

**IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS LEAN MANUFACTURING, PARA  
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA LADRILLOS DEL  
PACIFICO, SANTANDER DE QUILICHAO, CAUCA, COLOMBIA**



**FUNDACIÓN  
UNIVERSITARIA  
DE POPAYÁN**  
35 ANIVERSARIO

**Angie Paola Bedoya  
Johan Sebastián Suarez**

**Fundación Universitaria De Popayán  
Facultad De Ingeniería  
Ingeniería Industrial  
Santander De Quilichao  
2022**

**IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS LEAN MANUFACTURING, PARA  
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA LADRILLOS DEL  
PACIFICO, SANTANDER DE QUILICHAO, CAUCA, COLOMBIA**

**Angie Paola Bedoya  
Johan Sebastián Suarez**

**Trabajo De Grado Para Optar Al Título De Ingeniero Industrial**

**Julián Andrés Gómez Mora  
Director de tesis  
MSc. Ingeniería industrial**

**Fundación Universitaria de Popayán  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Industrial  
Santander de Quilichao  
2022**

**Nota de aceptación:  
Aprobado por el Comité de Grado en  
Cumplimiento de los requisitos  
Exigidos por la Fundación  
Universitaria de Popayán para optar al  
Título de Ingeniero Industrial**

---

**Nombre del jurado**

---

**Nombre del Jurado**

---

**Nombre del director**

## **Dedicatoria**

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradecemos a Antonio Amórtegui y a José Amórtegui por abrirnos las puertas de la empresa Ladrillos del Pacifico y por su constante apoyo antes, durante y después de la ejecución de este proyecto.

## Contenido

Glosario .....	14
Resumen .....	17
Abstract .....	18
Introducción.....	19
Objetivos .....	21
Objetivo general.....	21
Objetivos específicos.....	21
Capítulo 1 .....	22
Marco Referencial.....	22
1.1. Localización.....	22
1.2. Marco Teórico.....	24
1.2.1. Lean Manufacturing .....	24
1.2.2. Desperdicios del lean manufacturing .....	25
1.2.3. Sobreproducción .....	26
1.2.4. Tiempo de espera .....	26
1.2.5. Movimiento innecesario .....	27
1.2.6. Transporte.....	27
1.2.7. Sobre proceso.....	27

1.2.8. Defectos.....	27
1.2.9. Exceso de inventarios.....	28
1.3. Técnicas lean.....	28
1.3.1. 5S .....	28
1.3.2. Poka yoke .....	30
1.3.3. TPM.....	31
1.3.4. Diagrama de Pareto .....	34
1.3.5. Causa efecto o diagrama de Ishikawa .....	35
1.4. VSM .....	36
1.5. Estado del arte.....	39
2. Capítulo 2.....	43
2.1. Estudio de métodos y tiempos .....	49
2.1.1. Tiempo observado (TO) .....	54
2.1.2. Valoración .....	54
2.1.3. Tiempo normal.....	56
2.1.4. Tiempos Suplementarios .....	56
2.1.5. Tiempo estándar.....	58
2.2. VSM .....	60
2.3. VSM Ladrillos del pacifico .....	61
2.4. Diagrama de Ishikawa .....	63

2.4.1. Maquina.....	64
2.4.2. Material.....	65
2.4.3. Método.....	66
2.4.4. Medio ambiente .....	66
2.4.5. Mano de obra .....	67
2.5. Metodología .....	70
3. Capítulo 3.....	73
3.1. 5S.....	73
3.1.1. Clasificar (Seiri).....	76
3.1.2. Orden (Seiton).....	80
3.1.3. Limpieza (Seiso) .....	82
3.1.4. Estandarizar (Seiketsu).....	83
3.1.5. Disciplina (Shitsuke) .....	84
3.2. Poka yoke .....	87
3.2.1. Tipos de inspeccion poka yoke .....	88
3.3. TPM.....	97
4. Capítulo 4.....	108
4.1. VSM .....	108
Anexos.....	112
Conclusiones.....	147

Recomendaciones ..... 148

Referencia..... 149

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Símbolos del VSM</i> .....	37
<b>Tabla 2</b> <i>Desperdicios por turno</i> .....	48
<b>Tabla 3</b> <i>Tiempo productivo total</i> .....	49
<b>Tabla 4</b> <i>Actividades proceso productivo</i> .....	50
<b>Tabla 5</b> <i>Toma de tiempos</i> .....	51
<b>Tabla 6</b> <i>Formula para conocer el número de observaciones</i> .....	53
<b>Tabla 7</b> <i>Tabla valoración del ritmo del trabajo</i> .....	55
<b>Tabla 8</b> <i>Suplementos presentes en el proceso productivo</i> .....	58
<b>Tabla 9</b> <i>Tiempo estándar proceso productivo</i> .....	59
<b>Tabla 10</b> <i>Etapas y sus procesos</i> .....	60
<b>Tabla 11</b> <i>Etapas y sus procesos</i> .....	60
<b>Tabla 12</b> <i>Valoración de Causas</i> .....	68
<b>Tabla 13</b> <i>Metodología implementada</i> .....	71
<b>Tabla 14</b> <i>Costos Variables</i> .....	95
<b>Tabla 15</b> <i>Utilidad anual</i> .....	96
<b>Tabla 16</b> <i>Inversión realizada</i> .....	96
<b>Tabla 17</b> <i>Clasificación de averías</i> .....	97
<b>Tabla 18</b> <i>Fallas identificadas</i> .....	101
<b>Tabla 19</b> <i>Planes de mantenimiento</i> .....	103
<b>Tabla 20</b> <i>Resultados TPM</i> .....	104

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> <i>Ubicación de ladrillos del pacifico</i> .....	23
<b>Figura 2</b> <i>Pilares y técnicas de lean manufacturing</i> .....	24
<b>Figura 3</b> <i>Pasos para la implementación de 5S</i> .....	29
<b>Figura 4</b> <i>Pilares del TPM</i> .....	32
<b>Figura 5</b> <i>Esquema del diagrama de Ishikawa</i> .....	36
<b>Figura 6</b> <i>Estado actual puestos de trabajo</i> .....	44
<b>Figura 7</b> <i>Evaluación 5s actual</i> .....	46
<b>Figura 8</b> <i>Evaluación 5s proyectado</i> .....	47
<b>Figura 9</b> <i>Formula para conocer el número de observaciones</i> .....	52
<b>Figura 10</b> <i>Formula para establecer el tiempo normal</i> .....	56
<b>Figura 11</b> <i>Porcentaje de suplementos</i> .....	57
<b>Figura 12</b> <i>Fórmula para establecer el tiempo estándar</i> .....	58
<b>Figura 13</b> <i>VSM actual</i> .....	62
<b>Figura 14</b> <i>Diagrama de Ishikawa</i> .....	64
<b>Figura 15</b> <i>Clasificación de las Causas</i> .....	69
<b>Figura 16</b> <i>Factores de organización</i> .....	74
<b>Figura 17</b> <i>Factores de Orden</i> .....	74
<b>Figura 18</b> <i>Factores de Limpieza</i> .....	75
<b>Figura 19</b> <i>Factores de Estandarización</i> .....	75
<b>Figura 20</b> <i>Factores de Estandarización</i> .....	76
<b>Figura 21</b> <i>zona de herramientas</i> .....	77
<b>Figura 22</b> <i>Tarjeta de clasificación</i> .....	78

<b>Figura 23</b> <i>Elementos innecesarios</i> .....	79
<b>Figura 24</b> <i>Elementos sin uso frecuente</i> .....	80
<b>Figura 25</b> <i>Estado almacén de herramientas</i> .....	81
<b>Figura 26</b> <i>Almacén de herramientas</i> .....	82
<b>Figura 27</b> <i>Almacén de herramientas</i> .....	82
<b>Figura 28</b> <i>Área de producción sin residuos</i> .....	83
<b>Figura 29</b> <i>Tarjeta visual</i> .....	84
<b>Figura 30</b> <i>Sistema de puntuación</i> .....	85
<b>Figura 31</b> <i>Auditoria para 5S</i> .....	86
<b>Figura 32</b> <i>Evolución de la implementación de 5S</i> .....	87
<b>Figura 33</b> <i>Palero desatascando la tolva</i> .....	90
<b>Figura 34</b> <i>Ladrillo averiado por exceso de humedad</i> .....	92
<b>Figura 35</b> <i>Sobrantes generados por la cortadora</i> .....	93
<b>Figura 36</b> <i>Nueva Máquina Cortadora</i> .....	94
<b>Figura 37</b> <i>Fallas identificadas</i> .....	99
<b>Figura 38</b> <i>Stock de seguridad correa del motor 1 y 2</i> .....	102
<b>Figura 39</b> <i>Stock de seguridad rodamientos del motor de la extrusora</i> .....	102
<b>Figura 40</b> <i>Fecha de ejecución planes de mantenimiento</i> .....	104
<b>Figura 41</b> <i>Tiempo perdido correctivo vs preventivo</i> .....	106
<b>Figura 42</b> <i>Cambio de rodamiento del motor de la extrusora</i> .....	107
<b>Figura 43</b> <i>VSM Futuro</i> .....	108
<b>Figura 44</b> <i>Unidades producidas antes vs después por día</i> .....	110
<b>Figura 45</b> <i>Unidades producidas antes vs después por hora</i> .....	111

## Anexos

<b>Anexo 1</b> <i>Formato registro de tiempo etapa alimentación de la tolva-Antes.....</i>	112
<b>Anexo 2</b> <i>Formato registro de tiempo etapa alimentación de la tolva-Antes.....</i>	113
<b>Anexo 3</b> <i>Formato registro de tiempo etapa alimentación de la tolva-Antes.....</i>	114
<b>Anexo 4</b> <i>Formato registro de tiempo etapa adición de agua-Antes .....</i>	115
<b>Anexo 5</b> <i>Formato registro de tiempo etapa adición de agua-Antes .....</i>	116
<b>Anexo 6</b> <i>Formato registro de tiempo etapa adición de agua-Antes .....</i>	117
<b>Anexo 7</b> <i>Formato registro de tiempo etapa extrusión y moldeo-Antes .....</i>	118
<b>Anexo 8</b> <i>Formato registro de tiempo etapa extrusión y moldeo-Antes .....</i>	119
<b>Anexo 9</b> <i>Formato registro de tiempo etapa corte y cargue de la mezcla-Antes....</i>	120
<b>Anexo 10</b> <i>Formato registro de tiempo etapa corte y cargue de la mezcla-Antes..</i>	121
<b>Anexo 11</b> <i>Formato registro de tiempo etapa transporte a patios de secado-Antes</i>	122
<b>Anexo 12</b> <i>Formato registro de tiempo etapa transporte a patios de secado-Antes</i>	123
<b>Anexo 13</b> <i>Formato registro de tiempo etapa apilado del farol-Antes .....</i>	124
<b>Anexo 14</b> <i>Formato registro de tiempo etapa apilado del farol-Antes .....</i>	125
<b>Anexo 15</b> <i>Formato registro de tiempo etapa alimentación de la tolva-Actual .....</i>	126
<b>Anexo 16</b> <i>Formato registro de tiempo etapa alimentación de la tolva-Actual ....</i>	127
<b>Anexo 17</b> <i>Formato registro de tiempo etapa alimentación de la tolva-Actual .....</i>	128
<b>Anexo 18</b> <i>Formato registro de tiempo etapa adición de agua-Actual .....</i>	129
<b>Anexo 19</b> <i>Formato registro de tiempo etapa adición de agua-Actual .....</i>	130
<b>Anexo 20</b> <i>Formato registro de tiempo etapa adición de agua-Actual .....</i>	131
<b>Anexo 21</b> <i>Formato registro de tiempo etapa extrusión y moldeo-Actual.....</i>	132
<b>Anexo 22</b> <i>Formato registro de tiempo etapa extrusión y moldeo-Actual.....</i>	133
<b>Anexo 23</b> <i>Formato registro de tiempo etapa corte y cargue de la mezcla-Actual</i>	134

<b>Anexo 24</b>	<i>Formato registro de tiempo etapa corte y cargue de la mezcla-Actual</i>	135
<b>Anexo 25</b>	<i>Formato registro de tiempo transporte a patios de secado-Actual.....</i>	136
<b>Anexo 26</b>	<i>Formato registro de tiempo transporte a patios de secado-Actual.....</i>	137
<b>Anexo 27</b>	<i>Formato registro de tiempo etapa apilado del farol-Actual.....</i>	138
<b>Anexo 28</b>	<i>Formato registro de tiempo etapa apilado del farol-Actual.....</i>	139
<b>Anexo 29</b>	<i>Tarjeta de Clasificación piezas metálicas.....</i>	140
<b>Anexo 30</b>	<i>Tarjeta de Clasificación repuestos .....</i>	141
<b>Anexo 31</b>	<i>Tarjeta de Clasificación Arcilla .....</i>	142
<b>Anexo 32</b>	<i>Tarjeta de Clasificación tornillos.....</i>	143
<b>Anexo 33</b>	<i>Tarjeta de Clasificación motores .....</i>	144
<b>Anexo 34</b>	<i>Formato de auditoria 5S.....</i>	145
<b>Anexo 35</b>	<i>Formato de seguimiento auditorias 5S.....</i>	146

## Glosario

**Fabricación:** Confección o elaboración de un producto a partir de la combinación de sus componentes, especialmente en serie y por medios mecánicos.

**Proceso de mejora continua:** Actividad de analizar los procesos que se usan dentro de una organización o administración para revisarlos y realizar adecuaciones con el fin de minimizar los errores de forma permanente.

**Arcilla:** Roca sedimentaria compuesta por agregados de silicatos de aluminio hidratados procedentes de la descomposición de rocas que contienen feldespato, como el granito. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, desde el rojo anaranjado hasta el blanco cuando es pura.

**Productividad:** Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

**Mantenimiento correctivo:** Aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos para corregirlos o repararlos.

**Mantenimiento preventivo:** Es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y limpieza que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad.

**Desperdicio:** Actividad que consume recursos, pero no agrega valor al cliente final.

**Lean Manufacturing:** Modelo de gestión que se enfoca en minimizar las pérdidas de los sistemas de manufactura al mismo tiempo que maximiza la creación de valor para el cliente final. Para ello utiliza la mínima cantidad de recursos, es decir, los estrictamente necesarios para el crecimiento.

**Cuello de botella:** Es un proceso productivo donde se obtienen unos tiempos ociosos, movimientos innecesarios, también es una cadena productiva más lenta que otras. Donde existen actividades las cuales incrementan los tiempos de producción causando el aumento de los costos.

**El diagrama de Pareto:** Gráfica que organiza valores, los cuales están separados por barras y organizados de mayor a menor, de izquierda a derecha respectivamente. Esta gráfica permite asignar un orden de prioridades para la toma de decisiones de una organización y determinar cuáles son los problemas más graves que se deben resolver primero.

**Diagrama de Ishikawa:** Herramienta de mejora continua enfocada en la calidad, que muestra todas las posibles causas que existen detrás de un problema o efecto determinado.

**Estudio de tiempos:** Es una técnica empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo de las fases que componen el proceso de producción, es decir medir el tiempo de una tarea de manera cuidadosa, para identificar variaciones y establecer el tiempo estándar tanto para piezas, como para otras actividades: retrasos, averías, descanso.

**Estandarización:** Es un proceso que permite la creación de normas, con el objetivo de unificar los procesos, con las características de un formato o modelo óptimo, de los bienes y servicios de la producción mundial.

**Proceso:** Es una secuencia de operaciones que llevan un seguimiento lógico, la cual permite llegar a un resultado final.

**Reproceso:** aquella acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos.

**Tiempo de ciclo:** Es el tiempo establecido para un proceso desde que inicia la operación hasta la obtención del producto terminado.

**Tiempo de ocio:** Es el tiempo designado por la persona, actividades que no son laborales.

## Resumen

El presente trabajo muestra una serie de técnicas aplicadas en la empresa ladrillos del pacifico, empleando una metodología que permite una evolución o mejora continua en el proceso productivo, este trabajo se llevó a cabo con el objetivo de mejorar la situación actual del área de producción, implementando herramientas del lean Manufacturing como 5s, Poka Yoke y TPM. Inicialmente se realizó un análisis de la situación actual del área de producción donde se hizo uso de herramientas de métodos y tiempos, diagrama de Ishikawa y diagrama de Pareto, permitiendo recolectar la información necesaria la cual evidencie las problemáticas de dicha área, para posteriormente implementar las técnicas mencionadas, mediante una investigación de aspectos cualitativos (diagrama de Ishikawa) fue posible identificar las causas raíces generadoras de la problemática central, la cual es la baja productividad de la empresa. Con el previo diagnostico se procedió con la implementación de las técnicas eliminando todo tipo de desperdicios presentes en el proceso de productivo, entendiéndose como desperdicio todas aquellas actividades que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar, obteniendo como resultado una reducción del 33,5% del tiempo de ciclo lo que generó un aumento significativo en las unidades producidas, ya que anteriormente la empresa producía 742 unidades al día y con la implementaciones evidenciadas a lo largo del documento pasó a producir 1952 unidades por día, demostrando que la aplicación de técnicas lean Manufacturing contribuye a la mejora de los sistemas de producción, todo esto con el compromiso, disciplina y ayuda de los colaboradores de la empresa.

***Palabras calves:*** Desperdicios, Lean Manufacturing, Productividad, Tiempo de Ciclo.

### **Abstract**

The present work shows a series of techniques applied in the bricks of the Pacific company, working on a methodology that allows an evolution or continuous improvement in the production process, this work was carried out with the objective of improving the current situation of the production area, implementing lean manufacturing tools such as 5s, Poka Yoke and TPM. Initially, an analysis of the current situation of the production area was carried out where tools of methods and times, Ishikawa diagram and Pareto diagram were used, managing to collect the necessary information which evidences the problems of said area, to subsequently implement the techniques mentioned, through an investigation of qualitative aspects (Ishikawa diagram) it was possible to identify the root causes generating the central problem, low productivity. With the previous diagnosis, we proceeded with the implementation of the techniques eliminating all types of waste present in the production process, understanding as waste all those activities that did not add value to the product for which the client is not willing to pay, obtaining as a result a 33.5% reduction in the cycle time, which showed a significant increase in the units produced, since previously the company produced 742 units per day and with the implementations evidenced throughout the document, it went on to produce 1,952 units per day, demonstrating that the application of lean manufacturing techniques contributes to the improvement of production systems, all this with the commitment, discipline and help of the company's collaborators.

**Keywords:** Waste, Lean Manufacturing, Productivity, Cycle Time.

## **Introducción**

El presente trabajo tiene como objetivo identificar los principales desperdicios que afectan la productividad en la empresa ladrillos del pacifico, haciendo uso de herramientas como diagrama de Ishikawa, de Pareto y un estudio de tiempos.

Robbins y Judge (2009, citado en Favela-Herrera et al.,2019, pp115-133) nos dicen que la productividad es fundamental para el logro de los objetivos de las organizaciones, para su desempeño económico y del cual, las empresas necesitan identificar estrategias en su modo de gestionarla con el fin de afrontar determinados retos a los que la competencia, el entorno y el mercado las compromete. Es por ello que se trazó como objetivo principal la implementación de técnicas lean Manufacturing en la empresa ladrillos del Pacifico con el fin de eliminar aquellos desperdicios identificados y posteriormente aumentar la productividad de la misma.

Las técnicas a implementar en este proyecto son; 5´s, TPM y Poka Yoke, dichas técnicas se eligieron por su efectividad a la hora de eliminar desperdicios y reducción de tiempos improductivos.

En el capítulo 1 se plantean las cuestiones teóricas que abordan la definición de metodologías, técnicas y herramientas que sustentan el planteamiento de la problemática, el capítulo concluye con un recuento de los estudios que se han realizado anteriormente por diferentes autores con el fin de identificar la efectividad de los mismos y asimismo tener un base en la cual apoyarse para la elaboración de este proyecto.

En el capítulo 2 se identificaron los desperdicios y puntos susceptibles a mejorar en la empresa, para ello se identificó la situación actual de la empresa, mediante la implementación de las herramientas como diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto y estudio de tiempos, herramientas que nos permitieron evidenciar los altos tiempos destinados para desperdicios, dichos tiempos se dividían en reprocesos, transportes innecesarios y fallas por averías, también, se identificó que las técnicas lean como 5's no están implementadas en la empresa, ya que su porcentaje de implementación nos arrojó un 5%, para lo cual, en este capítulo se realizó la proyección de implementación de dicha técnica en un 95%.

En el capítulo 3 se realizaron propuestas y se realizó la implementación de las técnicas lean manufacturing elegidas, como lo son 5's, TPM y Poka yoke, arrojándonos resultados altamente significativos, tales como la compra de una cortadora la cual permitió aumentar la eficiencia del proceso productivo, también se crearon planes de mantenimiento para disminuir en un 83,64% el tiempo perdido por fallas mensuales, todas las implementaciones realizadas, permitieron aumentar en un 163% la productividad de la empresa, cumpliendo así con el objetivo trazado en este proyecto.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Incrementar la productividad de la empresa ladrillos del Pacifico eliminando desperdicios en el proceso productivo mediante la implementación de técnicas del Lean Manufacturing.

### **Objetivos específicos**

- Identificar los desperdicios y puntos susceptibles a mejorar, aplicando herramientas como diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa y estudios de métodos y tiempos.
- Aplicar técnicas lean manufacturing que permitan eliminar los desperdicios identificados.
- Analizar los resultados obtenidos posteriores a la implementación de las herramientas lean manufacturing.
- Crear mecanismos de control que permitan mantener una mejora continúa.

## Capítulo 1

### Marco Referencial

#### 1.1. Localización

El municipio de Santander de Quilichao está ubicado al sur occidente de Colombia, en la zona norte del departamento del Cauca, a 97 Km al norte de Popayán y a 47 Km al Sur de Santiago de Cali, Valle del Cauca. Limita al Norte con los Municipios de Villa Rica y Jamundí, al Occidente con el Municipio de Buenos Aires, al Oriente con los Municipios de Caloto y Jámalo y al Sur con el Municipio de Caldono, Se encuentra dividido territorialmente en Cabecera Municipal (43 barrios), un (1) Corregimiento Mondomo, Ciento cuatro (104) veredas y cuatro (4) Resguardos indígenas: Canoas, Munchique los Tigres, La Concepción y Guadualito, su posición geográfica respecto al meridiano de Bogotá es de 3° 0' 38" Latitud Norte y 2° 23' 30" latitud Oeste, su altura sobre el nivel del mar es de 1.071 metros, con una Extensión área urbana de 8,58 km<sup>2</sup> y una extensión área rural de 509,42 km<sup>2</sup> para un total de 518 km<sup>2</sup> (Campo-Lectamo,2018).

Quinamayo es una vereda perteneciente al municipio de Santander de Quilichao, la cual está ubicada a 8 km de la cabecera municipal, la empresa ladrillos del Pacifico se encuentra localizada en Quinamayo con un tiempo en el mercado de 9 años (2013-2022), cuenta en la actualidad con 8 operarios y su planta de producción cuenta con una extensión de 50m de ancho por 70m de largo.

**Figura 1***Ubicación de ladrillos del pacifico*

*Nota.* En la figura se puede apreciar la ubicación a nivel municipal la empresa ladrillos del pacifico.

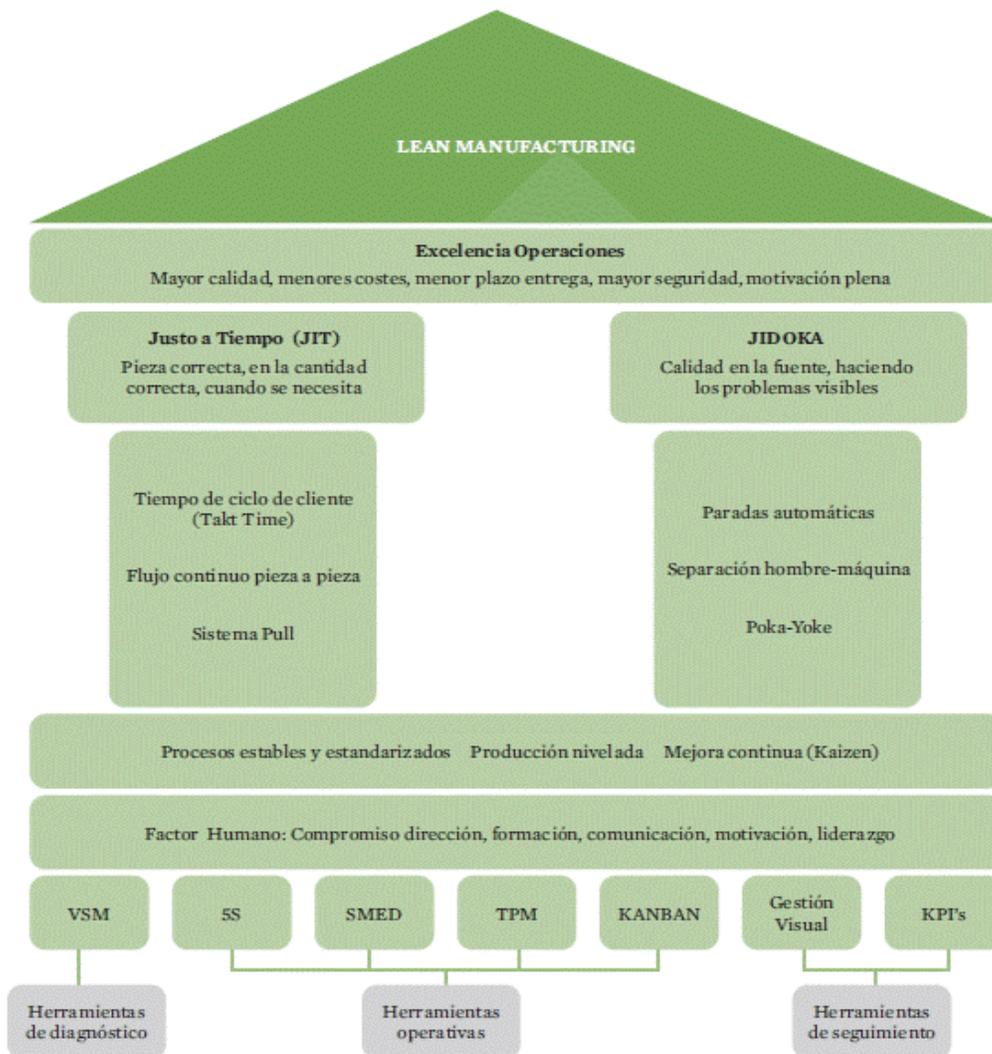
Fuente: Google Maps (2021).

