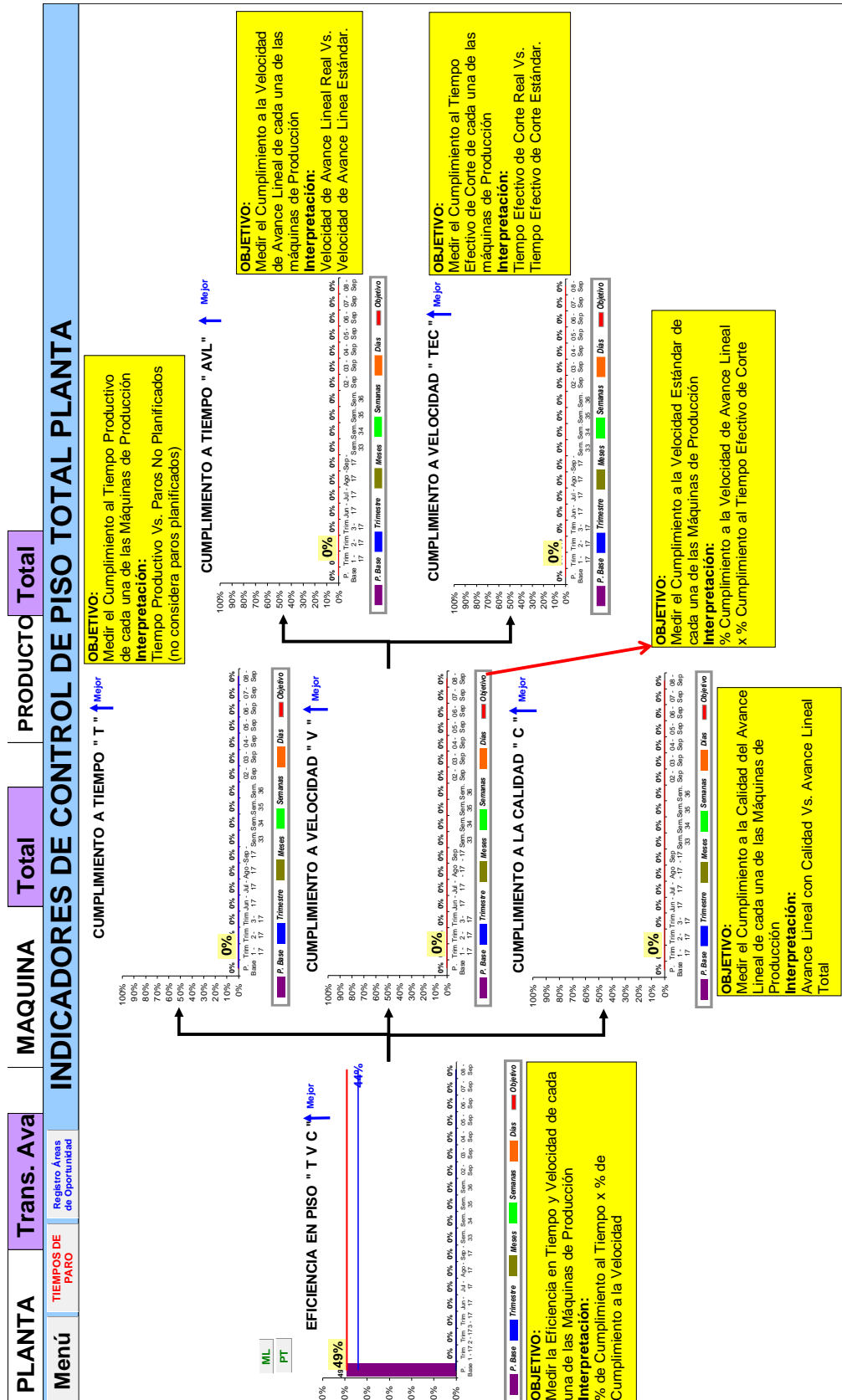


Figura 45: Plantilla de herramienta OEE para reunión de mejora continua. Elaboración: Propia.