## 1.2. Marco Teórico

### 1.2.1. Lean Manufacturing

**Figura 2**

*Pilares y técnicas de lean manufacturing*



*Nota.* En la figura se puede observar un modelo metodológico para la implementación de lean manufacturing. Fuente: (Sarria et al, 2017).

Lean Manufacturing (LM) ha sido seguido por empresas que desean aumentar su competitividad en el mercado, obteniendo mejores resultados a la vez que emplean menos recursos. El objetivo primordial de Lean Manufacturing es eliminar todas actividades que no agregan valor en todo el proceso productivo. Originalmente fue pensada para la producción de automóviles en Japón; sin embargo, sus técnicas y principios se han aplicado a una gran variedad de procesos diferentes a éste, tanto de servicios como de manufactura. La metodología Lean incide sobre la sobreproducción, esperas, inventario, transporte, defectos, desperdicio de procesos, movimientos innecesarios y subutilización de la capacidad de los empleados. Pero hay otro aspecto fundamental en esta metodología, y es que además se basa en una filosofía de negocio que valora la comprensión de las personas y los factores que las motivan. A pesar de la diversidad de trabajos en diferentes sectores productivos en todo el mundo, desde automóvil, alimentos, medicina y laboratorios, los principios de Lean han sido menos aplicados en industrias con procesos continuos, en parte debido a ciertas dificultades para la implementación en ese tipo de procesos, pero esto no quiere decir que no se pueda aplicar (Tejeda, 2011).

### ***1.2.2. Desperdicios del lean manufacturing***

Frank Gilbreth, pionero del concepto de desperdicios en el trabajo, implementó una mejora de los métodos y movimientos para la construcción de edificios. Según lo expuesto por Palacios (2009) desde que se inició en el oficio, Frank notó que cada albañil tenía su propio método de trabajo y que no había dos que hicieran el trabajo exactamente de igual forma., estas observaciones pusieron a Gilbreth en el camino de encontrar la mejor forma de ejecutar dicha tarea, debido a los cambios que Gilbreth

implementó se logró aumentar la cantidad de trabajo que podía ejecutar un albañil en la jornada, en un principio el ritmo máximo de producción era de 120 ladrillos / hora hombre, y con la mejora la cual consistía en eliminar movimientos innecesarios, ya que cada vez que el albañil requería un ladrillo se agachaba hasta el piso para poder tomarlo, para evitar esta acción Frank Gilbreth introdujo un pequeño andamio, facilitando la actividad ya que el andamio acercaba los ladrillos a la altura de la cintura del albañil, logrando así aumentar el ritmo máximo de producción en 350 ladrillos /hora hombre, en promedio.

Es una herramienta muy utilizada la cual busca eliminar la sobreproducción, tiempo de espera, transporte, sobre procesamiento, exceso de inventario, movimientos innecesarios y defectos, es decir todas aquellas actividades que no añaden valor al producto por la cuales el cliente no está dispuesto a pagar.

### ***1.2.3. Sobreproducción***

Hacer más de lo que el cliente ha solicitado, es decir más de lo que se requiere, lo cual generara inventarios acumulados que puede conllevar a productos obsoletos (Socconini, 2019).

### ***1.2.4. Tiempo de espera***

Cualquier momento en el que el valor no puede ser agregado por causa de retrasos como, esperar que un operador realice algunos ajustes, que la maquina este a la espera de materia prima, que el operador espere a que la maquina termine su labor, etc. Todos estos aspectos se traducen en tiempo que no agrega valor (Socconini, 2019).

### ***1.2.5. Movimiento innecesario***

Socconini (2019) lo define como el traslado de personas de un punto a otro en su lugar de trabajo o en toda la empresa, sin que ello sea indispensable para aportar valor al producto y sin que contribuya a la transformación de producto, la búsqueda de herramientas, información o materiales es un claro ejemplo de movimientos innecesarios ya que reduce la productividad del proceso por la pérdida de tiempo.

### ***1.2.6. Transporte***

Son todos aquellos traslados de materiales que no apoyan directamente el sistema productivo como lo indica Socconini (2019) mover los productos de un lado a otro de la planta no se traduce en un cambio significativo para el cliente, por el contrario, implica un costo.

### ***1.2.7. Sobre proceso***

Hacer más cosas al producto de las que el cliente requiere, por las cuales no está dispuesto a pagar como por ejemplo contar productos, inspección de productos, duplicar actividades en el proceso que no son necesarias (Socconini, 2019).

### ***1.2.8. Defectos***

Es la pérdida de los recursos empleados para producir un artículo o servicio defectuoso, ya que se invirtieron recursos como; materiales, tiempo de la máquina y de mano de obra, lo que conlleva a otro desperdicio conocido como sobre proceso (Socconini, 2019).

Estos defectos en muchas ocasiones son generados por procesos ineficientes, falta de control en los procesos, variaciones excesivas en los procesos de producción, etc.

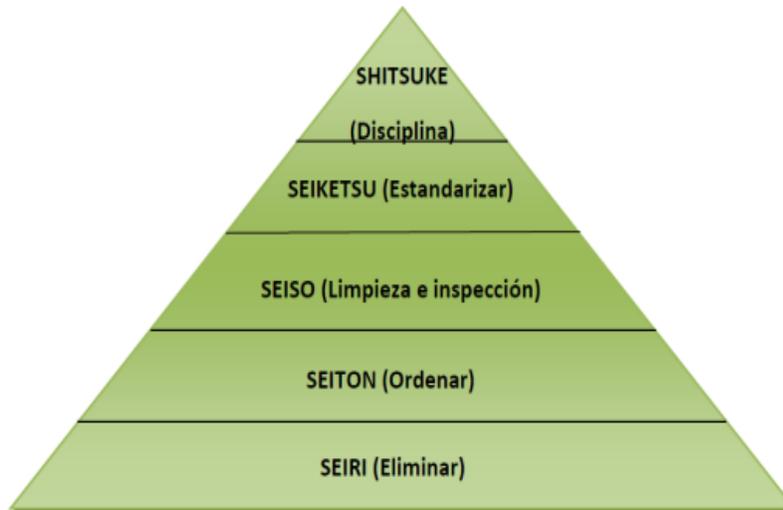
### ***1.2.9. Exceso de inventarios***

Cualquier material, producto en proceso o producto terminado que exceden a lo que se necesita para satisfacer a la demanda del cliente, en general, dichos inventarios son generados para evitar ineficiencias como; pronósticos de ventas erróneos, poca confianza en que no haya fallas en las maquinas que se emplean en la producción, el desconocimiento de la capacidad real de producción, cuellos de botella sin control (Socconini, 2019).

## **1.3. Técnicas lean**

### ***1.3.1. 5S***

Las 5S son una herramienta enfocada al trabajo con efectividad, organización y estandarización, busca establecer un ambiente de trabajo agradable y de alto rendimiento, en un clima de seguridad, orden, limpieza y constancia que permita el correcto desempeño de las operaciones diarias y lograr así el cumplimiento de estándares previstos y requeridos por los clientes Vázquez (2013, citado en Favela-Herrera et al., 2019, pp115-133).

**Figura 3***Pasos para la implementación de 5S*

*Nota.* La figura representa la secuencia que se debe seguir para la correcta implementación de 5S. Fuente: (Manzano y Gisbert, 2016).

SEIRI – Separar: Eliminar lo innecesario: “Busca que todo elemento que no sea de utilidad sea removido del puesto de trabajo” (Hernández y Vizán, 2013, como se citó en Salcedo-Hernández y Acevedo-Lopez, 2021).

SEITON – Identificar y ordenar; determinar el lugar correcto de almacenaje de cada elemento del trabajo: “su objetivo es definir la ubicación, de los elementos necesarios para el desempeño de una tarea, con el fin de tener un mejor control de los mismos” (Hernández y Vizán, 2013, como se citó en Salcedo-Hernández y Acevedo-Lopez, 2021).

SEISO – Limpieza: “significa, evaluar un entorno de trabajo tratando los defectos, y eliminándolos de una manera prospectiva” (Hernández y Vizán, 2013, como se citó en Salcedo-Hernández y Acevedo-Lopez, 2021).

SEIKETSU – Estandarización: “como preámbulo para alcanzar la estandarización se debe dar por hecho las primeras “3s” a partir de allí se consigue un esquema de trabajo homogéneo que aumenta la efectividad de los trabajadores y la productividad de la organización” (Hernández y Vizán, 2013, como se citó en Salcedo-Hernández y Acevedo-Lopez, 2021).

SHITSUKE – Disciplina: “con la finalidad de generar hábitos con base en la estandarización busca que estos sean perdurables en el tiempo” (Hernández y Vizán, 2013, como se citó en Salcedo-Hernández y Acevedo-Lopez, 2021).

### ***1.3.2. Poka yoke***

Más que una herramienta de la filosofía Lean Manufacturing, se ha dado a conocer a través de los tiempos como una técnica importante de calidad, gracias al ingeniero Japonés Shigeo Shingo, su aporte se basa en la creación o mejoramiento de procesos donde no se permitan errores de ningún tipo, y a su vez evita que estos se materialicen en defectos, corrigiéndolos o previniéndolos antes de que se lleguen a presentar, la clave para iniciar la implementación y divulgación de este sistema o filosófica, fue descubrir que el muestreo estadístico tenía deficiencias, y nunca iba a ser preciso en las inspecciones de los productos, lo cual confirmaba que siempre iba a existir un porcentaje de error (Salcedo-Hernández y Acevedo-Lopez, 2021). Los dispositivos poka yoke, son instrumentos, mecanismos o herramientas, cuya función es evitar errores

antes de que se materialicen, o permitir la visualización de los mismos mediante el principio ANDON (alarmas en el proceso), al hacerlos muy visibles o muy obvios para que el operario los corrija a tiempo, de esta forma se previenen errores humanos que pueden llegar a materializarse en defectos del producto final ( Salcedo-Hernández y Acevedo- Lopez, 2021).

### ***1.3.3. TPM***

Es una técnica que tiene como objetivo optimizar el rendimiento general del Equipo de producción asegurando su uso más eficiente, este método se centra en la participación de los empleados, en el esfuerzo de mantenimiento y la eficiencia del equipo, maximizando la eficiencia y encontrar el costo óptimo durante el ciclo de vida del equipo, el objetivo es reducir los costos, reducir los plazos de entrega y aumentar la calidad del producto (Ribeiro et al., 2019). El TPM es para nunca dejar de buscar la máxima productividad del sistema industrial en Ordenar a obtener el máximo aprovechamiento del potencial productivo o para acercarse lo más posible a cero interrupciones del proceso (Ribeiro et al., 2019).

**Figura 4***Pilares del TPM*

*Nota.* La figura presenta los 8 pilares que componen el TPM. Fuente: (Fernández, 2018).

Los pilares en los que se basa, o se sustenta, el TPM son una serie de procesos fundamentales por los que sirve de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado (Fernández-Álvarez, 2018). Los pilares principales del TPM son:

***Pilar 1: Mejora enfocada o método kaizen***

Actividades desarrolladas con la intervención de las áreas comprometidas en el proceso productivo con el objetivo de maximizar la efectividad de los equipos, procesos y plantas; Se trata de desarrollar el proceso de mejora continua aplicando procedimientos y técnicas de mantenimiento, técnicas las cuales ayudan a eliminar ostensiblemente las averías de los equipos y el procedimiento seguido para realizar acciones de mejoras enfocadas sigue los pasos del conocido Ciclo Deming o PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), (Fernández-Álvarez, 2018).

***PILAR 2: Mantenimiento autónomo o Jisho Hozen***

Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipo a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden, todo ello mediante el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipo, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo, averías (Fernández-Álvarez, 2018).

***PILAR 3: Mantenimiento programado***

Consiste en lograr mantener el equipo y el proceso en estado óptimo por medio de actividades sistemáticas y metódicas para construir y mejorar continuamente a fin de evitar paradas innecesarias (Fernández-Álvarez, 2018).

***PILAR 4: Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen***

Frecuentemente se entiende en el entorno industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo, pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final (Fernández-Álvarez, 2018).

***PILAR 5: Prevención del Mantenimiento***

Este pilar se centra en las actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, es decir, una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías (Fernández-Álvarez, 2018).

***PILAR 6: Mantenimiento de áreas soporte***

Su objetivo es lograr que las mejoras lleguen a la gerencia de los departamentos administrativos y actividades de soporte y que no solo sean actividades en la planta de producción, estas mejoras buscan un fortalecimiento de estas áreas, al lograr un equilibrio entre las actividades primarias de la cadena de valor y las actividades de soporte (Fernández-Álvarez, 2018).

***PILAR 7: Polivalencia y desarrollo de actividades***

Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo con las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos ya que es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo (Fernández-Álvarez, 2018).

***PILAR 8: Seguridad y entorno***

Se busca lograr el objetivo de “cero accidentes” y “cero contaminaciones” para que se crean entornos seguros, higiénicos y medio ambientalmente buenos, aparte de ser motivadores, ya que la contaminación en el ambiente de trabajo puede llegar a producir un mal funcionamiento de una máquina y muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo (Fernández-Álvarez, 2018).

***1.3.4. Diagrama de Pareto***

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de

barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas, de modo que se pueda asignar un orden de prioridades Rincón y Villareal (s.f, citado en Gallach, 2020). El principio de Pareto, conocido también como principio del 80-20, dicta la importancia de unos pocos problemas con mucha importancia frente a los muchos más problemas que se pueden observar, pero sin importancia alguna, es decir, el 20% de los problemas ocupan el 80% de las consecuencias (Gallach, 2020).

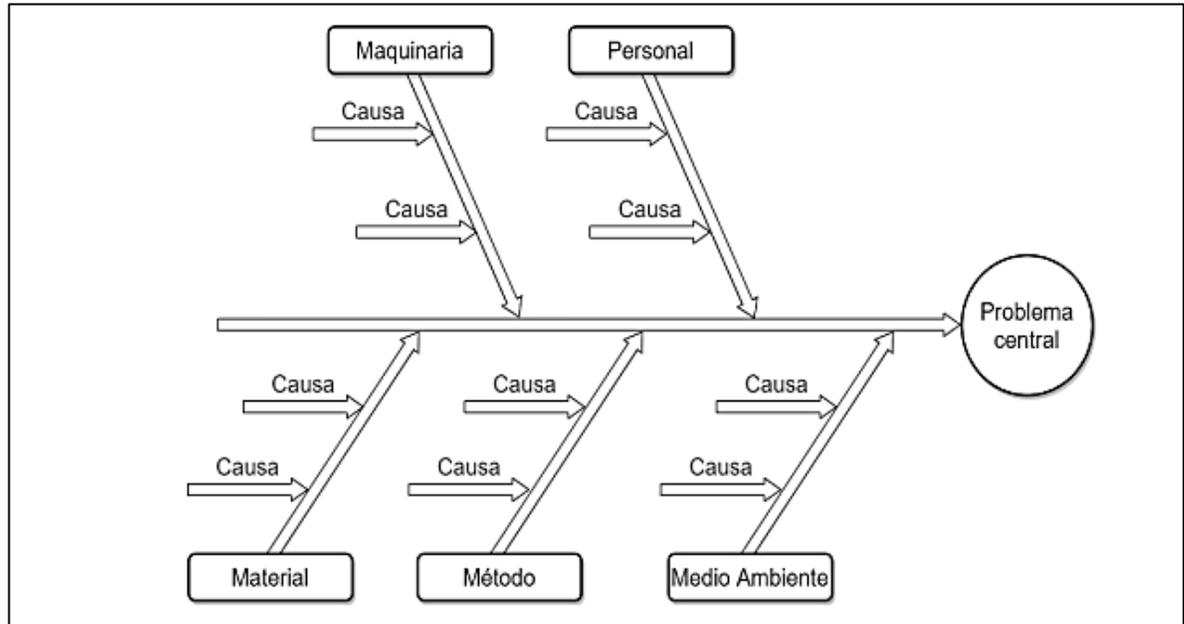
### ***1.3.5. Causa efecto o diagrama de Ishikawa***

De todas las herramientas básicas de la calidad, esta es la primera que no tiene una base netamente estadística, y es ampliamente utilizada para la identificación de causas de problemas de forma sistemática y organizada (Lemos, 2016).

El punto de origen del diagrama causa-efecto es considerar que un problema o un incidente puede estar originado por múltiples causas, pero que se pueden organizar en cinco o seis grandes grupos, esto permite emprender un plan de acción más eficaz para resolver el problema, al identificar varias posibilidades causas del problema en lugar de focalizar todos los recursos en una única causa (Lemos, 2016).

**Figura 5**

*Esquema del diagrama de Ishikawa*

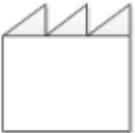


*Nota.* En la figura se puede observar los aspectos que se consideran al realizar el análisis del diagrama de Ishikawa. Fuente: (Delgado et al., 2021).

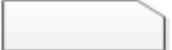
#### 1.4. VSM

El mapeo de la cadena de valor es una herramienta que te permite la representación gráfica del estado actual y futuro del sistema de producción, con el objetivo de que los usuarios tengan un mejor entendimiento de las actividades de desperdicio que necesitan ser eliminadas (Cantó y Gandía, 2019).

**Tabla 1***Símbolos del VSM*

Símbolo	Significado
	Fuentes externas: Este símbolo representa clientes y proveedores
	Flecha de traslado: Este símbolo representa el traslado de materias primas y producto terminado. De proveedor a planta o de planta a cliente.
	Transporte mediante camión de carga
	Transporte mediante tren
	Transporte mediante avión.
	Operación del proceso
	Información: Pronóstico, plan de producción, programación.
	Casillero de datos con indicadores del proceso

---

	Flecha de empuje para conectar el flujo de materiales entre operaciones cuándo este se lleva a cabo mediante un sistema push.
	Flecha de arrastre para conectar el flujo de materiales entre operaciones cuándo este se lleva a cabo mediante un sistema pull.
	Flecha para conectar el flujo de materiales entre operaciones cuándo este se lleva a cabo mediante una secuencia: “primeras entradas, primeras salidas”
	Inventario: De materia prima, producto en proceso, producto terminado.
	Información transmitida de forma manual.
	Información transmitida de forma electrónica.
	Relámpago Kaizen: Este símbolo representa los puntos dónde deben realizarse eventos de mejora enfocado en implementar la herramienta de Lean Manufacturing expresada.
	Kanban de producción.
	Kanban de transporte.

---

	Nivelación de la carga: Herramienta que se emplea para interceptar lotes de Kanban y nivelar el volumen de la producción.
	Línea de tiempo: Muestra los tiempos de ciclo de las actividades que agregan valor, y los tiempos de las actividades que no agregan valor.

*Nota.* En la tabla se relacionan los símbolos y su significado para la construcción del VSM. Fuente: (Cantó y Gandía, 2019).

### 1.5. Estado del arte

En el trabajo de Pantoja y Condormango (2020), se desarrolló una propuesta de aplicación de las herramientas Lean Manufacturing para aumentar la productividad en la línea de fabricación de una empresa ladrillera en la ciudad de Trujillo, donde utilizaron las siguientes herramientas lean: Mapa de flujo de valor, 5S, TPM, Kanban y métodos de mejora, las cuales permitirán desarrollar de manera efectiva las operaciones de la organización. Además, del diagnóstico realizado a la empresa también se pudo identificar que las operaciones actuales que ejecuta la organización estaban generando una pérdida y utilizando la metodología lean esta pérdida se puede reducir, permitiendo un beneficio para la organización.

Espinosa (2020), realizó una investigación que tuvo como objetivo principal el determinar la influencia al aplicar las herramientas Lean Manufacturing en la productividad de los procesos de distribución y preventa en la empresa Regza S.R.L, al aplicar las herramientas de Lean manufacturing SMED, 5S, TPM y Estandarización, las cuales fueron implementadas en la empresa para poder solucionar el problema que aquejaba a la empresa, como lo es la baja productividad, se logró un aumento de la

productividad total de un 38% llegando a la conclusión de que las herramientas lean manufacturing tienen un efecto significativo en la productividad.

Samuel et al. (2021) En su artículo destaca la implementación de herramientas lean y de calidad para mejoras continuas en las industrias de reparación electrónica sin automatización, en el, se eligieron dos niveles del proceso de la bahía de reparación para eliminar los cuellos de botella que afectan la calidad y la productividad, donde la implementación de lean manufacturing resultó en una mejora continua y facilitó a los trabajadores humanos mejorar la calidad de sus procesos de reparación.

En el artículo que realizó Santos et al. (2021) que tuvo como objetivo la implementación de una rutina de trabajo estándar mediante el uso de herramientas de lean manufacturing, buscando optimizar la distribución de actividades entre los operadores del sector logístico de una empresa fabricante de maquinaria agrícola, en dicha empresa se identificó que las actividades se realizaban de forma desordenada, generando así cuellos de botella en el área de recepciones y suministro, lo que se logró con este trabajo, fue, indicar estándares para las actividades desarrolladas y los tiempos de ejecución para cada actividad.

Umba-Rodriguez y Duarte-Cordón (2017) realizaron una propuesta para reducir el tiempo de ciclo en el proceso de fabricación de almojábanas en la empresa “El Goloso”, para ello se utiliza la metodología lean manufacturing donde inicialmente se plantea un diagnóstico de las operaciones, tiempos de producción, búsqueda de mudas y cuellos de botella, para ello se usan herramientas como (VSM, Pareto, Ishikawa), posteriormente se plantean propuestas que buscan la reducción de los tiempos de ciclo implementando 5's, células de trabajo y SMED, finalmente se realizó una evaluación

de viabilidad económica utilizando indicadores y teniendo en cuenta el capital invertido en la propuesta y los ingresos adicionales adquiridos por la mejora.

Baluis-Flores (2013) realizó un estudio donde presenta los principales problemas que padece una empresa del sector metal mecánico (dedicado a la fabricación de termas eléctricas y comercialización de calentadores instantáneos), por lo cual genera propuestas de mejora utilizando las herramientas del Lean Manufacturing.

Se realizó una investigación donde Rodríguez (2016) propone mejorar la calidad del producto en la empresa Calzados Lupita mediante la implementación de un modelo de gestión productiva basada en herramientas lean manufacturing, implementación la cual permitió identificar los defectos de calidad mediante la utilización del formato de control de calidad de cuyo análisis se aplicó las herramientas: Lean Valúa Stream Mapping, 5'S, Poka Yoke, también se realizó la elaboración de fichas de especificaciones técnicas y un formato de ficha de control de calidad.

Concha-Guaila, y Barahona-Defaz (2014) realizaron un estudio de mejoramiento de la productividad en la empresa INDUACERO CÍA. LTDA, en base al desarrollo e implementación de la metodología 5s y VSM, herramientas del lean manufacturing, teniendo como objetivo reducir actividades y tiempos muertos que no agregan valor y así adaptarse a las exigencias del mercado, mejorando la calidad de vida del personal.

Aguirre-Álvarez (2015) realizó una tesis la cual consiste en analizar las herramientas lean manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes con el fin de mejorar su productividad, con esto se logra enmarcar el caso de una microempresa de dulces de leche, obteniendo como resultados la recreación de tres

escenarios, correspondientes a las tres herramientas lean manufacturing de estudio TOC, Andon y TPM, por medio de la simulación en el software SIMUL 8 y el diseño de un plan experimental 2k, se concluye que la aplicación de las herramientas lean manufacturing para la eliminación de desperdicios, en este caso tiempos de espera, defectos y eficiencia de la mano de obra, en el eslabón productivo de la cadena de suministro, fueron mayores cuando se combinaban las herramientas Lean, que cuando eran aplicadas de manera independiente.

## Capítulo 2

### **Diagnostico e identificación de los desperdicios y puntos susceptibles a mejorar en el proceso productivo**

La empresa ladrillos del pacifico ubicada en la vereda Quinamayo departamento del Cauca, es una empresa familiar la cual inicio en el año 2013 con la producción de ladrillos tipo farol derivados de la arcilla (farol de 6 y 3 huecos), en la actualidad se fabrican 3 tipos de productos denominados farol de 6 huecos, 3 huecos y ladrillo macizo. En sus inicios las ventas eran deficientes lo cual les generaba un incremento en sus inventarios ocasionándoles un aumento en los costos sin obtener ingresos para cubrirlos, esta situación fue mejorando a medida que la empresa se fue posesionando en el mercado y fueron acondicionando mejor la planta de producción con el fin de ir obteniendo una mejora continua y ofrecer productos con excelente calidad, en busca de ello, se pudo observar que su proceso productivo presenta numerosos aspectos que generan un impacto negativo para la misma.

**Figura 6**

*Estado actual puestos de trabajo*



*Nota.* La figura presenta el estado actual de los puestos de trabajo. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la anterior figura, dichos aspectos están relacionados con que el lugar de trabajo mantiene muy desordenado, lo cual genera que los tiempos de transporte de material se vean afectados por ello, otro punto susceptible a mejorar es la organización de almacén de herramientas, ya que no se tiene un orden claro, por lo tanto, la búsqueda de las herramientas a utilizar demanda mucho tiempo, generando así que la productividad se vea afectada por ello. Otro aspecto que genera impacto negativo para la empresa es que la línea de producción tiende a tener paradas por fallas en la maquinaria debido a los desgastes forzados, estas paradas forzadas generan pérdidas de tiempo en producción, por lo cual se plantea identificar la periodicidad de las fallas, y así no hacer mantenimiento correctivo, sino realizar un mantenimiento preventivo, es decir, determinar un ciclo de mantenimiento para las fallas más repetitivas (lubricación, calibración, etc.) todo esto con el fin de asegurar la disponibilidad y confiabilidad de los

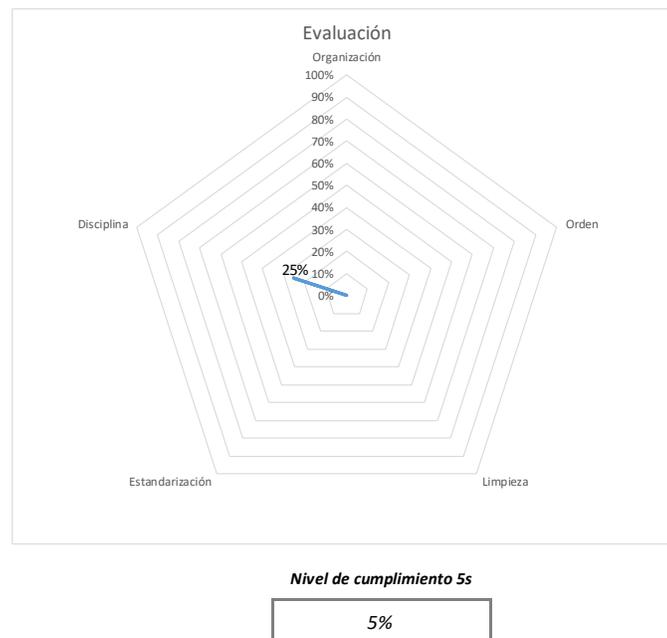
equipos y así mismo disminuir el tiempo perdido por fallas. Para atacar estos aspectos negativos se pretende realizar una propuesta para la implementación de técnicas de la filosofía lean Manufacturing que nos permitan mejorar la productividad de la empresa. El objetivo principal del lean Manufacturing es tener un flujo de proceso optimizado para que los productos se fabriquen según los requisitos de los clientes con poco o ningún desperdicio (Kamble et al., 2020). La implementación de prácticas Lean Manufacturing ya está brindando ventajas competitivas tales como mejoras en la calidad del producto, productividad, la salud y la seguridad de los trabajadores y la satisfacción del cliente (Yadav et al., 2020).

En la empresa ladrillos del Pacifico actualmente se están presentando una serie de problemas que son generados por aquellas actividades que no están añadiendo valor al producto catalogadas como desperdicios, los cuales generan un aumento en los costos y en los tiempos de operación del proceso productivo de la fábrica generando así que la productividad de la misma se vea afectada por ello, por ende el objetivo de este proyecto es aumentar la productividad en la empresa Ladrillos del Pacifico con la reducción y eliminación de los desperdicios, con dicha reducción y eliminación de desperdicios se va a generar una reducción de costos de producción ya que con la minimización de los reprocesos y automatización de actividades como alimentación de la maquina extrusora se impactara positivamente en este sentido, aportando de igual forma a la reducción de tiempos perdidos que permiten mejorar la productividad del proceso productivo, que, a su vez permitirá también que la empresa crezca y su posicionamiento en el mercado sea mayor generando nuevos empleos y aportando al desarrollo de la región, por consiguiente se identificó la necesidad de implementar técnicas de la filosofía Lean

Manufacturing. Esta filosofía anteriormente mencionada se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero si costo y trabajo (Socconini, 2019). Las técnicas elegidas son 5s, TPM y Poka Yoke las cuales son las encargadas de disminuir los despilfarros mencionados anteriormente, el estado actual de la implementación de las técnicas anteriormente mencionadas es, para TPM y Poka Yoke 0%, en cuanto a 5s se realizó una evaluación de la misma, que, como se puede observar en la figura 7, nos arrojó que el nivel de cumplimiento es 5%, por lo cual podemos concluir que dicha técnica aún no está implementada.

### Figura 7

#### *Evaluación 5s actual*



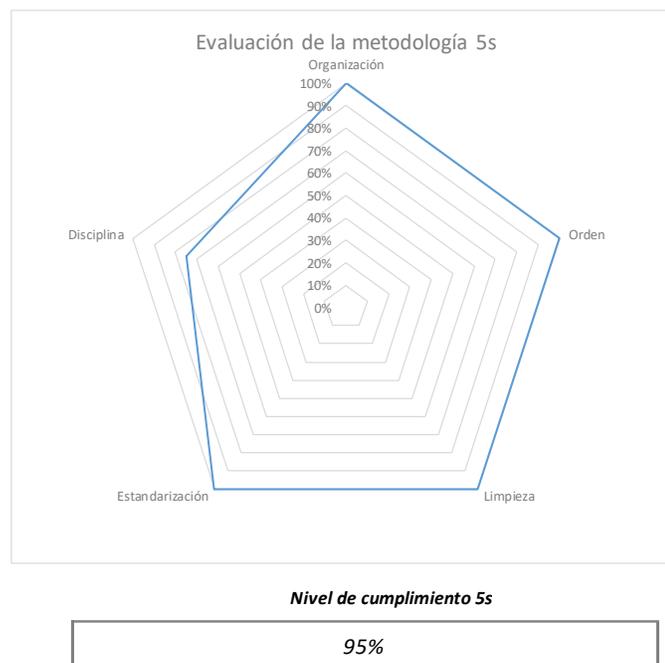
*Nota.* La figura presenta el porcentaje de implementación de 5S en la empresa actualmente. Fuente:

Elaboración propia

Lo que se pretende con este proyecto es aumentar dicho cumplimiento de la metodología 5s en un 90%, es decir, aumentar el nivel de cumplimiento en todos los aspectos evaluados, los cuales son; organización, orden, limpieza, estandarización y disciplina, todo ello con el fin de llegar a un nivel de cumplimiento del 95% como se observa en la figura 8.

### Figura 8

#### *Evaluación 5s proyectado*



*Nota.* La figura muestra la proyección en cuanto al nivel de cumplimiento de 5S. Fuente: elaboración propia.

Con la implementación de las 5s se generaría que la productividad y el tiempo productivo aumente y los despilfarros disminuyan.

El tiempo productivo actual de un turno de 9,5 horas es de 3,95 horas por turno, ya que se pudieron identificar los desperdicios que afectan dicho tiempo productivo, siendo estos desperdicios los siguientes:

**Tabla 2**

*Desperdicios por turno*

<b>Descripción</b>	<b>Horas</b>
Reproceso	2
Transportes innecesarios	0,1
Fallas	1,9
<b>Total tiempo perdido</b>	<b>3,95</b>

*Nota.* En la tabla se puede observar los tiempos correspondientes a los desperdicios identificados en el proceso productivo. Fuente: Elaboración propia.

Junto a esos tiempos perdidos por desperdicios, se le adicionan los tiempos designados a alistamiento, desayuno y almuerzo, la suma de todos estos tiempos improductivos se les restó a las 9,5 horas equivalentes a un turno, generándonos así el tiempo productivo total, como se puede visualizar en la siguiente tabla.

**Tabla 3***Tiempo productivo total*

<b>Actividades</b>	<b>Horas</b>
Turno	9,5
Almuerzo	1
Alistamiento	0,1
Desayuno	0,5
Total tiempo perdido (desperdicios)	3,95
<b>Tiempo productivo total</b>	<b>3,95</b>

*Nota.* En la tabla se puede observar el tiempo productivo total, el cual se determinó restándole a turno todos los tiempos improductivos y el tiempo de los desperdicios identificados

En la actualidad la empresa está produciendo 742 unidades por turno lo que equivale a 93,9 unidades/horas. Por lo tanto el objetivo principal de este proyecto es aumentar la productividad de la empresa ladrillos del pacifico, con la implementación de las herramientas anteriormente mencionadas se pasaría a aumentar en un 90% la productividad actual de la empresa.

### **2.1. Estudio de métodos y tiempos**

El Estudio de Tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida (Kanawaty et al., 1992).

Para realizar el estudio de tiempos, primeramente, se deben desglosar cada una de las actividades que van inmersas en la toma de tiempos, gracias a que este proyecto va enfocado en el aumento de la productividad del proceso productivo de la empresa, solamente se tomaran dichas actividades que están inmersas en el proceso productivo, es decir, no serán tomadas en cuenta actividades como cocción y secado, por lo tanto, las actividades tomadas en cuenta son las siguientes:

**Tabla 4**

*Actividades proceso productivo*

<b>Proceso</b>	<b>Actividades</b>
Maduración.	Alimentación de la tolva.
Humectación.	Adicionar agua a la arcilla.
Moldeo.	Extrusión y moldeo de la mezcla (Agua y Arcilla).
Corte.	Corte de la mezcla.
Apilamiento.	Transporte del ladrillo a los patios de secado.
	Apilamiento del ladrillo.

*Nota:* Esta tabla muestra cada una de las actividades inmersas en el proceso productivo de la empresa

Para realizar el estudio de tiempos fue necesario levantar toda la información debido a que la empresa no contaba con ningún estudio anterior relacionado a dicho tema, por lo tanto, se realizó la toma de tiempos en cada una de las actividades del proceso durante 1 semana, Inicialmente se realizaron muestras iniciales con las cuales se determinaron el número de observaciones, dicha muestra consta de 5 toma de tiempos por actividad, como se refleja a continuación.

**Tabla 5***Toma de tiempos*

<b>Proceso</b>	<b>Actividades</b>	<b>valor de las observaciones</b>
		2,47
		4,06
Etapa Maduración	Alimentación de la tolva	1,53
		3,26
		2,20
		1,23
Humectación	Adicionar agua a la arcilla	2,02
		0,56
		1,43
		1,09
		4,13
Moldeo	Extrusión y moldeo de la mezcla (Agua y Arcilla)	6,12
		2,50
		5,13
		3,32
		8,21
Corte	Corte de la mezcla y cargue de carretilla	12,18
		5,38
		10,19
		6,59
		2,20
	Transporte del ladrillo a los patios de secado	3,26
		1,34
Apilamiento		2,53
		1,57
		4,05
		6,01
	Apilamiento del ladrillo	2,45
		5,03
		3,25

*Nota:* La tabla anterior refleja la toma de tiempos preliminares para determinar el número de observaciones por actividad. Fuente: elaboración propia.

Para identificar el número de observaciones para cada actividad se hizo uso del método estadístico de la Organización internacional del trabajo, método en el cual requiere que se efectúen cierto número de observaciones preliminares ( $n'$ ), para luego poder aplicar la siguiente fórmula que nos brinda un nivel de confianza del 95% y un margen de error de  $\pm 5\%$ :

### Figura 9

*Fórmula para conocer el número de observaciones*

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Nota. En la figura 9 se puede observar la fórmula para calcular el número de observaciones requeridas, donde:  $n$  = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones);  $n'$  = Número de observaciones del estudio preliminar;  $\Sigma$  = Suma de los valores;  $x$  = Valor de las observaciones y  $40$  = Constante para un nivel de confianza de 95%. Fuente: (Salazar, 2019).

Se hizo uso de las 5 tomas de tiempos realizadas anteriormente en cada una de las actividades, con el fin de aplicar la fórmula planteada en la figura 9, dicha fórmula permitió identificar el número de observaciones a realizar en cada una de las actividades del proceso productivo, número de observaciones las cuales permiten generar un nivel de confianza del 95%, como se refleja a continuación.

**Tabla 6***Numero de observaciones*

Proceso	Actividades	valor de las observaciones	$\sum X^2$ De Las Observaciones	$\sum X$	$\sum X^2$	N	
Etapa Maduración	Alimentación de la tolva	2,47	6,10	13,52	40,39	167,84	
		4,06	16,48				
		1,53	2,34				
		3,26	10,63				
		2,20	4,84				
Humectación	Adicionar agua a la arcilla	1,23	1,51	6,33	9,14	224,84	
		2,02	4,08				
		0,56	0,31				
		1,43	2,04				
		1,09	1,19				
Moldeo	Extrusión y moldeo de la mezcla (Agua y Arcilla)	4,13	17,06	21,20	98,10	146,18	
		6,12	37,45				
		2,50	6,25				
		5,13	26,32				
		3,32	11,02				
Corte	Corte de la mezcla y cargue de carretilla	8,21	67,40	42,55	391,97	131,96	
		12,18	148,35				
		5,38	28,94				
		10,19	103,84				
		6,59	43,43				
Apilamiento	Transporte del ladrillo a los patios de secado	2,20	4,84	10,90	26,13	159,38	
		3,26	10,63				
		1,34	1,80				
		2,53	6,40				
		1,57	2,46				
	Apilamiento del ladrillo		4,05	16,40	20,79	94,39	147,03
			6,01	36,12			
			2,45	6,00			
			5,03	25,30			
			3,25	10,56			

*Nota:* La tabla anterior refleja la cantidad de observaciones que se deben tomar en cada una de las actividades.

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta la cantidad de observaciones que deben realizarse, se procede a recolectar la información en un periodo de 4 semanas, los resultados de la toma de cada uno de los tiempos se ven reflejados en los anexos, todo ello para poder determinar lo siguiente.

### ***2.1.1. Tiempo observado (TO)***

Tiempo promedio del ciclo de una operación medido con un cronometro centesimal en los diversos puestos de trabajo, anotando el tiempo a la misma actividad varias veces dependiendo del tamaño de muestra para que se pueda promediar, teniendo presente la variación del tiempo de operación (Huancas y Juárez,2021).

### ***2.1.2. Valoración***

Expresa el ritmo de trabajo, la valoración asignada es subjetiva, para realizar la valoración se tiene en cuenta la escala que se puede observar en la tabla 7, la cual contiene una escala de valoración de 0 a 100, donde el valor 100 representa el desempeño normal o estándar. Si se considera que la operación se está realizando a una velocidad inferior a la normal o estándar, se aplicará un factor inferior a 100. Si por el contrario, el ritmo de trabajo es superior al normal, se aplicará un factor superior a 100.

**Tabla 7***Tabla valoración del ritmo del trabajo*

<b>Escala 0-100</b>	<b>Descripción del desempeño</b>	<b>Velocidad (Km/h)</b>
0	Actividad nula.	0
50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operador parece medio dormido y sin interés en el trabajo.	3,2
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan.	4,8
100	Activo, capaz, como obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.	6,42
125	Muy rápido; el operador actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.	8
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de «virtuosos», solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.	9,6

*Nota:* La tabla anterior refleja las escalas de valoración del ritmo del trabajo

### ***2.1.3. Tiempo normal***

Es el tiempo en que el operario se demora en realizar una actividad, teniendo en cuenta el ritmo de trabajo y el tiempo estándar, este tiempo se establece de la siguiente manera:

### **Figura 10**

*Fórmula para establecer el tiempo normal*

$$TN = TO * Valoración$$

### ***2.1.4. Tiempos Suplementarios***

El tiempo suplementario es el tiempo que se consume por deficiencias en los productos y procesos, diseños y fatiga (Meyers, 2000).

Gracias a que el proceso productivo exige un esfuerzo humano se deben que prever ciertos suplementos para compensar la fatiga y descansar. De igual manera, debe preverse un suplemento de tiempo para que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales, es por ello que se implementaron los porcentajes de los suplementos que consideramos están presentes en el proceso productivo de la empresa, dichos porcentajes fueron realizados en base a la figura 11, realizada por la Organización internacional del trabajo.

**Figura 11***Porcentaje de suplementos*

<b>1 SUPLEMENTOS CONSTANTES</b>			Hombres	Mujeres	<b>E. Calidad del aire (factores climáticos)</b>			Hombres	Mujeres
Suplemento por necesidades personales	5	5	Buena ventilación o aire libre	0	0	Mala ventilación, sin emanaciones toxicas	5	5	
Suplemento base por fatiga	4	4	Proximidad de hornos, calderas, etc.	5	15				
<b>2 SUPLEMENTOS VARIABLES</b>					<b>F. Tensión visual</b>				
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>			2	4	Trabajos de cierta precisión	0	0		
<b>B. Suplemento por postura anormal</b>					Trabajos precisos o fatigosos	2	2		
Ligeramente incómoda	0	1	Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5				
Incómoda (inclinado)	2	3							
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	<b>G. Tensión auditiva</b>						
<b>C. Uso de fuerza/energía muscular</b>					Sonido continuo	0	0		
(Levantar, tirar, empujar en Kg)					Intermitente y fuerte	2	2		
2,5	0	1			Estridente y fuerte	5	5		
5	1	2	<b>H. Tensión mental</b>						
7	2	3	Proceso bastante complejo	1	1				
10	3	4	Proceso complejo o tensión muy dividida	4	0				
12,5	4	6	Muy complejo	8	0				
15	6	8	<b>I. Monotonía: mental</b>						
17,5	8	10	Trabajo algo monótono	0	0				
20	10	12	Trabajo bastante monótono	1	1				
22,5	12	18	Trabajo muy monótono	4	4				
25	14	-	<b>J. Monotonía: física</b>						
30	19	-	Trabajo algo aburrido	0	0				
40	33	-	Trabajo bastante aburrido	2	1				
50	58	-	Trabajo muy aburrido	5	2				
<b>D. Intensidad de luz</b>									
Mínimo por debajo de lo recomendado	0	0							
Bastante por debajo	2	2							
Absolutamente insuficiente	5	5							

*Nota:* en la figura se puede observar los suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos básicos por la OIT. Fuente: (Cruzado y Duran, 2020)

Los suplementos arrojados en el estudio del proceso productivo de la empresa ladrillos del pacifico fueron los siguientes:

**Tabla 8**

*Suplementos presentes en el proceso productivo*

<b>Suplementos</b>	
Necesidades personales	5%
Fatiga	4%
Trabajar de Pie	2%
Postura Anormal	2%
Uso de fuerza/energía	14%
intensidad de luz	2%
Ruido	2%
Monotonía	4%
Trabajo bastante aburrido	5%
<b>Total</b>	<b>40%</b>

*Nota:* La tabla anterior refleja los suplementos presentes en el proceso productivo de la empresa ladrillos del pacifico

### **2.1.5. Tiempo estándar**

Es el tiempo total de ejecución de una tarea, teniendo en cuenta el tiempo normal y el tiempo suplementario, su fórmula es la siguiente:

#### **Figura 12**

*Fórmula para establecer el tiempo estándar*

$$TE = \frac{TN}{(1 - \text{Suplementos})}$$

El estudio realizado arrojó los valores que se muestran en la tabla 9, valores los cuales serán empleados para la construcción del VSM actual

**Tabla 9***Tiempo estándar proceso productivo*

<i>Proceso</i>	<i>Actividades</i>	<i>Tiempo Observado</i>	<i>Valoración</i>	<i>Tiempo Normal (hh:mm:ss)</i>	<i>Suplemento</i>	<i>Tiempo Estándar Actividad</i>	<i>Tiempo Estándar Proceso</i>
Maduración	Alimentación de la tolva	4,263	125%	5,33	40%	7,46	
Humectación	Adicionar agua a la arcilla	2,121	125%	2,65	40%	3,71	
Moldeo	Extrusión y moldeo de la mezcla (Agua y Arcilla)	6,426	125%	8,03	40%	11,25	58,43
Corte	Corte de la mezcla	12,789	125%	15,99	40%	22,38	
Apilamiento	Transporte del ladrillo a los patios de secado	3,423	100%	3,42	40%	4,79	
	Apilado del ladrillo	6,3105	100%	6,31	40%	8,83	
TOTAL		35,33		41,73		58,43	

*Nota:* La tabla anterior refleja el tiempo estándar del proceso productivo, dicho tiempo estándar se obtuvo con la aplicación de las fórmulas expuestas anteriormente. Fuente: elaboración propia.

## 2.2. VSM

**Tabla 10**

*Etapas y sus procesos*

<b>Etapas</b>	<b>Proceso</b>	<b>Actividades</b>
1	Maduración.	Alimentación de la tolva.
2	Humectación.	Adicionar agua a la arcilla.
3	Moldeo.	Extrusión y moldeo de la mezcla (Agua y Arcilla).
4	Corte.	Corte de la mezcla.
5	Apilamiento.	Transporte del ladrillo a los patios de secado. Apilado del ladrillo.

*Nota:* La tabla anterior refleja cada una de las etapas con sus procesos y actividades correspondientes.

Fuente: elaboración propia.

### ***Información***

**Tabla 11**

*Información vsm*

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
Jornada laboral.	9,5 horas por turno (24hr).
Almuerzo.	60 minutos.
Alistamiento.	6 minutos.
Desayuno.	30 minutos.
Numero de turnos.	1/diario.
Días hábiles por mes.	25.
Demanda mensual.	42.000 unidades.

*Nota:* La tabla anterior refleja la información tomada para la realización del VSM.

$$\begin{aligned}\text{Tiempo disponible} &= (9,5 \text{ horas/turno}) - (1,6 \text{ horas/turno}) = 7,9 \text{ horas/turno} \\ &= (7,9 \text{ horas/turno}) * (60 \text{ minutos/hora}) = 474 \text{ minutos/turno} \\ &= (474 \text{ minutos/turno}) * (1 \text{ turno/día}) = 474 \text{ minutos/día}\end{aligned}$$

$$\text{Demanda diaria} = (42.000 \text{ unidades/ mes}) / (25 \text{ días/mes}) = 1680 \text{ unidades/día}$$

$$\text{Demanda diaria} = 1680 \text{ unidades / día}$$

$$\text{Tiempo takt} = \text{Tiempo disponible} / \text{Demanda}$$

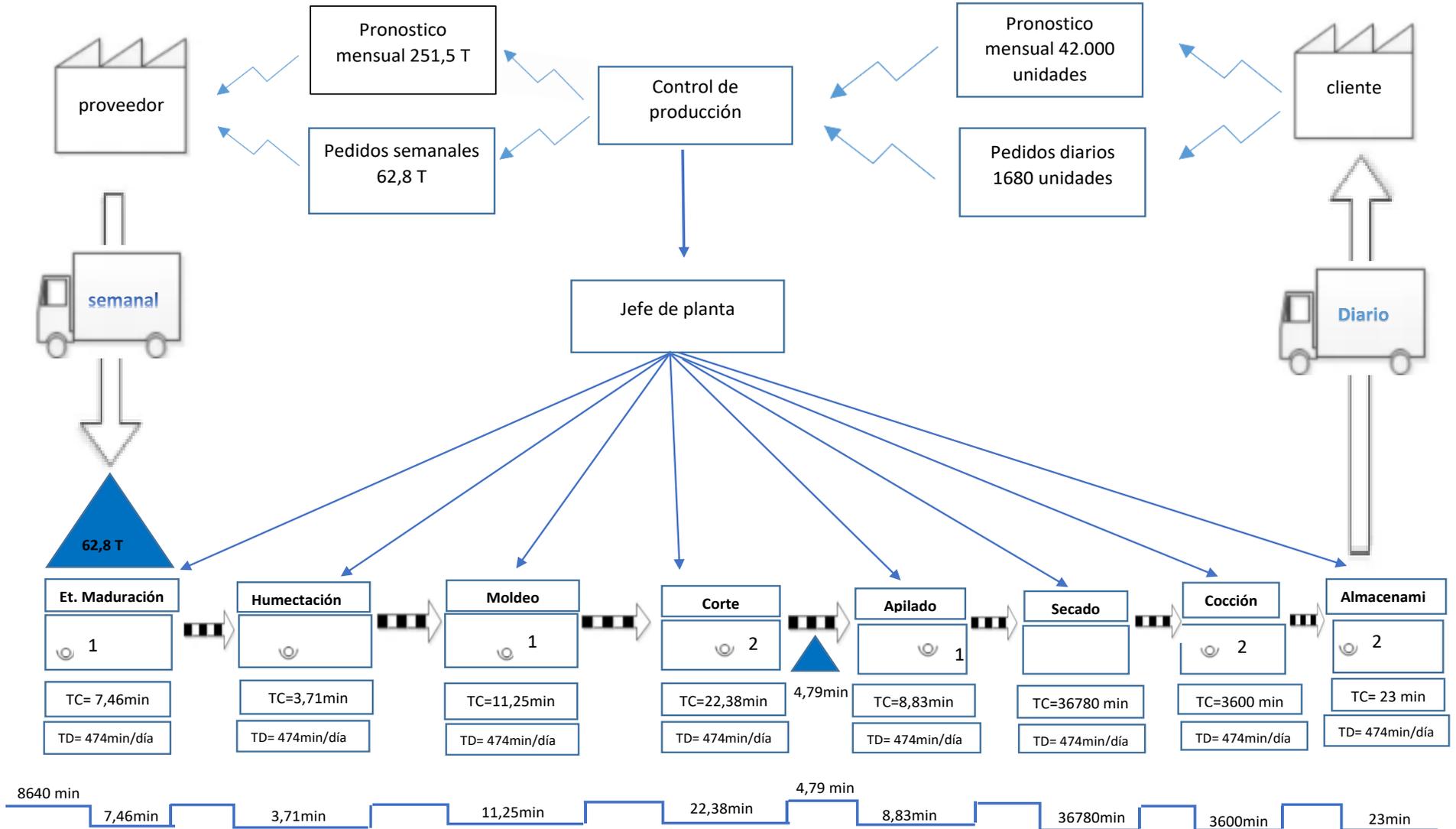
$$\text{Tiempo takt} = (474 \text{ minutos/día}) / (1680 \text{ unidades/día}) = 0,28 \text{ minutos /unidades}$$

$$\text{Tiempo takt} = 17 \text{ segundos/unidad}$$

### 2.3. VSM Ladrillos del pacifico

Figura 13

VSM actual



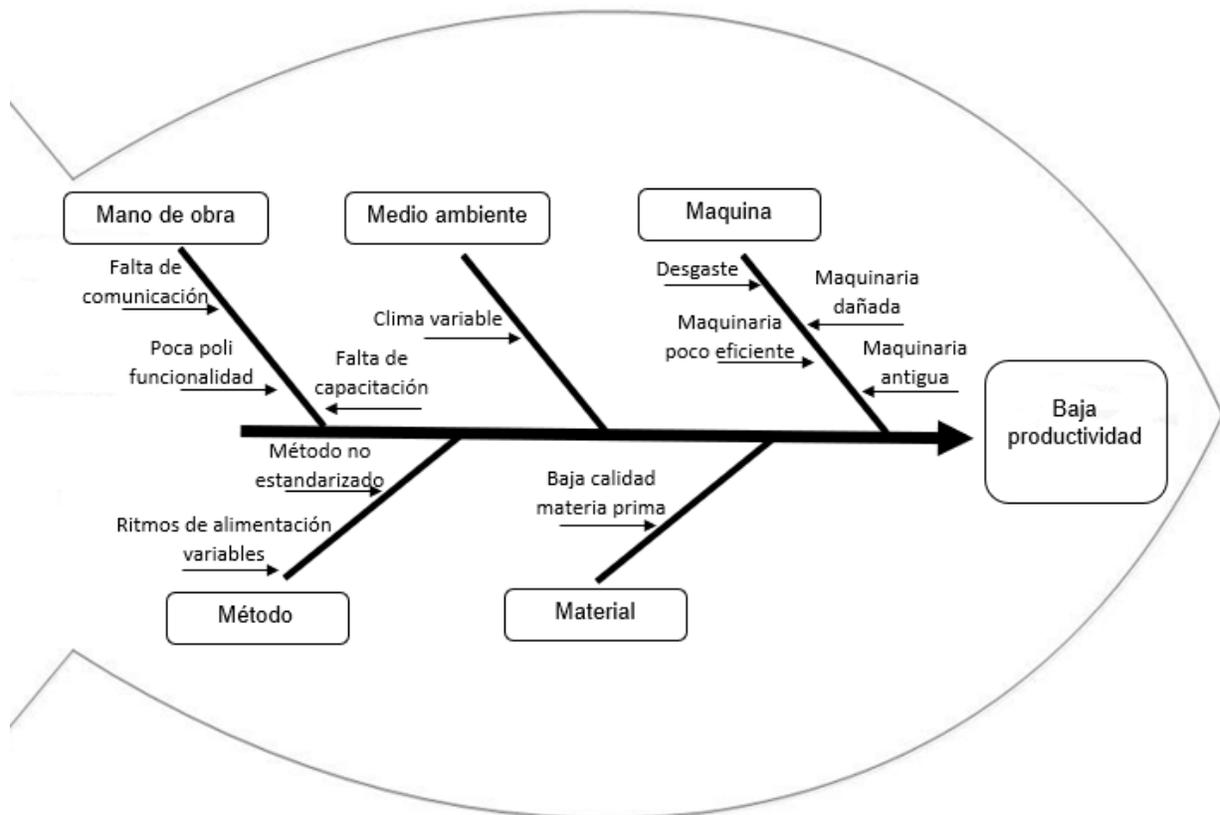
Tiempo de ciclo total = 53.63 minutos

Tiempo sin valor agregado= 8660 minutos (144 horas) (6.01 días)

Para producir 168 unidades se requiere un tiempo de ciclo de 53.63 minutos, Teniendo en cuenta las etapas comprendidas desde maduración hasta apilado, ya que la implementación de las técnicas va enfocada en el área de producción (maduración, humectación, moldeo, corte y apilado).

#### **2.4. Diagrama de Ishikawa**

Para identificar las causas que están involucradas en la baja productividad del proceso productivo de la empresa Ladrillos del pacifico, se hizo uso de la herramienta “Diagrama de Ishikawa o Diagrama de causa y efecto”, en el cual se realizó la identificación de, no solamente las causas sino también las sub causas, las causas principales fueron identificadas mediante las 5M las cuales se dividen en; Maquina, Material, Método, Mano de obra y Medio ambiente. Dicho diagrama es una metodología de análisis empresarial que permitirá investigar los orígenes y la causa raíz de los problemas o cuellos de botellas claramente para asimismo poder diseñar mejoras rápidas y de manera oportuna. A continuación, en la figura 14 se visualiza el diagrama de causa y efecto.

**Figura 14***Diagrama de Ishikawa*

*Nota.* En la figura se puede observar las causas de la baja productividad, identificadas en la empresa ladrillos del Pacífico

La argumentación de cada una de las sub causas identificadas son las siguientes:

#### **2.4.1. Maquina**

##### ***Desgaste***

Maquinaria desgastada por el paso del tiempo, lo que genera que el ritmo de producción de las mismas se vea disminuido.

### ***Maquinaria dañada***

Muchas averías en las maquinas ya que no se cuenta con un modelo de mantenimiento preventivo, sino que trabajan con mantenimiento correctivo, lo cual genera que se pierdan tiempos excesivos en producción.

### ***Maquinaria antigua***

La maquinaria usada actualmente por la empresa es muy antigua, lo cual genera reprocesos en la etapa de extrusión.

### ***Maquinaria poco eficiente***

La cortadora genera un sobrante, ya que no puede cortar la medida exacta del ladrillo sin generar dicho sobrante, el cual debe ser recogido y reprocesado de nuevo, lo cual se concluye que la maquina usada en el corte el ladrillo es poco eficiente.

## ***2.4.2. Material***

### ***Baja calidad materia prima***

La baja calidad de la materia prima se ve afectada por dos aspectos como; baja humedad y materia prima contaminada, en cuanto a la baja humedad, genera que el ritmo de producción se vea afectada por ello, ya que se le debe adicionar agua por más tiempo, generando así que la productividad disminuya. En cuanto a materia prima contaminada, esto lo que hace es generar productos defectuosos ya que la arcilla puede venir con elementos que fisuren el ladrillo, tales como plásticos, metales o piedras que no pudieron ser trituradas.

### **2.4.3. Método**

#### ***Método no estandarizado***

No se tiene claro un estándar, un procedimiento claro, es decir, no hay un paso a paso específico de cómo deben ser realizadas las labores en el área, lo cual genera que cada una de las personas involucradas en el proceso productivo realicen las labores con diferente método.

#### ***Ritmos de alimentación variables***

Estos ritmos de alimentación variables se reflejan en el depósito de la arcilla en la tolva por parte del palero, ya que es solo una persona que realiza esta labor, esta persona define el ritmo de producción del proceso, ya que, si no alimenta constantemente la tolva con la arcilla, el proceso no tendría materia prima que procesar, por lo tanto, el ritmo de producción se vería afectado. Y si alimenta demasiado rápido la tolva, generaría un estancamiento en la extrusora, lo cual haría que el proceso se detenga y asimismo genere un desperdicio que debe ser procesado nuevamente.

### **2.4.4. Medio ambiente**

#### ***Clima variable***

La producción se ve afectada por las lluvias, ya que, al ser un terreno arcilloso, el hecho de que llueva constantemente genera que el terreno se convierta en lodo, lo cual hace que el proceso productivo deba detenerse.

#### ***2.4.5. Mano de obra***

##### ***Falta de comunicación***

El palero debería estar en constante comunicación con la persona encargada de la humectación de la arcilla, y ahí conocer si debe alimentar más o menos la tolva para no generar retrasos y asimismo tener un ritmo de producción constante

##### ***Poca poli funcionalidad***

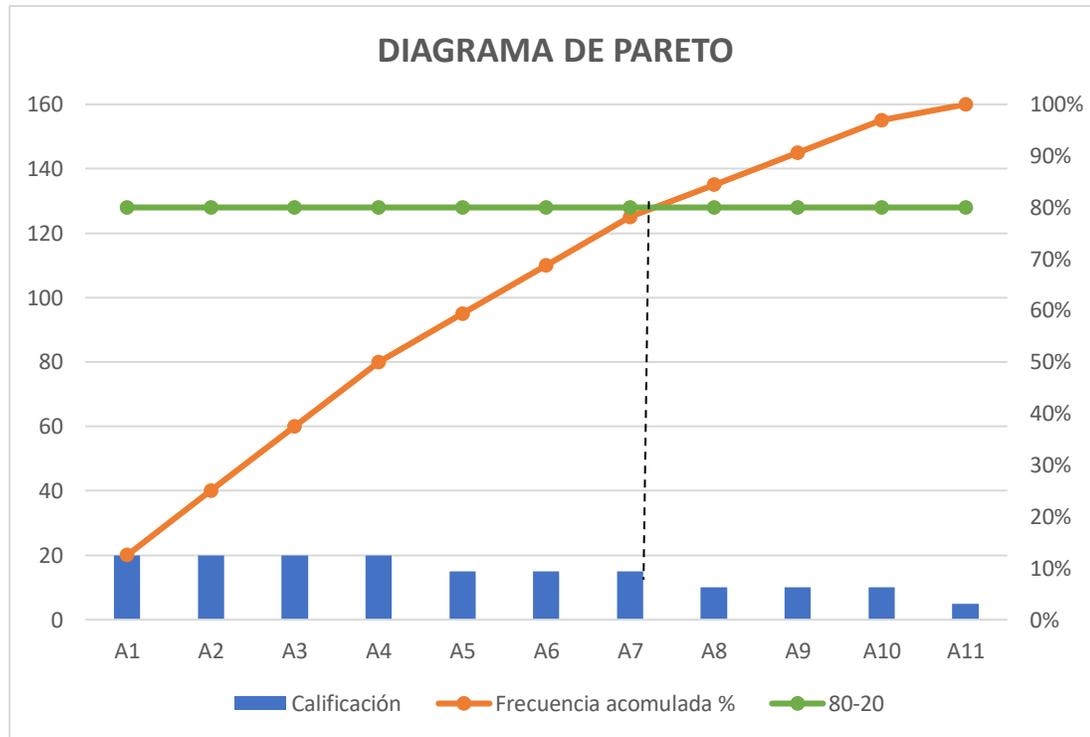
El palero está constantemente realizando un trabajo mecánico y que demanda mucho esfuerzo, por lo tanto, la fatiga al pasar las horas, genera que su ritmo de alimentación de la tolva disminuya, lo contrario sucedería si se rotaran por horas todo el personal.

Con la información descrita anteriormente, se realizó el análisis de cada una de las sub causas mediante la elaboración del diagrama de Pareto, donde se aplicó la ley 80-20 la cual hace referencia a que el 20% de algo, siempre será responsable del 80% de los resultados.

Tabla 12

## Valoración de Causas

EFEECTO	CAUSA	SUB CAUSAS	DENOMINACION SUB CAUSA	CALIFICACIÓN	FRECUENCIA (%)	FRECUENCIA ACUMULADA	FRECUENCIA ACUMULADA %	80-20
BAJA PRODUCTIVIDAD	Maquina	Maquinaria poco eficiente.	A1	20	13%	20	13%	80%
	Maquina	Maquinaria dañada.	A2	20	13%	40	25%	80%
	Maquina	Maquinaria antigua.	A3	20	13%	60	38%	80%
	Hombre	Falta de comunicación.	A4	20	13%	80	50%	80%
	Maquina	Desgaste.	A5	15	9%	95	59%	80%
	Método	Ritmos de alimentación variables.	A6	15	9%	110	69%	80%
	Hombre	Poca polifuncionalidad.	A7	15	9%	125	78%	80%
	Material	Baja calidad de materia prima.	A8	10	6%	135	84%	80%
	Método	Método no estandarizado.	A9	10	6%	145	91%	80%
	Hombre	Falta de capacitación.	A10	10	6%	155	97%	80%
	Medio ambiente	Clima variable.	A11	5	3%	160	100%	80%
<b>TOTAL</b>				160	100%			

**Figura 15***Clasificación de las Causas*

*Nota.* En la figura anterior se puede observar las causas raíces de acuerdo a la clasificación del diagrama de Pareto. Fuente: elaboración propia.

Con la elaboración del diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto fue posible determinar que las principales causas que generan disminución de la eficiencia en el proceso productivo de la empresa ladrillos del pacifico son las siguientes:

- Maquinaria poco eficiente
- Maquinaria dañada
- Maquinaria antigua
- Falta de comunicación
- Desgaste
- Ritmos de alimentación variables

- Poca polifuncionalidad

## 2.5. Metodología

El tipo de investigación que se utilizara en la Implementación de técnicas del lean Manufacturing, con el fin de incrementar la productividad en el proceso de fabricación del ladrillo en la empresa Ladrillos del Pacifico será una investigación de campo ya que la información es apoyada en libros y proyectos similares anteriormente realizados, todo ello con el fin de evitar duplicidad entre documentos, dicha investigación de campo será apoyada por un estudio, tanto cualitativo como cuantitativo, el estudio cualitativo se realizara por medio de herramientas tales como diagramas de Ishikawa y por medio de observación en campo. Por otro lado, el estudio cuantitativo será realizado por medio de la toma de tiempos y posterior tabulación en tablas de Excel, todo ello con el fin de permitir la implementación de diagramas de Pareto y así poder identificar los desperdicios y posteriormente a ello cumplir con los objetivos anteriormente planteados.

Este estudio será realizado en la empresa Ladrillos del Pacifico la cual cuenta con una planta de producción con una extensión de 50m de ancho por 70m de largo, dicha planta se encuentra ubicada en la vereda Quinamayo, vereda la cual es perteneciente al municipio de Santander de Quilichao, ubicada a 8 km de la cabecera municipal.

Las fuentes de información utilizadas en el proyecto fueron extraídas de bases de datos tales como Google Académico y ScienceDirect, de las cuales se realizó un filtro de información, de acuerdo al año de publicación, es decir, que los documentos

referenciados no fueran muy antiguos, también se priorizaron tesis y libros, aunque no se excluyeron algunos artículos de revistas de investigación.

**Tabla 13**

*Metodología implementada*

Objetivos específicos	Actividades	Estrategias metodológicas
Identificar los desperdicios y puntos susceptibles a mejorar, aplicando herramientas como diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa y estudios de métodos y tiempos.	Identificar los desperdicios más repetitivos durante un periodo de tiempo.	Aplicando el diagrama de Pareto.
	Identificar las causas raíces que generan baja productividad.	Aplicar diagrama de Ishikawa.
	Identificar tiempos de ciclo, tiempos sin valor agregado, distribución de planta y puesto de trabajo.	Aplicar herramientas de métodos y tiempos.
Aplicar técnicas lean manufacturing que permitan eliminar los desperdicios identificados.	Seleccionar técnicas lean.	Se procederá a realizar un análisis detallado de las técnicas que nos permitan eliminar los desperdicios plenamente identificados.
	5s	Distinguir entre lo que es necesario y lo que no lo es.  Tiramos lo que no sirve y se establecen normas para cada cosa.

---

		<p>No limpiar más, sino evitar que se ensucie.</p> <p>Iniciar el establecimiento de estándares de limpieza.</p> <p>Crear el hábito.</p> <p>Plantear soluciones que minimicen o impidan posibles fallos en el proceso productivo.</p> <p>Eliminar las ineficiencias en los procesos de producción mediante la mejora de las operaciones.</p> <p>Modelizar la información relacionada con mantenimiento, identificando y codificando equipos, averías y tareas preventivas.</p>
	Poka Yoke	
		<p>Limpiar, dejar sin manchas de aceite, grasa, polvo y libre de residuos la maquinaria y equipos.</p> <p>Eliminar las fuentes de suciedad y las zonas de difícil acceso.</p> <p>Aprender a inspeccionar el equipo.</p>
	TPM	
<p>Analizar los resultados obtenidos posteriores a la implementación de las herramientas lean manufacturing.</p>	<p>Identificar la eficiencia de los resultados obtenidos posteriormente a la implementación de las herramientas lean manufacturing.</p>	<p>Se comparan los resultados del antes y después de la implementación de las herramientas lean manufacturing.</p> <p>Se verifica el efecto de la mejora.</p>

---

---

Crear mecanismos de control que permitan mantener una mejora continua.	Diseñar bases de datos	Se implementan bases de datos con procedimientos, listas de chequeo que permitan identificar el procedimiento de implementación de cada una de las herramientas, y junto a ello permitan realizar seguimiento y monitoreo de las mismas
--	------------------------	---

---

*Nota.* La tabla contiene la metodología a seguir para dar cumplimiento a los objetivos planteados. Fuente: elaboración propia.

### Capítulo 3

#### Propuestas e implementación de técnicas lean manufacturing

##### 3.1. 5S

Esta es una técnica que permite a la empresa aumentar su competitividad ante otras empresas del mercado, mejorando niveles de limpieza y organización en las áreas de trabajo, generando así un ambiente de trabajo agradable y un aumento en la eficiencia.

Se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa donde se encontraron los siguientes hallazgos mediante una evaluación de aspectos como organización, orden, limpieza, estandarización y disciplina.

**Figura 16***Factores de organización*

Evaluación de Organización			
		Sí	No
1	¿Los objetos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades del área se encuentran organizados?		✓
2	¿Se observan objetos dañados?	✓	
3	En caso de observarse objetos dañados ¿Se han catalogado cómo útiles o inútiles? ¿Existe un plan de acción para repararlos o se encuentran separados y rotulados?		✓
4	¿Existen objetos obsoletos?	✓	
5	En caso de observarse objetos obsoletos ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?		✓
6	¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?	✓	
7	En caso de observarse objetos de más ¿Están debidamente identificados cómo tal, existe un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?		✓

Fuente: Adaptado de Herrera y Taipe (2017).

**Figura 17***Factores de Orden*

Evaluación de Orden			
		Sí	No
1	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario? ¿Cada cosa en su lugar?		✓
2	¿Se dispone de sitios debidamente identificados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?		✓
3	¿Utiliza la identificación visual, de tal manera que le permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?		✓
4	¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de los mismos? Entre más frecuente más cercano.		✓
5	¿Considera que los elementos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?		✓
6	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?		✓
7	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?		✓

Fuente: Adaptado de Herrera y Taipe (2017).

**Figura 18***Factores de Limpieza*

Evaluación de Limpieza			
		Sí	No
1	¿El área de trabajo se percibe como absolutamente limpia?		✓
2	¿Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo a sus actividades y a sus posibilidades de asearse?		✓
3	¿Se han eliminado las fuentes de contaminación? No solo la suciedad		✓
4	¿Existe una rutina de limpieza por parte de los operarios del área?		✓
5	¿Existen espacios y elementos para disponer de la basura?		✓

Fuente: Adaptado de Herrera y Taipe (2017).

**Figura 19***Factores de Estandarización*

Evaluación de Estandarización			
		Sí	No
1	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza identificados?		✓
2	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?		✓
3	¿Se utilizan moldes o plantillas para conservar el orden?		✓
4	¿Se cuenta con un cronograma de análisis de utilidad, obsolescencia y estado de elementos?		✓
5	¿En el período de evaluación, se han presentado propuestas de mejora en el área?		✓
6	¿Se han desarrollado lecciones de un punto o procedimientos operativos estándar?		✓

Fuente: Adaptado de Herrera y Taipe (2017).

## Figura 20

### *Factores de Disciplina*

Evaluación de Disciplina			
		Sí	No
1	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?		✓
2	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?		✓
3	¿Se conocen situaciones dentro del período de la evaluación, no necesariamente al momento de diligenciar este formato, que afecten los principios 5s?		✓
4	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?		✓

Fuente: Adaptado de Herrera y Taipe (2017).

Como se puede observar en las figuras anteriores (16-17-18-19-20) los principales factores que afectan el proceso productivo es el desorden y suciedad generando pérdidas de tiempo, ya que por ejemplo al requerir alguna herramienta se invierte más tiempo del necesario en su búsqueda.

#### **3.1.1. Clasificar (Seiri)**

Se pudo observar que no existe una buena clasificación de las herramientas de trabajo, se encuentran elementos necesarios junto a elementos innecesarios lo que contribuye al aumento del desorden y por ende a disminuir la eficiencia del área de producción.

**Figura 21***Zona de herramientas*

*Nota.* En la figura se puede apreciar elementos innecesarios y en mal estado junto a elementos necesarios.

Fuente: elaboración propia.

Como primera medida se realizó un formato el cual nos permitió realizar la clasificación de aquellos elementos que no eran necesarios.

**Figura 22***Tarjeta de clasificación*

TARJETA ROJA			
<b>Nombre del artículo</b>			
<b>Categoría</b>	1. Maquinaria	6. Inventario en proceso	
	2. Accesorios y herramientas	7. Producto terminado	
	3. Instrumental de medición	8. Equipo de oficina	
	4. Materia prima	9. Librería y papelería	
	5. Refacción	10. Limpieza	
<b>Fecha</b>		<b>Localización</b>	
<b>Cantidad</b>		<b>Unidad de medida</b>	<b>Valor \$</b>
<b>Razón</b>	1. No se necesitan	6. Contaminante	
	2. Defectuoso	7. Otro	
	3. No se necesita pronto		
	4. Material de desperdicio		
	5. Uso desconocido		
<b>Elaborado por</b>			
<b>Forma de desecho</b>	1. Tirar	<b>Fecha de desecho</b>	
	2. Vender		
	3. Mover	<b>Fecha de despacho</b>	
	4. Regresar a proveedor		
<b>Firma de autorización</b>			

*Nota:* en la figura se puede observar una tarjeta la cual se utilizó para la clasificación de los elementos innecesarios. Fuente: Adaptado de Herrera y Taípe (2017).

Una vez identificados aquellos elementos que no eran necesarios se realizó su clasificación para determinar su disposición final.

Se utilizó un recipiente metálico en el cual se ingresaron los elementos que, posterior a la clasificación realizada, se dictaminó que no eran elementos útiles en la empresa, teniendo en cuenta que todos estos elementos son metales que pueden ser

reciclados, se realizó la venta de todos estos ítems, generando un ingreso de \$758.000 pesos.

### Figura 23

#### *Elementos innecesarios*



*Nota.* Se puede observar en la figura los elementos innecesarios obtenidos del almacén de herramientas y área de producción. Fuente. Elaboración propia.

**Figura 24**

*Elementos sin uso frecuente*



*Nota.* La figura muestra los elementos que serán reubicados.

### **3.1.2. Orden (Seiton)**

Dentro del taller no hay un lugar determinado para cada elemento ocasionando que los colaboradores ubiquen las herramientas en cualquier lugar.

**Figura 25***Estado almacén de herramientas*

*Nota.* En la figura se puede apreciar el antes del almacén de herramienta

Se determinó un sitio específico para cada elemento, haciendo uso de estanterías para delimitar ubicaciones con su respectiva marcación, contribuyendo a la reducción de tiempos perdidos por búsqueda de herramientas, ya que los colaboradores van a tener claridad de donde encontrar cada elemento.

**Figura 26**

*Almacén de herramientas*



*Nota.* La figura muestra el después del almacén de herramientas

### **3.1.3. Limpieza (Seiso)**

**Figura 27**

*Área de producción*



Se puede observar en la figura 27 el área de trabajo con muchos residuos, lo que genera un aspecto de suciedad, para ello se realizó una limpieza del área de producción dejando la zona libre de residuos, basuras o desechos que se tenían en dicha área.

### **Figura 28**

*Área de producción sin residuos*



*Nota.* La figura muestra el estado ideal del área de producción. Fuente elaboración propia

#### **3.1.4. Estandarizar (Seiketsu)**

Para mantener la mejora continua en la empresa se realizó el proceso de estandarización de las técnicas lean manufacturing mediante el uso de tarjetas visuales las cuales indican, mediante una fotografía cómo debe estar el sitio de trabajo, y, en caso de no estar de forma correcta se refleja en la misma tarjeta visual el procedimiento a

seguir y los materiales necesarios para llevar a cabo dicha tarea, la tarjeta visual se puede apreciar en la siguiente figura.

**Figura 29**

*Tarjeta visual*

Estandar 5's: Area de producción		
		
Estado ideal	Estado máximo permitido	
Procedimiento	Paso	Tiempo estimado
Ejecutar limpieza del area cada 9 horas	1	30 minutos
<b>Puntos a verificar</b>	2	
Maquinaria, area de extrusora y cortadora	3	
<b>EPP a utilizar</b>	4	
Tapa oídos, casco, guantes y gafas		
<b>Elementos a utilizar</b>		
Escoba, recogedor, pala y carro transportador		

### 3.1.5. Disciplina (Shitsuke)

Para darle cumplimiento a las normas y parámetros establecidos se realizaron auditorias mensuales en las cuales se evalúa el rendimiento y el estado de la empresa en cuanto a la implementación de 5's, dicha evaluación se realiza respondiendo diversas preguntas para cada una de las S's implementando el siguiente sistema de evaluación:

**Figura 30***Sistema de puntuación*

Puntuación	
0	Inexistente -El grado de cumplimiento es menor al 40% por lo tanto no se aprecia ninguna realidad respecto a lo preguntado
3	Bien - El grado de cumplimiento es mayor del 40% y menor del 90%
5	Excelente - El grado de cumplimiento es mayor del 90%

Como se puede observar en la anterior figura, mientras más alta la calificación, mejores son los resultados obtenidos en la evaluación de implementación de las 5's, esta evaluación permite el seguimiento y la planeación de dichas técnicas, con el objetivo de realizar constantemente la mejora continua.

Los resultados obtenidos por las auditorías realizadas a las técnicas de las 5's son los siguientes:

**Figura 31***Auditoria para 5S*

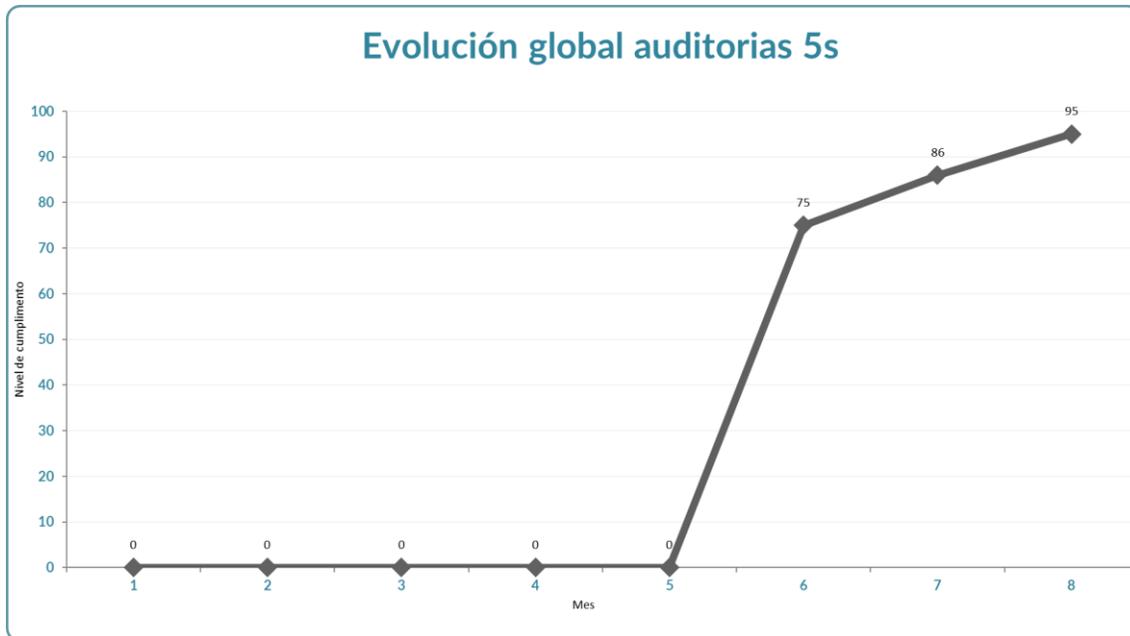
Empresa :		Evolución Auditorias 5S											
Ladrillos del pacifico													
<b>Planificación auditorias 5s</b>													
Fecha prevista	1-ene.-22	1-feb.-22	1-mar.-22	1-abr.-22	1-may.-22	1-jun.-22	1-jul.-22	1-ago.-22	1-sep.-22	1-oct.-22	1-nov.-22	1-dic.-22	
Fecha real						4-jun	2-jul	31-jul					
Auditor previsto						Paola bedoya	Paola bedoya	'aola bedoya					
Auditor real						Paola bedoya	Paola bedoya	'aola bedoya					
<b>Resultados obtenidos</b>													
1ª S						20	18	20					
2ª S						18	15	20					
3ª S						12	18	20					
4ª S						15	20	15					
5ª S						10	15	20					
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>75</b>	<b>86</b>	<b>95</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Como se puede observar en la anterior figura, se dio inicio a las auditorias aproximada mente un mes después de implementadas las técnicas, en el primer mes, es decir, en la auditoría realizada el día 4 junio del 2022 se puede evidenciar carencias en la disciplina y en los aspectos de limpieza, ya que al no estar muy relacionados los trabajadores con las labores de orden y aseo que se les implementó, les costaba seguir los estándares y fue un proceso un poco largo para generar el hábito en los mismos. Pero, los resultados a partir del primer mes fueron positivos, ya que se puede evidenciar un aumento en el porcentaje de aplicación de las técnicas, y demuestra que se ha desarrollado el hábito de orden y limpieza en los colaboradores, arrojándonos un porcentaje de cumplimiento que sobrepasa el 90% como se puede evidenciar en la

auditoría realizada el 31 julio del 2022 con un 95% de cumplimiento general en las técnicas. A continuación, se ve reflejado el comportamiento de cumplimiento 5's

**Figura 32**

*Evolución de la implementación de 5S*



### 3.2. Poka yoke

El Poka Yoke se considera como una técnica de calidad la cual se basa en establecer sistemas que permiten el autocontrol previniendo que los colaboradores cometan errores en sus actividades, creando procesos donde los errores sean imposibles de presentarse, con la finalidad de eliminar todos los defectos del producto previniendo o corrigiendo los errores lo más pronto posible (Chicaiza, 2019, citado en Gonzáles et al., 2013).

### ***3.2.1. Tipos de inspeccion poka yoke***

#### ***Inspección de criterio***

Es usada para descubrir defectos, consiste en inspeccionar una muestra representativa o el 100% de los elementos, los productos son comparados con un estándar y los defectuosos son descartados la principal suposición acerca de la inspección de criterio es que los defectos son inevitables y que inspecciones rigurosas son requeridas para reducir los defectos, esta inspección no nos permite eliminar la causa o defecto (Mortarotti et al., 2017).

#### ***Inspección informativa***

Es una inspección la cual nos permite obtener datos y tomar acciones correctivas, durante el proceso se controla todos los productos que salen, usando; Autoinspección, esta consiste en que la persona que realiza el trabajo verifica la salida y toma una acción correctiva inmediata, inspección sucesiva; consiste en que cada persona inspecciona los productos que pasan por ellos desde la operación previa y genera más objetividad (Mortarotti et al., 2017).

#### ***Inspección en la fuente***

Esta inspección se enfoca en prevenir que el error se convierta en un defecto, inspeccionando y controlando el origen de los errores para evitar que a la calidad del producto (Mortarotti et al., 2017).

En la línea de producción de la empresa ladrillos del pacifico se implementó una inspección informativa específicamente una inspección sucesiva donde cada colaborador inspecciona los productos que pasan por su puesto de trabajo es decir el trabajo del

colaborador A es inspeccionado por el Colaborador B y el B es inspeccionado por el colaborador C, promoviendo la reducción de defectos y el trabajo en equipo.

Actualmente el proceso productivo consta de 3 actividades vitales, alimentación de la tolva, humectación y corte, actividades en las que se están presentando diversas problemáticas las cuales generan que el tiempo productivo se vea afectado por las mismas, dichas problemáticas serán detalladas a continuación:

En el proceso de alimentación, hay un operario el cual es el encargado de depositar la arcilla de forma manual haciendo uso de una pala, este proceso es vital, ya que es el que determina el ritmo del proceso productivo, la problemática presente en esta actividad es que al ser depositada la arcilla por un factor humano se cuenta con diversas restricciones, una de ellas es el ritmo elevado de alimentación, ya que, el operario al iniciar el día y al no estar cansado o no tener fatiga, el ritmo de paleo o alimentación de la tolva suele ser muy alto, lo cual genera 2 situaciones, la primera, es que genera un atascamiento, lo cual hace que se pierda mucho tiempo ya que el proceso productivo deba ser pausado para que el palero desatasque la máquina como se puede observar en la figura 33.

**Figura 33**

*Palero desatascando la tolva*



La segunda situación que genera un ritmo elevado de alimentación de la tolva, es que la extrusora, al ingresarle de manera constante grandes cantidades de arcilla se rebose, es decir, el ritmo de producción es mucho menor al ritmo de alimentación, por lo tanto, la extrusora arroja grandes cantidades de arcilla, cantidades que posteriormente el operario alimentador de la tolva debe proceder a recoger de nuevo y volver a ingresar a la maquinaria, esto genera que el proceso sea pausado y por lo tanto se pierda más tiempo de producción. La otra restricción presente es el cansancio, ya que, al presentarse fatiga o cansancio en el operario, genera que el ritmo de producción sea bajo y no se logre satisfacer la demanda diaria de unidades de ladrillo.

La propuesta planteada en este proyecto, para darle solución a esta problemática a mediano o largo plazo es; al operario encargado de alimentar la tolva sustituirlo por un

cajón alimentador, ya que este nos asegura un ritmo constante de alimentación de la tolva, eliminando las restricciones anteriormente planteadas, al no contar con un factor humano en este proceso, no se tendrían en cuenta los factores de fatiga y o cansancio. La solución a corto plazo es la implementación de avisos u alarmas que le indiquen al operario si debe subir o por el contrario bajar el ritmo de alimentación, para así lograr un ritmo de producción adecuado y constante, sin generar desperdicios de tiempos ni productos.

En el proceso de humectación se presenta una problemática similar al proceso de alimentación de la tolva, ya que este proceso también es ejecutado por un factor humano el cual es el encargado de suministrar agua en cantidades correctas para que la arcilla quede correctamente húmeda y asimismo pueda ser moldeada, la problemática se presenta en, si la arcilla es humedecida en exceso, el producto final, que en este caso es el ladrillo, salga muy blandito, lo cual genera a su vez que sea un producto muy frágil y al momento de apilarlo se averíe y genere pérdida de material como se evidencia a continuación.

**Figura 34**

*Ladrillo averiado por exceso de humedad*



La solución propuesta para esta situación es similar a la anterior, se debe estar en constante comunicación el operario de la zona de humectación con el operario de la actividad siguiente, en este caso sería con el operario de área de corte, esta constante comunicación se generaría mediante la implementación de alertas u alarmas que indiquen si debe aumentar o disminuir la cantidad de agua a suministrar a la arcilla.

En el proceso de corte, la maquina cortadora está generando desperdicios ya que, al momento de realizar el corte, no tiene las medidas exactas al ladrillo tipo farol, por lo tanto, al cortar el material se generen sobrantes los cuales deben ser recogidos y

posteriormente se deben ingresar nuevamente en la maquina extrusora, este reproceso ocasiona que se pierda tiempo en exceso, lo cual genera que el proceso productivo se vea afectado por ello.

### **Figura 35**

*Sobrantes generados por la cortadora*



La solución que se planteó para darle fin a esta problemática es la adquisición de otra maquina cortadora, la cual es graduable y por lo tanto elimina los sobrantes ya que corta a la medida exacta el producto, permitiéndonos así ahorrar 10 minutos por cada tonelada de arcilla producida que antes estaban siendo utilizados para reprocesos, consiguiendo así que el tiempo productivo de la empresa aumente. Dicha maquina tuvo un costo total de \$ 16.000.000

**Figura 36**

*Nueva Máquina Cortadora*



Para evaluar los beneficios en las soluciones anteriormente planteadas, se realizó el siguiente análisis de costos.

Los costos fijos anuales de la empresa ladrillos del pacifico son los siguientes:

En cuanto a nomina tenemos un total de \$11.600.000 mensuales los cuales se desglosan de la siguiente manera:

- 1 gerente general \$2.500.000
- 1 jefe de planta \$2.300.000
- 1 jefe Maquinaria y mantenimiento \$1.600.000
- 1 operario \$1.200.000

- 4 auxiliares \$4.000.000

También se hacen pago de salud, ARL, pensión y caja compensación a cada uno de los 8 empleados, generando un costo de \$2.200.000 mensuales. Por lo tanto, los costos fijos corresponden a \$165.600.000 anuales.

En cuanto a los costos variables antes y después de implementación de mejoras son los siguientes.

**Tabla 14**

*Costos Variables*

<b>Servicios públicos</b>	<b>Costos variables anuales</b>	
	<b>Antes</b>	<b>Después</b>
Energía	\$ 18.000.000	\$ 18.000.000
Agua	\$ 120.000	\$ 120.000
Internet	\$ 720.000	\$ 720.000
Materiales	\$ -	\$ -
Arcilla	\$ -	\$ -
Carbón	\$ 42.000.000	\$ 90.720.000
Combustible	\$ 600.000	\$ 1.200.000
<b>Total, costos variables anuales</b>	<b>\$ 61.440.000</b>	<b>\$ 110.760.000</b>

Con la información anterior, es decir, conociendo tanto los costos fijos como los costos variables se procede a identificar la utilidad anual que deja el ejercicio, como se puede evidenciar a continuación.

**Tabla 15***Utilidad anual*

<b>Descripción</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>
Costos fijos anuales	\$ 165.600.000	\$ 165.600.000
Costos variables anuales	\$ 61.440.000	\$ 110.760.000
Unidades producidas mes	20.220	42.944
Unidades producidas anuales	242.642	515.328
Precio venta unidad	\$ 1.100	\$ 1.100
Costo producir una unidad	\$ 936	\$ 536
<b>Utilidad</b>	<b>\$ 39.865.848</b>	<b>\$ 290.500.800</b>

**Tabla 16***Inversión realizada*

<b>Inversión</b>	
Cortadora	\$ 16.000.000
Cajón alimentador	\$ 17.968.000
Alarmas	\$ 1.024.176,00
<b>Total</b>	<b>\$ 34.992.176</b>

Teniendo en cuenta las inversiones realizadas ver tabla 16, es posible determinar que la utilidad neta que dejan las inversiones anteriormente expuestas corresponde a \$ 255.508.624 anuales, generando una rentabilidad notoria para la empresa, lo cual dictamina que las soluciones presentadas son viables y rentables.

### 3.3. TPM

Se hará uso del pilar 3 el cual es mantenimiento programado, según lo expuesto por Fernández (2018) mantenimiento planeado consiste en lograr mantener el equipo y el proceso en estado óptimo por medio de actividades sistemáticas y metódicas para construir y mejorar continuamente a fin de evitar paradas innecesarias, para conseguirlo, se establecen unas medidas como son: a) Establecer contramedidas diarias. b) Confirmar planes y acciones de mantenimiento programado. c) Mejorar la vida útil de los equipos e instalaciones. d) Control de repuestos y stocks. e) Perfeccionar el análisis, capacidad de diagnóstico y prevención de averías. f) Confirmar planes de lubricación.

Para identificar las fallas más significantes que se estaban presentes en el proceso productivo de la empresa ladrillos del pacifico, se realizó un seguimiento diario, el cual duró aproximadamente 3 meses, iniciando desde el 19 de mayo del 2022 hasta el 3 de Julio del 2022, en dicho periodo de seguimiento se pudieron identificar fallas las cuales fueron clasificadas de la siguiente manera:

**Tabla 17**

*Clasificación de averías*

Condición	Nivel criticidad	Descripción
Menos de 2 horas	1	Leve
Mayor que 2 horas, menor que 4 horas	2	Moderado
Mayor o igual a 4 horas	3	Grave

En la tabla 17 se evidencia que las averías que demanden un tiempo de reparación mayor o igual a 4 horas, fueron clasificadas como graves, las que demandan un tiempo de reparación entre 2 y 4 horas fueron clasificadas como moderadas, y las averías que demandaron un tiempo de reparación menor a 2 horas, fueron clasificadas como leves.

Las averías identificadas en el periodo ya mencionado son las siguientes:

**Figura 37***Fallas identificadas*

Descripción Avería/Problema	Area	Zona	Fecha	Duración horas	Observación	Nivel criticidad
Avería en rodamiento del motor	Extrusora	Motor	20/05/2022	28,5	Al momento de extraer el rodamiento este se encuentra en mal estado, se procede a realizar la compra pero no fue posible encontrarlo en Santander, por lo cual se procede a traerlo desde la ciudad de Cali.	3
Falta de agua	Mezclador	Agua	24/05/2022	1	Se presenta consumo total del agua en el mezclador, generando asimismo perdida de humedad en la materia prima, lo cual genera un paro en la linea de produccion	1
Pérdida de corriente eléctrica en el motor del mezclador	Mezclador	n de ene	26/05/2022	6	Se presente pérdida de corriente en una de las fases del motor del mezclador ya que se evidencia que está se aisló debido a que el cable se encuentra derretido	3
Rotura de rodillo lqz de la masa 1 del laminador	Laminador	Rodillo	28/05/2022	4	Durante la reparación se evidencia ausencia de lubricante (Grasa) en la carcasa del rodillo	3
Rotura de Correa del motor 2	Laminador	Polea	1/06/2022	1,5	Al momento de romperse la correa no se cuenta con repuesto en stock por lo cual es necesario desplazarse hasta el almaneces de santander de quilichao para una nueva adquisición	1
Falta de agua	Mezclador	Agua	2/06/2022	1	Se presenta consumo total del agua en el mezclador, generando asimismo perdida de humedad en la materia prima, lo cual genera un paro en la linea de produccion	1
Rotura de Correa del motor 1	Laminador	Polea	8/06/2022	1,5	Al momento de romperse la correa no se cuenta con repuesto en stock por lo cual es necesario desplazarse hasta el almaneces de santander de quilichao para una nueva adquisición	1
Falta de agua	Mezclador	Agua	8/06/2022	1	Se presenta consumo total del agua en el mezclador, generando asimismo perdida de humedad en la materia prima, lo cual genera un paro en la linea de produccion	1
Rotura de rodillo lqz de la masa 1 del laminador	Laminador	Rodillo	14/06/2022	4	Durante la reparación se evidencia ausencia de lubricante (Grasa) en la carcasa del rodillo	3
Falta de agua	Mezclador	Agua	17/06/2022	1	Se presenta consumo total del agua en el mezclador, generando asimismo perdida de humedad en la materia prima, lo cual genera un paro en la linea de produccion	1
Pérdida de corriente eléctrica en el motor del mezclador	Mezclador	n de ene	19/06/2022	6	Se presente pérdida de corriente en una de las fases del motor del mezclador ya que se evidencia que está se aisló debido a que el cable se encuentra derretido	3
Rotura de Correa del motor 2	Laminador	Polea	22/06/2022	1,5	Al momento de romperse la correa no se cuenta con repuesto en stock por lo cual es necesario desplazarse hasta el almaneces de santander de quilichao para una nueva adquisición	1
Falta de agua	Mezclador	Agua	25/06/2022	1	Se presenta consumo total del agua en el mezclador, generando asimismo perdida de humedad en la materia prima, lo cual genera un paro en la linea de produccion	1
Avería en rodamiento del motor	Extrusora	Motor	26/06/2022	19	Al momento de extraer el rodamiento este se encuentra en mal estado, se procede a realizar la compra pero no fue posible encontrarlo en Santander, por lo cual se procede a traerlo desde la ciudad de Cali.	3
Rotura de Correa del motor 1	Laminador	Polea	28/06/2022	1,5	Al momento de romperse la correa no se cuenta con repuesto en stock por lo cual es necesario desplazarse hasta el almaneces de santander de quilichao para una nueva adquisición	1
Rotura de rodillo lqz de la masa 1 del laminador	Laminador	Rodillo	30/06/2022	4	Durante la reparación se evidencia ausencia de lubricante (Grasa) en la carcasa del rodillo	3
Falta de agua	Mezclador	Agua	3/07/2022	1	Se presenta consumo total del agua en el mezclador, generando asimismo perdida de humedad en la materia prima, lo cual genera un paro en la linea de produccion	1

Cómo se puede observar en la anterior figura, se presentaron numerosas fallas las cuales fueron clasificadas de la siguiente manera.

En cuanto a las fallas leves nos encontramos con las siguientes:

1. Falta de agua en el mezclador
2. Rotura de Correa del motor 1
3. Rotura de Correa del motor 2

Estas fallas, en el periodo comprendido desde el 19 de mayo del 2022 hasta el 3 de Julio del 2022 se repitieron 10 veces, significando un total de 12 horas de tiempo perdido por averías. Por otro lado, las fallas clasificadas como graves fueron las siguientes:

1. Avería en rodamiento del motor de la maquina extrusora
2. Pérdida de corriente eléctrica en el motor del mezclador
3. Rotura de rodillo Izquierdo de la masa 1 del laminador

Las cuales, en el periodo anteriormente mencionado originaron un total de 71,5 horas de tiempo perdido por averías.

El seguimiento de estas averías permitió identificar soluciones inmediatas para cuando se presenten nuevamente, y asimismo permitió identificar la frecuencia en la que ocurren las averías ya mencionadas como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 18***Frecuencia y soluciones averías*

<b>TEXTO</b>	<b>AREA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FRECUENCIA</b>
Tanque mezclador N°1	Mezclador	Revisar los niveles del tanque y realizar llenado del mismo	7 días
Rodamiento motor extrusora	Extrusora	Realizar cambio de rodamiento, generar stock de seguridad	30 días
Cableado mezclador	Mezclador	realizar cambio de los tramos de cable que se encuentran derretidos	25 días
Lubricación rodillo izquierdo	laminador	aplicar lubricante (grasa) a la carcasa del rodillo	15 días
Correa del motor 2	laminador	cambio de correa del motor, generar stock de seguridad	20 días
Correa del motor 1	laminador	cambio de correa del motor, generar stock de seguridad	20 días

Como se puede evidenciar en la tabla anterior, en las fallas correspondientes a; correa del motor 1, correa del motor 2 y cambio de rodamiento del motor de la extrusora, se deben generar un stock de seguridad, ya que cuando se presentan estas fallas, se deben desplazar tanto a la ciudad de Cali como al municipio de Santander de Quilichao, ya que la empresa no cuenta con los repuestos inmediatamente lo cual genera que los tiempos perdidos de estas actividades sean comúnmente altos, es por ello, que se procedió a adquirir los repuestos para estas actividades y asimismo generar un stock de

seguridad de 1 unidad para las correas del motor y 2 unidades para los rodamientos, como se evidencia a continuación.

### **Figura 38**

*Stock de seguridad correa del motor 1 y 2*



### **Figura 39**

*Stock de seguridad rodamientos del motor de la extrusora*



Con lo anteriormente planteado, y conociendo las soluciones y las frecuencias en la que se presentan dichas averías, se procedió a crear los planes de mantenimiento quedando de la siguiente manera:

**Tabla 19**

*Planes de mantenimiento*

N°	Texto plan	Área	Frecuencia días	Frecuencia semanas	Descripción
1	Tanque mezclador N°1	Mezclador	7	1,00	Revisar los niveles del tanque y realizar llenado del mismo
2	Rodamiento motor extrusora	Extrusora	30	4,29	Realizar cambio de rodamiento
3	Cableado mezclador	Mezclador	25	3,57	Realizar cambio de los tramos de cable que se encuentran derretidos
4	Lubricación rodillo izquierdo	Laminador	15	2,14	Aplicar lubricante (grasa) a la carcasa del rodillo
5	Correa motor 2	Laminador	20	2,86	Cambio de correa del motor 2
6	Correa motor 1	Laminador	20	2,86	Cambio de correa del motor 1

Posteriormente a la creación de los planes de mantenimiento se procedió a crear una matriz en la cual se pretende anticipar a las fallas que se vienen presentando, con el fin de generar un mantenimiento preventivo y no un mantenimiento correctivo como el que se estaba presentando en la empresa. Dicha matriz permite visualizar las fechas en

las cuales deben ser ejecutados cada uno de los planes de mantenimiento con el fin de generar una óptima planeación de los mismos, los planes se empezaron a ejecutar el 10 de Julio del 2022 como se puede evidenciar a continuación

**Figura 40**

*Fecha de ejecución planes de mantenimiento*

SEMANA 2022						Julio				Agosto						
DIA						28	29	30	31	32	33	34				
0	TEXTO PLAN	AREA	FRECUENCIA EN DIAS	FRECUENCIA EN SEMANAS	DESCRIPCION	INICIO										
1	Tanque mezclador N°1	Mezclador	7	1,00	REVISAR LOS NIVELES DEL TANQUE Y REALIZAR LLENADO DEL MISMO	10/07/2022	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
2	rodamiento motor extrusora	Extrusora	30	4,29	REALIZAR CAMBIO DE RODAMIENTO	24/07/2022			C							C
3	cableado mezclador	Mezclador	25	3,57	REALIZAR CAMBIO DE LOS TRAMOS DE CABLE QUE SE ENCUENTRAN DERRETIDOS	13/07/2022	C						C			
4	lubricacion rodillo izquierdo	LAMINADOR	15	2,14	APLICAR LUBRICANTE (GRASA) A LA CARCASA DEL RODILLO	14/07/2022	C			C					C	
5	correa motor 2	LAMINADOR	20	2,86	CAMBIO DE CORREA DEL MOTOR 2	15/07/2022		C					C			C
6	correa motor 1	LAMINADOR	20	2,86	CAMBIO DE CORREA DEL MOTOR 1	18/07/2022			C					C		C

A partir de la ejecución de los planes de mantenimiento, se realizó un seguimiento de los mismos hasta el 20 de agosto del 2022, arrojando los siguientes resultados.

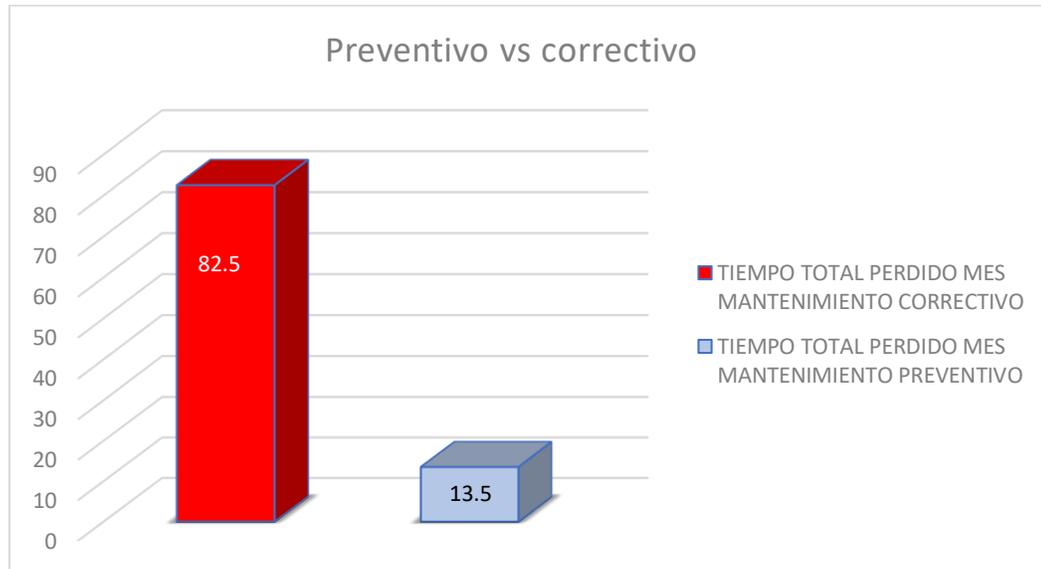
**Tabla 20**

*Resultados TPM*

<b>Texto</b>	<b>Área</b>	<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Día de inicio</b>	<b>Tiempo paradas mantenimiento correctivo</b>	<b>Tiempo total perdido mes mantenimiento correctivo</b>	<b>Tiempo paradas mantenimiento preventivo</b>	<b>tiempo total perdido mes mantenimiento preventivo</b>
Tanque mezclador N°1	Mezclador	Revisar los niveles del tanque y realizar llenado del mismo	7 días	10/07/2022	1	5	0,5	3
Rodamiento motor extrusora	Extrusora	Realizar cambio de rodamiento, generar stock de seguridad	30 días	24/07/2022	23,75	47,5	3	3
Cableado mezclador	Mezclador	Realizar cambio de los tramos de cable que se encuentran derretidos	25 días	13/07/2022	6	12	2	4
Lubricación rodillo izquierdo	laminador	Aplicar lubricante (grasa) a la carcasa del rodillo	15 días	14/07/2022	4	12	0,5	1,5
Correa motora 2	laminador	Cambio de correa del motor, generar stock de seguridad	20 días	15/07/2022	1,5	3	0,5	1
Correa motora 1	laminador	Cambio de correa del motor, generar stock de seguridad	20 días	18/07/2022	1,5	3	0,5	1
				<b>TOTAL</b>	<b>37,75</b>	<b>82,5</b>	<b>7</b>	<b>13,5</b>

**Figura 41**

*Tiempo perdido correctivo vs preventivo*



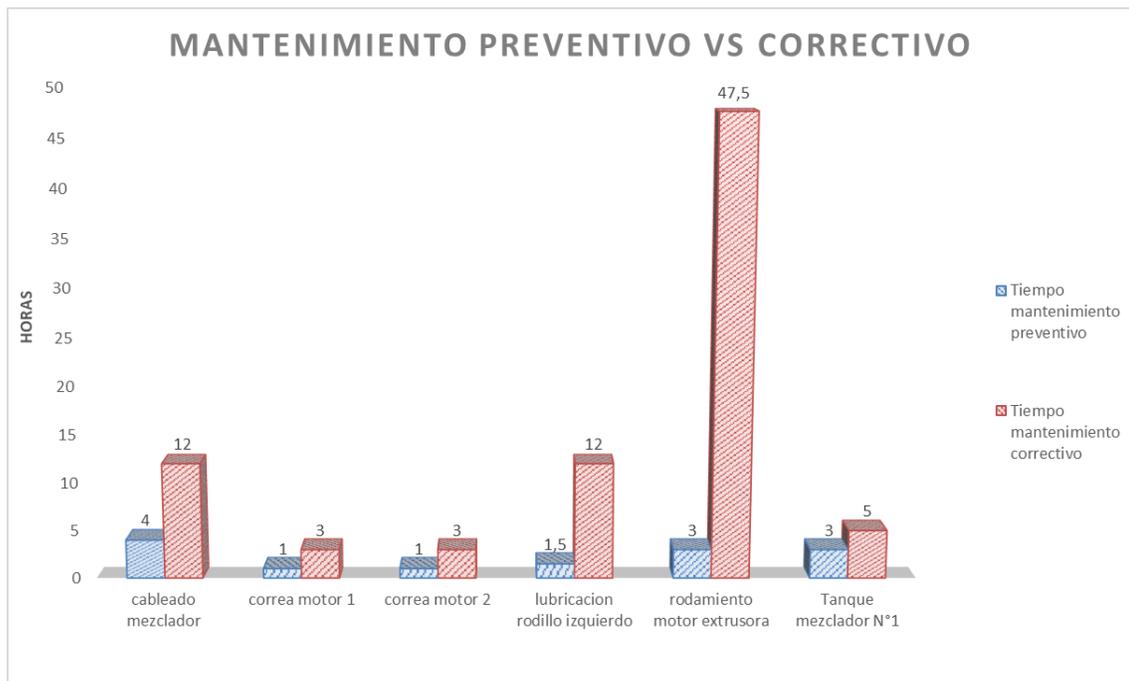
En los resultados de implementación del mantenimiento preventivo y ejecución de los planes de mantenimiento se ve reflejada la mejoría notoriamente, ya que se evidencia la disminución en un 83,64% debido a que el tiempo perdido por fallas mensuales paso de 82,5 horas mes a 13,5 horas mes, en el periodo comprendido entre el 10 de julio del 2022 hasta el 20 de agosto del mismo año como se puede observar en la figura anterior.

Uno de los resultados que amerita resaltar es la disminución abrupta en el tiempo destinado a mantenimiento en el cambio de rodamiento del motor de la extrusora, ya que se pasó de 47,5 horas mensuales de paradas por esta avería a solo 3 horas mensuales, todo ello gracias a la generación de stock del repuesto necesario para realizar la reparación, ya que se evita el tiempo de desplazamiento a la ciudad de Cali a

realizar la búsqueda de dicho repuesto, esta mejora significa una disminución del 94% de tiempo destinado a esta reparación como se evidencia a continuación.

**Figura 42**

*Cambio de rodamiento del motor de la extrusora*



*Nota.* En la figura anterior se puede observar el tiempo invertido realizando mantenimiento preventivo comparado con el mantenimiento correctivo.

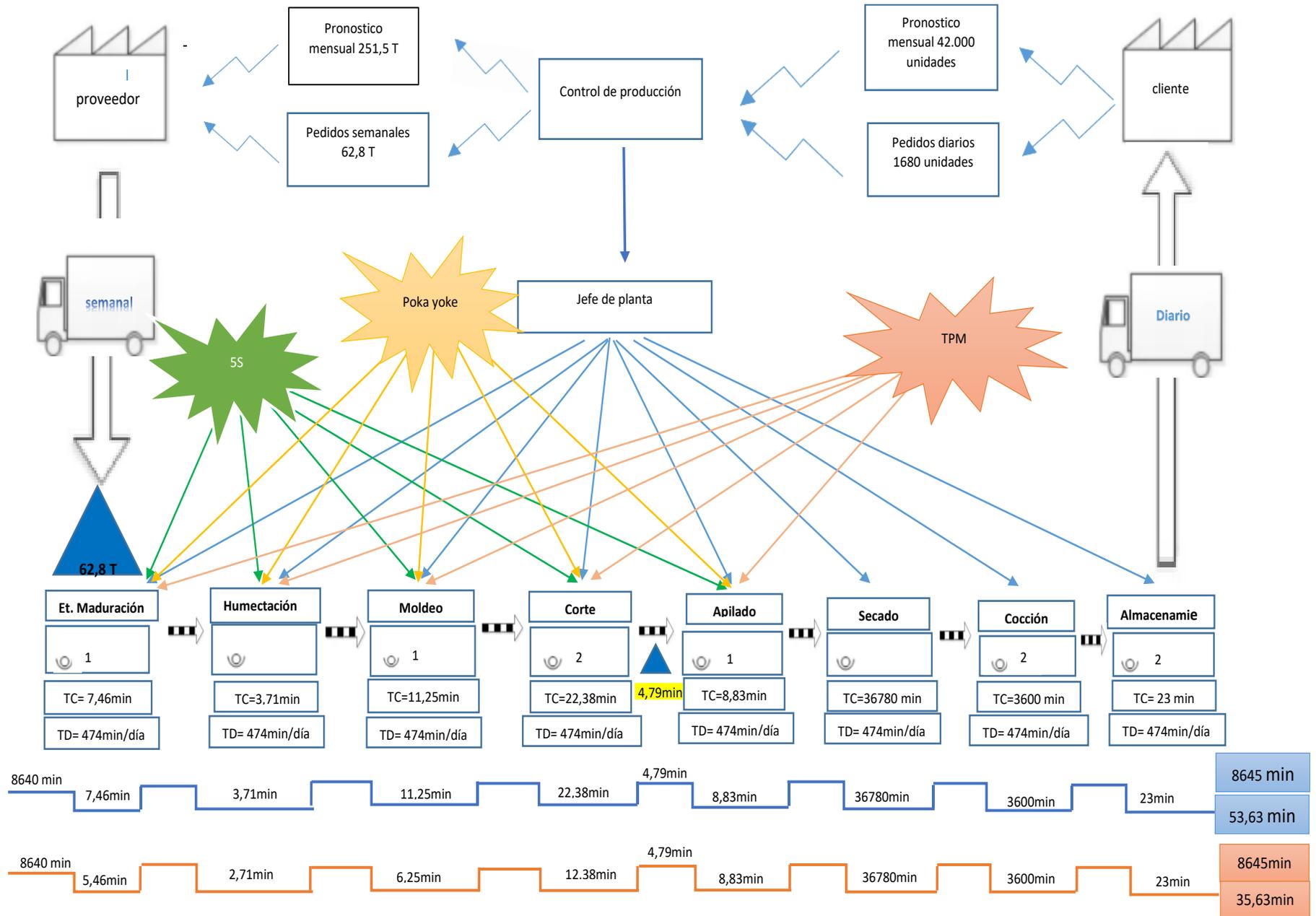
## Capítulo 4

### Análisis de resultados

#### 4.1. VSM

#### Figura 43

*VSM Futuro*



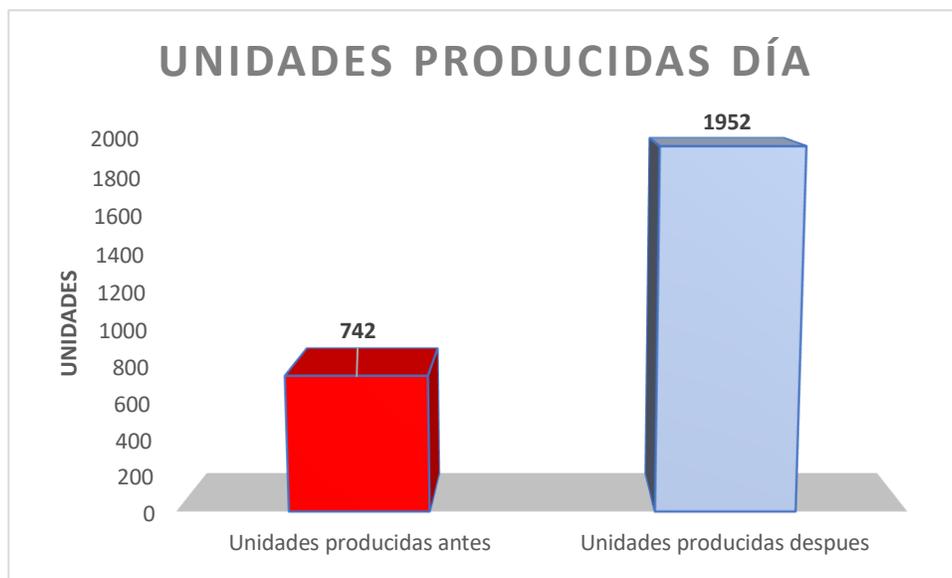
Tiempo de ciclo total = 35.63 minutos

Tiempo sin valor agregado = 8645 minutos (144 horas) (6 días)

Como se puede observar con las técnicas implementadas el tiempo de ciclo se redujo, ya que, antes de la implementación de las técnicas este tiempo era de 53,63 minutos desde la etapa de maduración hasta apilado, tiempo requerido para elaborar 168 unidades, actualmente, este tiempo de ciclo pasó a ser 35,63 minutos para elaborar las mismas unidades, es decir, el tiempo de ciclo fue reducido en un 33,5%, permitiendo tener una producción de 1952 unidades al día.

#### Figura 44

*Unidades producidas antes vs después por día*

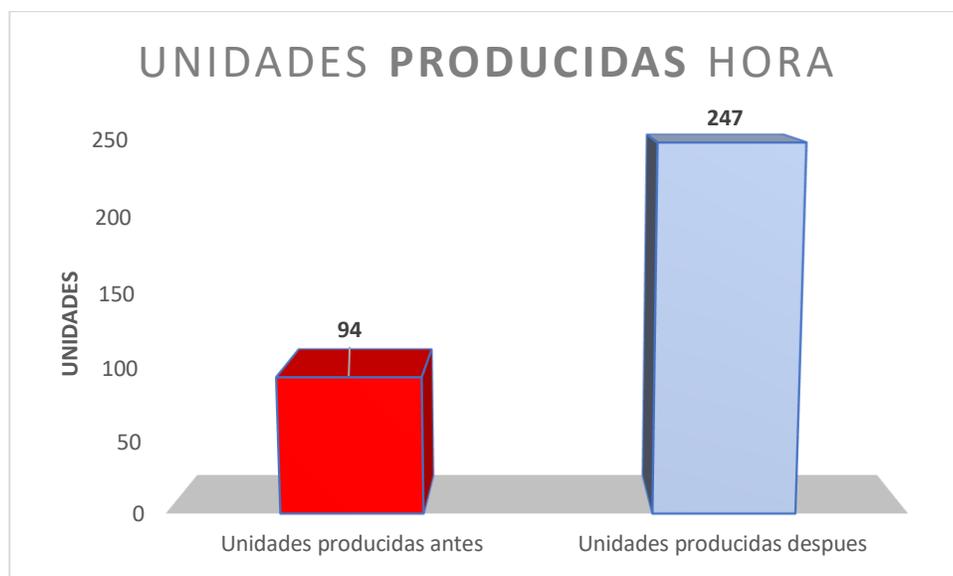


Anteriormente la empresa ladrillos del pacifico producía 742 unidad al día, generando así que la productividad de la misma fuera de 93,9 unidades por hora, como se puede evidenciar en la figura 44, la empresa pasó a producir 1952 unidades por día, lo

cual significó que las unidades producidas de la misma pasara de 93,9 unidades por hora a producir 247,08 unidades por hora, por lo tanto, es posible determinar que la productividad de la empresa aumentó en un 163% como se puede evidenciar en la figura 45.

**Figura 45**

*Unidades producidas antes vs después por hora*



## Anexos

## Anexo 1

## Formato registro de tiempo etapa alimentación de la tolva-Antes

Nombre: <u>Johan Larez y Pado Bedoya.</u>		Proceso: <u>etapa medicación</u>		Actividad: <u>alimentación de la tolva</u>	
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)	N° Observaciones	Tiempo (Minutos)		
1	2.47	42	8.56		
2	8.71	43	8.84		
3	8.8	44	8.98		
4	8.6	45	8.78		
5	7.14	46	8.54		
6	8.85	47	7.94		
7	2.17	48	8.94		
8	8.52	49	7.31		
9	8.95	50	7.63		
10	8.88	51	8.67		
11	8.09	52	7.71		
12	2.97	53	7.72		
13	7.49	54	7.31		
14	8.39	55	8.97		
15	2.71	56	8.45		
16	7.45	57	7.12		
17	7.58	58	7.75		
18	2.37	59	8.21		
19	7.13	60	7.41		
20	8.17	61	7.24		
21	8.77	62	2.45		
22	8.37	63	7.17		
23	8.9	64	8.5		
24	8.21	65	1.79		
25	2.94	66	7.71		
26	8.88	67	8		
27	8.33	68	8.37		
28	2.2	69	8.4		
29	2.56	70	8.61		
30	8.09	71	7.71		
31	2.72	72	8.08		
32	2.45	73	8.75		
33	7.95	74	7.59		
34	8.54	75	8.96		
35	8.61	76	7.74		
36	7.6	77	8.78		
37	2.98	78	8.57		
38	8.77	79	7.87		
39	2.8	80	8.87		
40	8.51	81	7.99		
41	8.62	82	8.69		
	7.45				

## Anexo 2

## Formato registro de tiempo etapa alimentación de la tolva-Antes

Nombre: <u>Johan Suarez y Paula Bedoya</u>		Proceso: <u>Etapa Maduración</u>		Actividad: <u>Alimentación de la tolva.</u>	
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)	N° Observaciones	Tiempo (Minutos)		
83	3,08	124	3,37		
84	3,54	125	3,68		
85	3,25	126	7,75		
86	3,11	127	3,6		
87	3,96	128	3,76		
88	3,70	129	3,18		
89	2,96	130	3,11		
90	3,87	131	3,22		
91	2,82	132	2,91		
92	2,54	133	2		
93	3,03	134	3,7		
94	2,67	135	3,51		
95	3,57	136	3,41		
96	2,46	137	2,47		
97	2,78	138	2,44		
98	3,18	139	3,94		
99	2,71	140	3,98		
100	3,4	141	2,14		
101	3,77	142	2,78		
102	2,92	143	2,57		
103	3,38	144	2,98		
104	2,44	145	2,98		
105	2,63	146	3,42		
106	2,81	147	2,17		
107	3,16	148	3,07		
108	3,81	149	3,71		
109	3,44	150	3,62		
110	2,41	151	3,32		
111	3,34	152	3,2		
112	3,16	153	3,18		
113	3,09	154	3,78		
114	2,89	155	3,95		
115	3,69	156	2,98		
116	2,24	157	2,59		
117	3,11	158	2,31		
118	3,14	159	2,63		
119	2,58	160	3,28		
120	3,46	161	3,34		
121	3,44	162	3,1		
122	2,3	163	3,74		
123	3,07	164	2,59		

## Anexo 3

## Formato registro de tiempo etapa alimentación de la tolva-Antes

Nombre: <u>Johan Lopez y Pado Bedoya</u>		Proceso: <u>Etapa maduración</u>	
Actividad: <u>Alimentación de la tolva</u>			
Nº Observaciones	Tiempo (Minutos)	Nº Observaciones	Tiempo (Minutos)
165		206	
166	7.37	207	
167	8.59	208	
168	7.5	209	
169	8.6	210	
170		211	
171		212	
172		213	
173		214	
174		215	
175		216	
176		217	
177		218	
178		219	
179		220	
180		221	
181		222	
182		223	
183		224	
184		225	
185		226	
186		227	
187		228	
188		229	
189		230	
190		231	
191		232	
192		233	
193		234	
194		235	
195		236	
196		237	
197		238	
198		239	
199		240	
200		241	
201		242	
202		243	
203		244	
204		245	
205		246	

## Anexo 4

## Formato registro de tiempo etapa adición de agua-Antes

NOMBRE: Johan Larca y Paul Bedoya		PROCESO: Humectación	
ACTIVIDAD: Adicionar agua a la orilla			
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)	N° Observaciones	Tiempo (Minutos)
1	3,8	42	3,7
2	3,9	43	3,6
3	3,5	44	4
4	4,1	45	4,1
5	3,9	46	4,2
6	3,7	47	3,6
7	3,8	48	3,8
8	3,6	49	3,9
9	4,5	50	3,8
10	4,2	51	4,1
11	3,8	52	3,7
12	3,9	53	3,8
13	4,3	54	4,2
14	4,2	55	4,3
15	4,3	56	3,5
16	3,9	57	3,6
17	3,8	58	3,9
18	3,7	59	4,2
19	3,8	60	4,1
20	3,9	61	3,6
21	4,2	62	3,8
22	4,3	63	3,9
23	4,2	64	4,2
24	4,1	65	4,1
25	3,32	66	3,6
26	3,9	67	3,9
27	4,1	68	3,7
28	3,6	69	3,7
29	3,7	70	3,8
30	3,8	71	3,6
31	3,6	72	4,2
32	3,7	73	4,1
33	4,1	74	4,2
34	4,2	75	4,3
35	4	76	4,0
36	4,1	77	3,9
37	3,6	78	3,6
38	3,7	79	3,7
39	3,5	80	3,8
40	4,0	81	
41		82	

## Anexo 5

Formato registro de tiempo etapa adición de agua-Antes

NOMBRE: <u>Johan Lora y Radh Badrja</u>		PROCESO: <u>Remediación</u>	
ACTIVIDAD: <u>Añadir agua a la arilla</u>			
Nº Observaciones	Tiempo (Minutos)	Nº Observaciones	Tiempo (Minutos)
83	3,8	124	3,9
84	3,9	125	3,8
85	3,6	126	4,2
86	3,7	127	4,3
87	3,9	128	3,9
88	4,0	129	3,6
89	3,8	130	3,5
90	4,2	131	3,7
91	4,3	132	3,6
92	4,2	133	3,8
93	3,8	134	4,0
94	3,8	135	4,2
95	3,7	136	4,1
96	3,6	137	3,8
97	3,9	138	3,9
98	4,9	139	4,0
99	3,9	140	4,2
100	3,6	141	4,2
101	3,7	142	4,1
102	3,8	143	3,8
103	3,8	144	3,6
104	4,2	145	3,7
105	4,4	146	3,5
106	3,9	147	3,9
107	3,6	148	4,0
108	3,7	149	4,2
109	4,0	150	3,6
110	4,2	151	3,7
111	4,1	152	4,2
112	3,8	153	3,6
113	3,9	154	4,2
114	3,7	155	4,2
115	3,6	156	3,9
116	3,8	157	4,2
117	3,8	158	3,9
118	3,8	159	3,6
119	3,9	160	4,2
120	4,0	161	4,2
121	4,1	162	4,1
122	4,2	163	4,2
123		164	4,2

## Anexo 6

## Formato registro de tiempo etapa adición de agua-Antes

NOMBRE: Johan Sarez y Pado Bedoya		PROCESO: Humectación	
ACTIVIDAD: Adicionar agua a la arcilla			
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)	N° Observaciones	Tiempo (Minutos)
165	3,7	206	3,6
166	3,6	207	3,5
167	3,8	208	3,5
168	3,7	209	3,5
169	3,7	210	3,5
170	3,6	211	4,0
171	3,9	212	4,2
172	3,9	213	4,0
173	4,0	214	3,8
174	4,2	215	3,7
175	4,1	216	3,9
176	3,6	217	4,0
177	3,7	218	4,0
178	3,8	219	3,7
179	3,9	220	3,8
180	4,1	221	3,5
181	4,2	222	3,7
182	3,2	223	3,3
183	4,2	224	3,7
184	4,2	225	3,5
185	3,9	226	3,7
186	4,0	227	3,7
187	4,2	228	3,7
188	3,9	229	3,7
189	4,1	230	3,7
190	3,9	231	3,7
191	3,7	232	3,7
192	3,6	233	3,7
193	4,2	234	3,7
194	2,3	235	3,7
195	3,9	236	3,7
196	3,9	237	3,7
197	3,7	238	3,7
198	4,4	239	3,7
199	4,3	240	3,7
200	4	241	3,7
201	3,9	242	3,7
202	3,7	243	3,7
203	3,6	244	3,7
204	4,2	245	3,7
205	4,1	246	3,7

## Anexo 7

## Formato registro de tiempo etapa extrusión y moldeo-Antes

Nombre: <u>molde Eban Sures y Rod Red</u>			
Proceso: <u>Moldeo</u>			
Actividad: <u>Extrusion y moldeo de la masa.</u>			
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)	N° Observaciones	Tiempo (Minutos)
1	15.71	42	9.14
2	9.77	43	13.00
3	15.18	44	12.72
4	15.13	45	9.43
5	9.03	46	9.84
6	15.19	47	13.88
7	9.05	48	12.87
8	15.12	49	8.69
9	13.77	50	13.71
10	9.76	51	12.63
11	9.69	52	8.13
12	9.78	53	8.33
13	9.19	54	15.45
14	15.60	55	15.20
15	12.53	56	12.07
16	15.45	57	9.61
17	15.21	58	9.93
18	13.79	59	13.08
19	9.15	60	9.94
20	8.59	61	15.41
21	9.51	62	9.16
22	15.94	63	13.88
23	15.73	64	14.07
24	9.03	65	8.69
25	8.31	66	13.07
26	9.39	67	12.71
27	9.05	68	15.81
28	8.19	69	13.81
29	14.45	70	12.53
30	14.79	71	14.03
31	13.21	72	9.70
32	15.08	73	8.61
33	9.24	74	14.61
34	9.67	75	14.89
35	8.74	76	9.02
36	9.88	77	9.99
37	13.31	78	8.08
38	14.03	79	8.01
39	12.81	80	15.35
40	13.88	81	9.83
41	14.91	82	13.07

## Anexo 8

Formato registro de tiempo etapa extrusión y moldeo-Antes

Nombre: <u>John Dario Pich Red</u>		Proceso: <u>Mobles</u>	
Actividad: <u>Extrusion y mold</u>			
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)	N° Observaciones	Tiempo (Minutos)
83	15,69	124	8,94
84	15,21	125	8,75
85	8,16	126	8,46
86	8,76	127	8,88
87	8,98	128	8,48
88	8,16	129	8,02
89	14,51	130	8,76
90	8,92	131	8,86
91	8,35	132	8,34
92	8,79	133	8,33
93	8,82	134	8,71
94	15,43	135	8,28
95	8,09	136	15,43
96	8,77	137	13,84
97	14,85	138	15,18
98	15,76	139	13,44
99	13,14	140	12,72
100	15,41	141	13,52
101	1,35	142	15,12
102	14,38	143	8,25
103	14,85	144	8,67
104	8,89	145	8,74
105	8,33	146	8,75
106	8,95	147	8,72
107	8,49	148	
108	8,66	149	
109	8,08	150	
110	8,28	151	
111	8,16	152	
112	8,16	153	
113	8,39	154	
114	14,53	155	
115	8,92	156	
116	14,57	157	
117	15,87	158	
118	8,66	159	
119	14,57	160	
120	8,83	161	
121	13,49	162	
122	15,14	163	
123	8,92	164	

## Anexo 9

## Formato registro de tiempo etapa corte y cargue de la mezcla-Antes

Nombre: <u>Jhuan Suarez y Pida Bedon</u>			
Proceso: <u>corte</u>			
Actividad: <u>corte de mezcla y cargue</u>			
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)	N° Observaciones	Tiempo (Minutos)
1	18,52	42	17,63
2	19,11	43	21,27
3	24,15	44	20,05
4	26,32	45	26,87
5	19,21	46	20,21
6	25,66	47	25,68
7	26,88	48	21,34
8	18,46	49	21,03
9	26,63	50	21,67
10	24,27	51	15,99
11	26,97	52	18,07
12	24,85	53	21,6
13	19,45	54	25,38
14	18,56	55	20,01
15	17,67	56	26,96
16	20,33	57	21,28
17	21,45	58	19,12
18	19,67	59	19,82
19	19,29	60	19,86
20	14,5	61	18,8
21	20,78	62	18,82
22	18,95	63	19,58
23	26,34	64	21,78
24	26,32	65	28,92
25	26,01	66	29,44
26	19,22	67	25,63
27	19,79	68	20,19
28	29,01	69	19,11
29	18,44	70	27,24
30	22,77	71	19,86
31	25,87	72	29,12
32	16,21	73	21,77
33	29,78	74	16,62
34	25,57	75	26,38
35	26,07	76	18,6
36	28,53	77	22,02
37	29,69	78	21,55
38	21,45	79	18,44
39	15,92	80	19,58
40	19,89	81	26,23
41	18,66	82	26,4

## Anexo 10

Formato registro de tiempo etapa corte y cargue de la mezcla-Antes

Nombre: Johan Duraz y Peoh Bedoya  
 Proceso: Corte  
 Actividad: Corte de la mezcla y carga carretilla

N° Observaciones	Tiempo (Minutos)	N° Observaciones	Tiempo (Minutos)
83	25,59	124	20,02
84	19,74	125	18,21
85	19,14	126	19,97
86	25,59	127	19,14
87	19,32	128	18,77
88	20,46	129	18,2
89	20,25	130	19,18
90	20,84	131	17,73
91	20,05	132	19,6
92	16,15	133	
93	20,81	134	
94	21,63	135	
95	19,07	136	
96	19,82	137	
97	19,9	138	
98	21,52	139	
99	18,36	140	
100	21,75	141	
101	26,63	142	
102	18,4	143	
103	19,43	144	
104	19,56	145	
105	19,93	146	
106	17,8	147	
107	26,61	148	
108	18,21	149	
109	25,77	150	
110	21,15	151	
111	18,81	152	
112	26,02	153	
113	21,23	154	
114	19,99	155	
115	25,71	156	
116	17,56	157	
117	21,01	158	
118	18,39	159	
119	19,93	160	
120	14,1	161	
121	19,88	162	
122	19,35	163	
123	21,48	164	

## Anexo 11

Formato registro de tiempo etapa transporte a patios de secado-Antes

Nombre: Johan Suarez y Paolo Bedoya  
 Proceso: Arilacion  
 Actividad: Transporte de ladrillos a patio de sec

Nº Observaciones	Tiempo (Minutos)	Nº Observaciones	Tiempo (Minutos)
1	3.43	42	3.49
2	3.86	43	4.04
3	3.43	44	4.36
4	3.1	45	4.10
5	4.4	46	3.47
6	4.47	47	4.017
7	3.51	48	4.34
8	3.02	49	3.17
9	3.61	50	4.14
10	3.01	51	3.17
11	2.51	52	3.46
12	3.36	53	3.17
13	3.82	54	3.09
14	4.56	55	4.08
15	3.59	56	4.86
16	4.97	57	3.73
17	3.54	58	3.71
18	4.65	59	4.84
19	3.35	60	3.01
20	4.01	61	4.69
21	2.67	62	4.87
22	4.89	63	4.83
23	3.17	64	4.91
24	2.52	65	4.75
25	3.53	66	3.24
26	4.62	67	2.78
27	3.33	68	4.56
28	4.73	69	3.43
29	3.87	70	4.86
30	3.96	71	3.88
31	4.83	72	4.52
32	3.17	73	3.39
33	3.02	74	4.68
34	3.14	75	3.05
35	3.48	76	3.77
36	4.88	77	3.05
37	3.29	78	3.11
38	3.16	79	4.94
39	3.99	80	4.47
40	3.46	81	4.34
41	3.9	82	3.73

## Anexo 12

Formato registro de tiempo etapa transporte a patios de secado-Antes

Nombre: <u>John Duez y Pedro Baby-</u>		Proceso: <u>APilbosa</u>	
Actividad: <u>Transporte</u>		<u>Cojillos a Alto Seco</u>	
Nº Observaciones	Tiempo (Minutos)	Nº Observaciones	Tiempo (Minutos)
83	1.94	124	4.86
84	3.83	125	3.03
85	3.05	126	4.2
86	3.1	127	4.38
87	4.77	128	4.87
88	3.68	129	3.32
89	4.26	130	3.16
90	3.41	131	3.96
91	4.44	132	4.86
92	3.04	133	3.57
93	4.26	134	3.14
94	3.15	135	4.85
95	3.17	136	4.77
96	3.42	137	3.58
97	3.11	138	4.15
98	3.99	139	4.43
99	4.49	140	4.83
100	3.35	141	3.6
101	4.67	142	2.18
102	4.77	143	3.3
103	2	144	3.02
104	3.63	145	4.6
105	4.78	146	4.77
106	3.03	147	4.51
107	4.75	148	4.02
108	4.87	149	3.86
109	3.02	150	4.8
110	3.78	151	4.45
111	3.97	152	2.23
112	3.03	153	4.53
113	3.56	154	3.01
114	4.91	155	4.80
115	3.11	156	3.73
116	3.21	157	3.06
117	4.08	158	3.41
118	4.59	159	3.788
119	3.78	160	3.
120	4.58	161	
121	3.96	162	
122	4.47	163	
123	3.41	164	

## Anexo 13

## Formato registro de tiempo etapa apilado del farol-Antes

Nombre: <u>Johan Leiva y Paul Bedoya</u>			
Proceso: <u>Apilación</u>			
Actividad: <u>Apilación del Cordillo</u>			
Nº Observaciones	Tiempo (Minutos)	Nº Observaciones	Tiempo (Minutos)
1	2.74	42	8.55
2	3.20	43	8.18
3	3.36	44	8.6
4	3.19	45	5.93
5	3.8	46	8.39
6	9.48	47	2.53
7	9.58	48	8.05
8	2.19	49	2.81
9	3.19	50	8.25
10	3.82	51	9.04
11	5.03	52	9.37
12		53	9.6
13	4.57	54	8.89
14	4.89	55	9.12
15	3.76	56	8.6
16	4.26	57	8.2
17	4.12	58	3.45
18	4.35	59	3.4
19	2.91	60	3.46
20	4.98	61	8.07
21	4.32	62	3.46
22	8.18	63	2.54
23	3.06	64	8.11
24	4.06	65	2.21
25	2.36	66	8.43
26	4.91	67	8.79
27	4.3	68	3.44
28	3.88	69	7.98
29	8.78	70	8.69
30	3.53	71	8.71
31	3.49	72	8.29
32	4.07	73	4.53
33	2.06	74	3.14
34	4.71	75	4.56
35	3.11	76	3.82
36	4.35	77	9.86
37	2.74	78	2.99
38	8.46	79	8.75
39	3.04	80	3.09
40	8.16	81	3.9
41	9.53	82	4.5
	3.66		

## Anexo 14

## Formato registro de tiempo etapa apilado del farol-Antes

Nombre: <u>Johan Duran y Paul Bedoya</u>		Proceso: <u>Apilación</u>	
Actividad: <u>Apilación del cubillo</u>			
Nº Observaciones	Tiempo (Minutos)	Nº Observaciones	Tiempo (Minutos)
83	8,07	124	8,06
84	8,02	125	8,31
85	8,45	126	8,46
86	8,67	127	8,89
87	8,94	128	8,39
88	8,39	129	8,69
89	8,57	130	8,8
90	8,52	131	8,6
91	8,89	132	8,5
92	8,25	133	8,94
93	8,42	134	8,59
94	8,06	135	8,56
95	8,24	136	8,87
96	8,79	137	8,53
97	8,83	138	8,75
98	8,86	139	8,6
99	8,88	140	8,75
100	8,36	141	8,8
101	8,89	142	8,85
102	8,83	143	8,76
103	8,7	144	8,42
104	8,6	145	8,63
105	8,06	146	8,84
106	8,56	147	8,72
107	8,84	148	
108	8,99	149	
109	8,11	150	
110	8,02	151	
111	8,03	152	
112	8,99	153	
113	8,96	154	
114	8,57	155	
115	8,71	156	
116	8,4	157	
117	8,69	158	
118	8,31	159	
119	8,76	160	
120	8,61	161	
121	8,03	162	
122	8,05	163	
123	8,51	164	

## Anexo 15

*Formato registro de tiempo etapa alimentación de la tolva-Actual*

Nombre:	JohanSuarez y Paola Bedoya			
Proceso:	Maduracion			
Actividad:	Alimentación de la tolva			
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)		N° Observaciones	Tiempo (Minutos)
1	5,3		42	5,92
2	5,17		43	5,68
3	5,48		44	5,49
4	5,57		45	5,73
5	5,5		46	5,33
6	5,96		47	5,54
7	5,46		48	5,57
8	5,37		49	5,14
9	5,69		50	5,91
10	6,01		51	5,44
11	5,81		52	5,08
12	5,25		53	5,46
13	5,56		54	5,24
14	5,09		55	5,85
15	5,3		56	5,93
16	5,79		57	5,17
17	5,56		58	5,44
18	5,25		59	5,71
19	5,13		60	5,06
20	5,21		61	5,22
21	5,05		62	5,3
22	5,34		63	5,46
23	5,02		64	5,45
24	5,66		65	5,49
25	5,59		66	5,29
26	5,56		67	5,08
27	5,54		68	5,37
28	5,42		69	5,19
29	5,1		70	5,54
30	5,84		71	5,32
31	5,7		72	5,83
32	5,66		73	5,15
33	5,01		74	5,67
34	5,33		75	5,15
35	5,81		76	5,55
36	5,63		77	5,32
37	5,56		78	5,24
38	5,5		79	5,7
39	5,01		80	5,24
40	5,35		81	5,16
41	5,49		82	5,13

**Anexo 16***Formato registro de tiempo etapa alimentación de la tolva-Actual*

Nombre:	JohanSuarez y Paola Bedoya			
Proceso:	Maduracion			
Actividad:	Alimentación de la tolva			
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)		N° Observaciones	Tiempo (Minutos)
83	5,93		124	5,48
84	5,63		125	5,1
85	5,01		126	5,35
86	5,05		127	5,76
87	6,01		128	5,62
88	5,68		129	5,09
89	5,12		130	5,31
90	5,02		131	5,93
91	5,52		132	5,05
92	5,54		133	5,61
93	5,34		134	5,11
94	5,93		135	5,11
95	5,12		136	5,75
96	5,33		137	5,57
97	5,12		138	5,39
98	5,27		139	5,64
99	5,91		140	5,98
100	5,9		141	5,66
101	5,41		142	5,59
102	5,07		143	5,07
103	5,19		144	5,83
104	5,35		145	5,04
105	5,92		146	5,19
106	5,34		147	5,16
107	5,82		148	5,42
108	5,63		149	5,84
109	5,4		150	5,18
110	5,47		151	5,78
111	5,38		152	5,5
112	5,36		153	5,67
113	5,58		154	5,94
114	5,73		155	5,57
115	5,7		156	5,32
116	5,5		157	5,34
117	5,85		158	5,03
118	5,07		159	5,87
119	5,48		160	5,9
120	5,36		161	5,59
121	5,27		162	5,28
122	5,21		163	5,86
123	5,82		164	5,15

**Anexo 17***Formato registro de tiempo etapa alimentación de la tolva-Actual*

Nombre:	JohanSuarez y Paola Bedoya		
Proceso:	Maduracion		
Actividad:	Alimentación de la tolva		
<b>N° Observaciones</b>	<b>Tiempo (Minutos)</b>		<b>N° Observaciones</b>
165	5,85		206
166	5,51		207
167	5,05		208
168	5,44		209
169			210
170			211
171			212
172			213
173			214
174			215
175			216
176			217
177			218
178			219
179			220
180			221
181			222
182			223
183			224
184			225
185			226
186			227
187			228
188			229
189			230
190			231
191			232
192			233
193			234
194			235
195			236
196			237
197			238
198			239
199			240
200			241
201			242
202			243
203			244
204			245
205			246

## Anexo 18

### *Formato registro de tiempo etapa adición de agua-Actual*

NOMBRE:		Suarez y Paola Bedoya	
PROCESO:		Humectación	
ACTIVIDAD:		Ionar agua a la arcilla	
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)	N° Observaciones	Tiempo (Minutos)
1	2,83	42	2,73
2	2,48	43	2,52
3	2,49	44	3,09
4	2,61	45	2,44
5	2,7	46	2,85
6	2,47	47	2,81
7	3,07	48	3,02
8	2,63	49	2,94
9	2,57	50	3,07
10	2,84	51	2,69
11	3,06	52	2,9
12	3,03	53	2,64
13	2,5	54	2,73
14	2,66	55	2,85
15	3,06	56	2,7
16	2,76	57	2,77
17	2,59	58	2,92
18	2,35	59	2,87
19	2,3	60	2,57
20	2,36	61	3,05
21	2,54	62	2,54
22	2,48	63	2,9
23	2,56	64	2,55
24	2,92	65	2,9
25	2,46	66	2,86
26	2,62	67	3,06
27	2,72	68	2,63
28	3,04	69	3
29	2,39	70	2,59
30	2,31	71	2,84
31	2,31	72	2,37
32	2,77	73	2,86
33	2,37	74	2,4
34	2,59	75	2,37
35	2,92	76	2,53
36	2,88	77	2,77
37	3,04	78	2,41
38	2,89	79	3,09
39	2,5	80	2,31
40	3,08	81	2,32
41	3,09	82	3,1

## Anexo 19

### *Formato registro de tiempo etapa adición de agua-Actual*

NOMBRE:	Suarez y Paola Bedoya		
PROCESO:	Humectación		
ACTIVIDAD:	Añadir agua a la arcilla		
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)		N° Observaciones Tiempo (Minutos)
83	2,78		124 2,32
84	2,92		125 3
85	2,94		126 2,47
86	3,05		127 2,52
87	2,4		128 2,9
88	2,99		129 2,89
89	2,44		130 2,98
90	2,56		131 2,8
91	2,58		132 2,84
92	2,95		133 2,98
93	2,51		134 2,35
94	2,99		135 2,63
95	2,52		136 2,52
96	2,53		137 2,38
97	2,79		138 2,5
98	2,59		139 2,3
99	2,39		140 2,5
100	2,44		141 2,48
101	2,4		142 2,97
102	2,9		143 2,36
103	2,47		144 3,08
104	2,46		145 3,04
105	2,97		146 2,81
106	2,71		147 2,42
107	2,56		148 2,69
108	3,07		149 2,34
109	2,83		150 2,61
110	2,57		151 2,95
111	2,82		152 3,01
112	2,61		153 2,75
113	2,46		154 2,47
114	2,41		155 2,61
115	2,52		156 2,52
116	2,62		157 3,03
117	2,8		158 3
118	2,34		159 3,01
119	3,1		160 2,85
120	2,9		161 2,87
121	3,05		162 2,65
122	2,89		163 3
123	2,97		164 2,56

## Anexo 20

### *Formato registro de tiempo etapa adición de agua-Actual*

NOMBRE:	JohanSuarez y Paola Bedoya			
PROCESO:	Humectación			
ACTIVIDAD:	Adicionar agua a la arcilla			
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)		N° Observaciones	Tiempo (Minutos)
165	2,81		206	2,82
166	2,91		207	2,71
167	2,88		208	2,61
168	2,64		209	2,43
169	2,55		210	2,85
170	2,35		211	2,83
171	2,71		212	2,3
172	2,53		213	2,36
173	3,1		214	3,1
174	2,42		215	2,78
175	2,72		216	2,85
176	2,51		217	3,07
177	2,83		218	3,05
178	2,48		219	3,03
179	2,5		220	2,6
180	2,86		221	2,49
181	2,46		222	2,69
182	2,93		223	2,56
183	2,42		224	2,74
184	2,92		225	2,98
185	3		226	
186	2,61		227	
187	2,87		228	
188	2,9		229	
189	3		230	
190	2,71		231	
191	2,87		232	
192	2,53		233	
193	2,64		234	
194	2,6		235	
195	2,44		236	
196	2,62		237	
197	2,8		238	
198	2,75		239	
199	2,91		240	
200	2,61		241	
201	2,54		242	
202	2,75		243	
203	2,77		244	
204	2,38		245	
205	2,47		246	

## Anexo 21

*Formato registro de tiempo etapa extrusión y moldeo-Actual*

NOMBRE:	JohanSuarez y Paola Bedoya			
PROCESO:	Moldeo			
ACTIVIDAD:	Extrusión y moldeo de la mezcla (Agua y Arcilla)			
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)		N° Observaciones	
			Tiempo (Minutos)	
1	6,49		42	6,39
2	6,26		43	5,98
3	6,08		44	6,09
4	6,18		45	6,37
5	6,01		46	6,25
6	6,02		47	6,49
7	5,97		48	6,26
8	6,12		49	6,23
9	6,29		50	6,13
10	6,31		51	6,2
11	6,16		52	6,43
12	6,04		53	5,99
13	6,47		54	6,5
14	5,97		55	6,45
15	6,47		56	6,02
16	6,08		57	6,38
17	6,39		58	6,38
18	5,95		59	6
19	6,12		60	6,4
20	6,3		61	6,42
21	6,39		62	6,22
22	6,07		63	6,22
23	6,36		64	6,39
24	6,23		65	6,2
25	6,1		66	6,21
26	6,2		67	6
27	6,24		68	6,31
28	6,02		69	6,36
29	6,39		70	6,04
30	6,16		71	6,03
31	6,09		72	6,35
32	6,11		73	6,17
33	6,4		74	6,5
34	6		75	6,43
35	6		76	6,34
36	6,08		77	6,3
37	6,44		78	5,96
38	6,03		79	6,47
39	6,36		80	6,22
40	6,04		81	6,29
41	6,29		82	6,46

**Anexo 22***Formato registro de tiempo etapa extrusión y moldeo-Actual*

NOMBRE:	JohanSuarez y Paola Bedoya			
PROCESO:	Moldeo			
ACTIVIDAD:	Extrusión y moldeo de la mezcla (Agua y Arcilla)			
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)		N° Observaciones	Tiempo (Minutos)
83	5,98		124	6,39
84	6,02		125	6,29
85	6,25		126	6,46
86	6,5		127	6,23
87	6		128	6,43
88	5,96		129	6,08
89	6,19		130	6,3
90	5,96		131	5,95
91	6,34		132	6,26
92	6,05		133	6,47
93	6,04		134	6,26
94	6,46		135	6,36
95	6,26		136	5,99
96	6,5		137	6,5
97	6,17		138	6,47
98	5,96		139	6,38
99	6,43		140	6,38
100	6,18		141	6,02
101	6,5		142	6,5
102	6,14		143	6,24
103	6,42		144	6,38
104	6,26		145	6,05
105	6,25		146	6,09
106	5,96		147	6
107	6,28		148	
108	6,31		149	
109	6,42		150	
110	6,27		151	
111	5,99		152	
112	6,5		153	
113	6,18		154	
114	6,25		155	
115	6,15		156	
116	6,5		157	
117	6,32		158	
118	6,28		159	
119	6,26		160	
120	6,2		161	
121	6,01		162	
122	5,97		163	
123	6,31		164	

## Anexo 23

*Formato registro de tiempo etapa corte y cargue de la mezcla-Actual*

NOMBRE:	JohanSuarez y Paola Bedoya			
PROCESO:	Corte			
ACTIVIDAD:	mezcla y cargue de carretilla			
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)		N° Observaciones	Tiempo (Minutos)
1	12,26		42	12,26
2	12,15		43	12,52
3	12,6		44	12,63
4	12,63		45	12,55
5	12,39		46	12,18
6	12,11		47	12,58
7	12,16		48	12,22
8	12,11		49	12,31
9	12,48		50	12,33
10	12,34		51	12,23
11	12,29		52	12,16
12	12,17		53	12,43
13	12,2		54	12,39
14	12,5		55	12,67
15	12,49		56	12,61
16	12,42		57	12,13
17	12,67		58	12,39
18	12,21		59	12,35
19	12,11		60	12,61
20	12,22		61	12,46
21	12,14		62	12,24
22	12,52		63	12,34
23	12,34		64	12,24
24	12,56		65	12,5
25	12,18		66	12,21
26	12,62		67	12,19
27	12,66		68	12,18
28	12,45		69	12,61
29	12,45		70	12,34
30	12,36		71	12,42
31	12,63		72	12,14
32	12,31		73	12,62
33	12,61		74	12,65
34	12,5		75	12,52
35	12,13		76	12,59
36	12,21		77	12,51
37	12,16		78	12,23
38	12,38		79	12,57
39	12,51		80	12,17
40	12,46		81	12,19
41	12,61		82	12,12

## Anexo 24

*Formato registro de tiempo etapa corte y cargue de la mezcla-Actual*

NOMBRE:		JohanSuarez y Paola Bedoya	
PROCESO:		Corte	
ACTIVIDAD:		mezcla y cargue de carretilla	
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)	N° Observaciones	Tiempo (Minutos)
83	12,63	124	12,32
84	12,1	125	12,13
85	12,3	126	12,27
86	12,48	127	12,17
87	12,13	128	12,3
88	12,62	129	12,27
89	12,65	130	12,28
90	12,57	131	12,14
91	12,34	132	12,55
92	12,4	133	
93	12,41	134	
94	12,57	135	
95	12,31	136	
96	12,31	137	
97	12,54	138	
98	12,57	139	
99	12,58	140	
100	12,33	141	
101	12,54	142	
102	12,29	143	
103	12,18	144	
104	12,33	145	
105	12,46	146	
106	12,17	147	
107	12,33	148	
108	12,65	149	
109	12,61	150	
110	12,32	151	
111	12,64	152	
112	12,38	153	
113	12,31	154	
114	12,42	155	
115	12,44	156	
116	12,34	157	
117	12,15	158	
118	12,45	159	
119	12,2	160	
120	12,31	161	
121	12,46	162	
122	12,45	163	
123	12,7	164	

## Anexo 25

*Formato registro de tiempo etapa transporte a patios de secado-Actual*

NOMBRE:	JohanSuarez y Paola Bedoya			
PROCESO:	Apilación			
ACTIVIDAD:	Transporte del ladrillo a los patios de secado			
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)		N° Observaciones	Tiempo (Minutos)
1	4,54		42	4,53
2	5,03		43	5,02
3	4,54		44	4,76
4	5,03		45	4,74
5	4,94		46	4,72
6	4,68		47	4,8
7	4,63		48	4,68
8	4,8		49	4,69
9	4,88		50	4,7
10	4,68		51	4,69
11	4,77		52	4,95
12	4,76		53	4,68
13	5,01		54	4,81
14	4,85		55	4,99
15	4,81		56	4,85
16	4,98		57	4,98
17	4,54		58	4,78
18	4,84		59	4,56
19	4,56		60	4,65
20	5,05		61	4,95
21	4,51		62	4,99
22	4,56		63	4,69
23	5		64	4,91
24	4,91		65	4,91
25	5,01		66	4,62
26	4,97		67	4,58
27	4,59		68	4,74
28	4,64		69	4,93
29	4,71		70	4,99
30	4,68		71	4,99
31	4,74		72	4,55
32	4,69		73	4,77
33	4,91		74	4,81
34	4,52		75	4,96
35	4,98		76	4,95
36	4,82		77	4,99
37	4,61		78	4,83
38	4,84		79	4,9
39	4,72		80	4,78
40	4,62		81	4,77
41	4,89		82	4,59

## Anexo 26

*Formato registro de tiempo etapa transporte a patios de secado-Actual*

NOMBRE:	JohanSuarez y Paola Bedoya			
PROCESO:	Apilación			
ACTIVIDAD:	Transporte del ladrillo a los patios de secado			
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)		N° Observaciones	Tiempo (Minutos)
83	5,02		124	4,79
84	4,7		125	4,93
85	4,77		126	4,68
86	4,91		127	4,73
87	4,88		128	4,9
88	4,76		129	4,56
89	4,87		130	4,51
90	4,76		131	4,86
91	4,84		132	4,7
92	4,55		133	4,66
93	4,82		134	4,73
94	4,74		135	4,75
95	4,59		136	4,83
96	4,9		137	4,89
97	4,89		138	4,72
98	4,75		139	4,72
99	4,88		140	4,5
100	4,99		141	4,93
101	4,58		142	4,6
102	4,75		143	4,61
103	4,89		144	4,84
104	5,05		145	5,05
105	4,64		146	4,74
106	4,84		147	4,94
107	4,83		148	4,81
108	4,66		149	4,55
109	4,63		150	4,75
110	4,82		151	4,69
111	4,94		152	4,95
112	4,59		153	4,85
113	4,72		154	5
114	4,64		155	4,62
115	4,66		156	5,04
116	4,99		157	4,52
117	4,74		158	4,89
118	4,97		159	4,53
119	4,97		160	4,61
120	4,52		161	
121	4,79		162	
122	4,63		163	
123	5,03		164	

**Anexo 27***Formato registro de tiempo etapa apilado del farol-Actual*

NOMBRE:	JohanSuarez y Paola Bedoya			
PROCESO:	Apilación			
ACTIVIDAD:	Apilacion del ladrillo			
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)		N° Observaciones	
			Tiempo (Minutos)	
1	8,25		42	9,16
2	8,49		43	8,36
3	8,76		44	8,09
4	8,54		45	9,16
5	9,57		46	8,58
6	8,94		47	8,9
7	9,56		48	8,56
8	9,4		49	9,49
9	8,52		50	9,26
10	9		51	8,88
11	8,07		52	8,08
12	9,33		53	8,5
13	8,98		54	8,98
14	8,56		55	8,56
15	8,86		56	8,2
16	8,68		57	9,28
17	8,54		58	9,56
18	9,39		59	8,14
19	8,83		60	9,28
20	8,63		61	8,92
21	9		62	9,58
22	9,51		63	8,37
23	8,02		64	9,4
24	8,74		65	8,49
25	9,52		66	8,86
26	9,15		67	9,04
27	8,64		68	9,47
28	8,93		69	9,06
29	9,49		70	9,33
30	9,02		71	8,4
31	8,6		72	8,24
32	8,96		73	8,67
33	8,9		74	8,62
34	8,51		75	8,94
35	9,53		76	8,98
36	8,5		77	8,06
37	8,16		78	8,38
38	8,01		79	9,19
39	8,29		80	8,06
40	8,16		81	9,13
41	8,26		82	9,16

## Anexo 28

*Formato registro de tiempo etapa apilado del farol-Actual*

NOMBRE:	JohanSuarez y Paola Bedoya			
PROCESO:	Apilación			
ACTIVIDAD:	Apilacion del ladrillo			
N° Observaciones	Tiempo (Minutos)		N° Observaciones	Tiempo (Minutos)
83	9,17		124	9,43
84	8,54		125	9,54
85	9,59		126	9,54
86	8,17		127	9,41
87	8,49		128	8,05
88	8,15		129	8,2
89	8,08		130	9,6
90	9,1		131	8,14
91	9,27		132	9,45
92	8,19		133	9,21
93	8,28		134	8,49
94	8,89		135	9,21
95	9,28		136	9,05
96	8,22		137	9,28
97	8,96		138	9,07
98	8,52		139	8,24
99	8,16		140	8,36
100	9,39		141	9,39
101	9,43		142	8,65
102	9,44		143	8,23
103	8,9		144	8,06
104	8,69		145	9,38
105	9,15		146	9,33
106	8,98		147	9,35
107	8,34		148	
108	8,53		149	
109	8,6		150	
110	8,66		151	
111	8,13		152	
112	9,5		153	
113	9,41		154	
114	9,39		155	
115	8,42		156	
116	8,85		157	
117	9,41		158	
118	8,76		159	
119	8,31		160	
120	8,52		161	
121	8,67		162	
122	9,47		163	
123	9,25		164	

## Anexo 29

## Tarjeta de Clasificación piezas metálicas

TARJETA ROJA			
<b>Nombre del artículo</b>	Piezas metalicas		
<b>Categoría</b>	<b>1. Maquinaria</b>	x	<b>6. Inventario en proceso</b>
	<b>2. Accesorios y herramientas</b>		<b>7. Producto terminado</b>
	<b>3. Instrumental de medición</b>		<b>8. Equipo de oficina</b>
	<b>4. Materia prima</b>		<b>9. Librería y papelería</b>
	<b>5. Refacción</b>		<b>10. Limpieza</b>
<b>Fecha</b>	<b>Localización</b>		
14-may-22	Almacén de herramientas		
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Valor \$</b>	
40	UND	\$ 328.000,00	
<b>Razón</b>	<b>1. No se necesitan</b>	x	<b>6. Contaminante</b>
	<b>2. Defectuoso</b>		<b>7. Otro</b>
	<b>3. No se necesita pronto</b>		
	<b>4. Material de desperdicio</b>		
	<b>5. Uso desconocido</b>		
<b>Elaborado por</b>			
Sebastian Suarez y Paola Bedoya			
<b>Forma de desecho</b>	<b>1. Tirar</b>		<b>Fecha de desecho</b>
	<b>2. Vender</b>	x	14-may-22
	<b>3. Mover</b>		<b>Fecha de despacho</b>
	<b>4. Regresar a proveedor</b>		25-may-22
<b>Firma de autorización</b>			
Jose Amortegui			

## Anexo 30

## Tarjeta de Clasificación repuestos

TARJETA ROJA			
Nombre del artículo	Repuestos		
Categoría	1. Maquinaria	x	6. Inventario en proceso
	2. Accesorios y herramientas		7. Producto terminado
	3. Instrumental de medición		8. Equipo de oficina
	4. Materia prima		9. Librería y papelería
	5. Refacción		10. Limpieza
Fecha	Localización		
14-may-22	Almacén de herramientas		
Cantidad	Unidad de medida	Valor \$	
5	UND	\$ 120.000,00	
Razón	1. No se necesitan		6. Contaminante
	2. Defectuoso	x	7. Otro
	3. No se necesita pronto		
	4. Material de desperdicio		
	5. Uso desconocido		
<b>Elaborado por</b>			
Sebastian Suarez y Paola Bedoya			
Forma de desecho	1. Tirar		Fecha de desecho
	2. Vender	x	14-may-22
	3. Mover		Fecha de despacho
	4. Regresar a proveedor		25-may-22
<b>Firma de autorización</b>			
Jose Amortegui			

## Anexo 31

## Tarjeta de Clasificación Arcilla

TARJETA ROJA			
<b>Nombre del artículo</b>	Arcilla		
<b>Categoría</b>	<b>1. Maquinaria</b>	<b>6. Inventario en proceso</b>	x
	<b>2. Accesorios y herramientas</b>	<b>7. Producto terminado</b>	
	<b>3. Instrumental de medición</b>	<b>8. Equipo de oficina</b>	
	<b>4. Materia prima</b>	<b>9. Librería y papelería</b>	
	<b>5. Refacción</b>	<b>10. Limpieza</b>	
<b>Fecha</b>	<b>Localización</b>		
14-may-22	area de producción		
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Valor \$</b>	
100	KLS		
<b>Razón</b>	<b>1. No se necesitan</b>	<b>6. Contaminante</b>	
	<b>2. Defectuoso</b>	<b>7. Otro</b>	
	<b>3. No se necesita pronto</b>		
	<b>4. Material de desperdicio</b>	x	
	<b>5. Uso desconocido</b>		
<b>Elaborado por</b>			
Sebastian Suarez y Paola Bedoya			
<b>Forma de desecho</b>	<b>1. Tirar</b>		<b>Fecha de desecho</b>
	<b>2. Vender</b>		14-may-22
	<b>3. Mover</b>	x	<b>Fecha de despacho</b>
	<b>4. Regresar a proveedor</b>		25-may-22
<b>Firma de autorización</b>			
Jose Amortegui			

## Anexo 32

## Tarjeta de Clasificación tornillos

TARJETA ROJA			
<b>Nombre del artículo</b>	Tornillería		
<b>Categoría</b>	<b>1. Maquinaria</b>	x	<b>6. Inventario en proceso</b>
	<b>2. Accesorios y herramientas</b>		<b>7. Producto terminado</b>
	<b>3. Instrumental de medición</b>		<b>8. Equipo de oficina</b>
	<b>4. Materia prima</b>		<b>9. Librería y papelería</b>
	<b>5. Refacción</b>		<b>10. Limpieza</b>
<b>Fecha</b>	<b>Localización</b>		
14-may-22	Almacen de herramientas		
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Valor \$</b>	
1	KLS	\$ 10.000,00	
<b>Razón</b>	<b>1. No se necesitan</b>		<b>6. Contaminante</b>
	<b>2. Defectuoso</b>	x	<b>7. Otro</b>
	<b>3. No se necesita pronto</b>		
	<b>4. Material de desperdicio</b>		
	<b>5. Uso desconocido</b>		
<b>Elaborado por</b>			
Sebastian Suarez y Paola Bedoya			
<b>Forma de desecho</b>	<b>1. Tirar</b>		<b>Fecha de desecho</b>
	<b>2. Vender</b>	x	14-may-22
	<b>3. Mover</b>		<b>Fecha de despacho</b>
	<b>4. Regresar a proveedor</b>		25-may-22
<b>Firma de autorización</b>			
Jose Amortegui			

## Anexo 33

## Tarjeta de Clasificación motores

TARJETA ROJA			
<b>Nombre del artículo</b>	Motores		
<b>Categoría</b>	<b>1. Maquinaria</b>	x	<b>6. Inventario en proceso</b>
	<b>2. Accesorios y herramientas</b>		<b>7. Producto terminado</b>
	<b>3. Instrumental de medición</b>		<b>8. Equipo de oficina</b>
	<b>4. Materia prima</b>		<b>9. Librería y papelería</b>
	<b>5. Refacción</b>		<b>10. Limpieza</b>
<b>Fecha</b>	<b>Localización</b>		
14-may-22	Almacén de herramientas y area de produccion		
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Valor \$</b>	
3	UND	\$ 300.000,00	
<b>Razón</b>	<b>1. No se necesitan</b>		<b>6. Contaminante</b>
	<b>2. Defectuoso</b>	X	<b>7. Otro</b>
	<b>3. No se necesita pronto</b>		
	<b>4. Material de desperdicio</b>		
	<b>5. Uso desconocido</b>		
<b>Elaborado por</b>			
Sebastian Suarez y Paola Bedoya			
<b>Forma de desecho</b>	<b>1. Tirar</b>		<b>Fecha de desecho</b>
	<b>2. Vender</b>	X	14-may-22
	<b>3. Mover</b>		<b>Fecha de despacho</b>
	<b>4. Regresar a proveedor</b>		25-may-22
<b>Firma de autorización</b>			
Jose Amortegui			

## Anexo 34

## Formato de auditoría 5S

AUDITORÍA 5S					
<b>Empresa :</b>	Ladrillos del pacifico	<b>Auditor :</b>			
<b>Area:</b>		<b>Dia :</b>	<b>dd-mm-aaaa</b>		
<b>Sistema de puntuación</b>		<i>Objetivo</i>	<i>Real</i>		
<b>0</b>	Inexistente -El grado de cumplimiento es menor al 40% por lo tanto no se aprecia ninguna realidad respecto a lo preguntado	20			
<b>3</b>	Bien - El grado de cumplimiento es mayor del 40% y menor del 90%	20			
<b>5</b>	Excelente - El grado de cumplimiento es mayor del 90%	20			
		<b>Total</b>	<b>100</b>		
<i>Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio</i>					
<i>No es más limpio el que más limpia sino el que menos ensucia</i>					
<b>1ª s</b> (Seleccionar)	1	No hay elementos innecesarios en los puestos de trabajo	0	3	5
	2	Todas las herramientas están arregladas en condiciones sanitarias y seguras			
	3	Los corredores y areas de trabajo estan lo suficientemente limpias y señaladas			
	4	se han determinado los elementos inutiles del puesto de trabajo			
	<b>Total</b>				
<b>2ª s</b> (Organizar)	1	¿Todos los elementos tienen un lugar asignado e identificado?	0	3	5
	2	¿Elementos personales no se mezclan con materiales del puesto?			
	3	¿Se cuenta con una adecuada separación de basuras.?			
	4	¿El personal respeta las zonas demarcadas para cada elemento?			
	<b>Total</b>				
<b>3ª s</b> (Limpiar, recuperar)	1	Ausencia de oxido, residuos, sobrantes, fugas aceite, fugas de Agua	0	3	5
	2	Ausencia de polvo, hilos, manchas, telarañas...			
	3	Documentos limpios y en buen estado			
	4	Piso limpio			
	<b>Total</b>				
<b>4ª s</b> (Estandarizar)	1	Se cuenta con estado de referencia en los puestos de trabajo. Allí están identificados los Equipos de protección personal	0	3	5
	2	se muestra en detalle el responsable de la limpieza de cada área, los días y las veces en el día			
	3	¿Se cuenta con tarjetas visuales de como debe estar el puesto de trabajo al iniciar la jornada?			
	4	¿Se realiza la verificación del puesto de trabajo al inicio de cada jornada mediante el uso del checklist estandar?			
	<b>Total</b>				
<b>5ª s</b> (Disciplina)	1	¿Los trabajadores respetan los procedimientos de Seguridad?	0	3	5
	2	¿Está siendo la organización, el orden y la limpieza regularmente observada?			
	3	¿La basura y desperdicio están bien localizados y ordenados?			
	4	¿Se están llenando todos los registros (checklist, formatos de separación) ?			
	<b>Total</b>				
<b>Evaluación realizada por:</b>		<b>Evaluación validada por:</b>			
<b>Firma</b>		<b>Firma</b>			

### Anexo 35

#### Formato de seguimiento auditorias 5S

Empresa :		Evolución Auditorias 5S										
Ladrillos del pacifico												
<b>Planificación auditorias 5s</b>												
Fecha prevista	1-ene.-22	1-feb.-22	1-mar.-22	1-abr.-22	1-may.-22	1-jun.-22	1-jul.-22	1-ago.-22	1-sep.-22	1-oct.-22	1-nov.-22	1-dic.-22
Fecha real						04-jun	02-jul	31-jul				
Auditor previsto						Paola bedoya	Paola bedoya	Paola bedoya				
Auditor real						Paola bedoya	Paola bedoya	Paola bedoya				
<b>Resultados obtenidos</b>												
1ª S						20	18	20				
2ª S						18	15	20				
3ª S						12	18	20				
4ª S						15	20	15				
5ª S						10	15	20				
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>75</b>	<b>86</b>	<b>95</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Resultados 1ª s**

Month	Score
6	20
7	18
8	20

**Resultados 2ª s**

Month	Score
6	18
7	15
8	20

**Resultados 3ª s**

Month	Score
6	12
7	18
8	20

**Resultados 4ª s**

Month	Score
6	15
7	20

**Resultados 5ª s**

Month	Score
6	10
7	15
8	20

1ª s - Seleccionar

2ª s - Organizar

3ª s - Limpiar, recuperar

4ª s - Estandarizar

5ª s - Disciplina

## Conclusiones

- Con la implementación de las técnicas lean manufacturing (5s, poka yoke y TPM) se logró obtener un aumento de la productividad en la empresa, ya que se lograron identificar y eliminar los desperdicios presentes en el proceso productivo, permitiendo disminuir en un 33,5% el tiempo de ciclo empleado para elaborar 168 unidades, generando así un incremento de la productividad del 163% en cuanto a la producción diaria de la empresa.
- Se logró que los colaboradores se apropiaran de la técnica 5s, ya que mediante las auditorias que se realizaron se obtuvieron resultados positivos, permitiendo así generar un mejor ambiente laboral y contribuyendo al aumento de la productividad.
- Con la adquisición de la cortadora, se pudo obtener una disminución del 100% de los desperdicios generados en el proceso de corte, ya que esta corta el ladrillo en la medida exacta, eliminando la generación de sobrantes.
- No fue posible implementar la totalidad de las propuestas por factores como costos y tiempo, pero, a pesar de ello, es posible evidenciar a lo largo del proyecto una mejora en el proceso productivo de la empresa con las propuestas que si se lograron implementar.

## Recomendaciones

- Se recomienda a la empresa Ladrillos del pacifico mantener la implementación de las técnicas realizadas en este documento, asimismo se recomienda designar una persona que tenga como propósito verificar mensualmente el estado de implementación de dichas técnicas mediante el uso de formatos de auditoria expuestos en el documento.
- También se recomienda a la empresa, realizar la inversión del cajón alimentador con el fin de generar un ritmo de alimentación constante de la tolva, eliminando así factores que disminuyen la productividad de la misma como lo son, el cansancio y el atascamiento de la tolva.

## Referencia

- Aguilar, R. E. G., y Aguilar, W. N. G. (2017). Caracterización de las arcillas del norte del Cauca, Colombia enclave para la optimización del proceso productivo de la industria ladrillera. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 9(1), 34-41.
- Aguirre-Alvarez, Y. A. (2015). *Análisis de las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes* [Tesis para optar el Título de Magister en Ingeniería Industria, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional Universidad Nacional. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54090>
- Baluis-Flores, C. A. (2013). *Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de Lean Manufacturing* [Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, Pontificia universidad católica del Perú]. Repositorio PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5001>
- Campo-Lectamo, E. X. (2018). Diseño de la propuesta del plan de marketing para la comercialización del producto Caña-Miel en el municipio de Santander de Quilichao.
- Cantó, M.G., y Gandía, A.A. (2019). Cómo aplicar “mapeo de flujo de valor” (VSM). *3C Tecnología*, 8 (2), 68.
- Chatilan, L. J. (2020). *Lean Manufacturing y productividad en las empresas 2015 - 2020: una revisión de la literatura científica* [Trabajo de investigación,

Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional UPN.

<https://hdl.handle.net/11537/26284>

Chicaiza-Toasa, A. M. (2019). *El efecto Poka Yoke en el proceso productivo. Caso: Empresa de calzado industrial* [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional UTA.

<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30053>

Concha-Guaila, J. G., y Barahona-Defaz, B. I. (2014). *Mejoramiento de la Productividad en la Empresa induacero Cia. Ltda. en Base al Desarrollo e Implementación de la Metodología 5s Vsm, Herramientas Del lean Manufacturing*. Escuela superior politécnica de Chimborazo.

Correa, F. G. (2007). Manufactura esbelta (lean manufacturing) Principales herramientas. *Revista Raites*, 1(2), 85-112.

Cruzado, D. Y., y Duran, S. E. (2020). La determinación de suplementos en la industria metalmecánica para mejorar los tiempos de entrega en la empresa Servicios Industriales Aybar.

Delgado, B., Dominique, D., Cobo, D. V., Pérez, K. T., Pilacuan, R. L., y Rocha, M. B. (2021). El diagrama de ishikawa como herramienta de calidad en la educación: una revisión de los últimos 7 años.

Favela-Herrera, M. K. I., Escobedo-Portillo, M. T., Romero-López, R., y Hernández-Gómez, J. A. (2019). Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto. *Revista Lasallista de Investigación*, 16(1), 115-133. <https://doi.org/10.22507/rli.v16n1a6>.

- Fernández, E. (2018). Gestión de mantenimiento: Lean maintenance y TPM. *Gijón: Universidad de Oviedo.*
- Gallach, F. S. (2020). Diagrama de Pareto y lean manufacturing. *aplicada 2020*, 19. <https://doi.org/10.17993/IngyTec.2020.65>.
- Herrera, B. I., y Taípe, J. D. (2017). Implementación de la metodología 5s en el laboratorio de no metálicos FIQ–UNCP 2017.
- Huancas-López, J., y Juárez-Paico, V. E. (2021). Aplicación del estudio del trabajo para incrementar la productividad de una empresa en la línea de fabricación de carrocerías, Chiclayo.
- Kamble, S., Gunasekaran, A., y Dhone, N. (2020). Industria 4.0 y prácticas de manufactura esbelta para un desempeño organizacional sostenible en empresas manufactureras indias. *Revista internacional de investigación de producción*, 58 (5), 1319-133.
- Kanawaty, G. (Ed.). (1992). *Introducción al estudio del trabajo* (4a ed.). Organización internacional del trabajo.
- Lemos, P. L. (2016). *Herramientas para la mejora de la Calidad*. Fundación Confemetal.
- Manzano, M., y Gisbert, V. (2016). Lean manufacturing: implantación 5S. *3C Tecnología*, 5(4), 16-26.

- Meyers, E. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. Segunda edición. México: Personeducation.
- Mortarotti, I. L., Iván, E., Sanchez-Varretti, F. O., y García, G. D. (2017). Implementacion del Metod Antierrores: Poka Yoke. *Universidad Tecnologica Nacional, San Rafael*.
- Palacios, L. C. (2009). *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos*. Ecoe Ediciones.
- Palange, A., Dhatrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 46 (1), 729-736.  
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193>
- Pantoja, A., y Condormango, F. (2020). *Propuesta de aplicación de las herramientas lean manufacturing para aumentar la productividad en la línea de fabricación de una empresa ladrillera en la ciudad de Trujillo* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte.  
<https://hdl.handle.net/11537/23693>
- Ribeiro, M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F., y Matias. (2019). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 1574-1581.
- Rodriguez, J. M. (2016). Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la calidad del producto en la empresa productora de “Calzado Lupita” S.A. *Revista Universidad Cesar Vallejo, Volumen (2)*, 1-10.
- Salazar-Lopez, B. (2019). Cálculo del número de observaciones. *Ingeniería industrial*.

- Salcedo-Hernandez, M. A., y Acevedo-Lopez, O. A. (2021). *Diseño de herramientas poka yoke para la medición de niveles de silo* [Tesis de Licenciatura, Universidad Antonio Nariño]. Repositorio UAN.  
<http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/2628>
- Samuel, R., Rajesh, M., Rajanna, S., y Franklin, E. (2021). Implementation of lean manufacturing with the notion of quality improvement in electronics repair industry. *Materials Today: Proceedings*, 2214-7853.  
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.200>
- Santos, D. M. C. D., Santos, B. K. D., y Santos, C. G. D. (2021). Implementación de una rutina de trabajo estándar utilizando herramientas de Lean Manufacturing: Estudio de Caso. *Gestão & Produção*, 28(1). <https://doi.org/10.1590/0104-530X4823-20>
- Sarria, P., Fonseca, A., y Bocanegra, C. (2017). Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. *Revista Ean*, (83), 51-71.  
<https://doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1825>
- Socconini, L. (2019). Lean manufacturing Paso a paso. *Marge books*, 24-35.
- Tejeda, A. S. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. *Ciencia y sociedad*, 276-310.

- Umba-Rodriguez, N.R., y Duarte-Cordón, J.D. (2017). *Propuesta para implementar herramientas Lean Manufacturing para la reducción del tiempo de ciclo en la fábrica de almojábanas El Goloso* [Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, Universidad de la Salle]. Repositorio Unisalle.  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1031&context=ing\\_industrial](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1031&context=ing_industrial)
- Urcia-Espinoza, J. M. (2020). *Influencia de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la productividad de la distribuidora Regza SRL, Guadalupe, 2020* [Tesis de grado]. Universidad Cesar Vallejo.
- Yadav, G., Luthra, S., Huisingh, D., Mangla, S. K., Narkhede, B. E., y Liu, Y. (2020). Development of a lean manufacturing framework to enhance its adoption within manufacturing companies in developing economies. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118726.