

DISEÑO DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA EMPRESA AGUAS  
PARAMO, CERETE- COLOMBIA

LAURA VANESA LOPEZ HERNANDEZ

YAKELIN GONZALEZ HERRERA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA.

ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.

MONTERÍA - CÓRDOBA

2021

DISEÑO DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA EMPRESA AGUAS  
PARAMO, CERETE- COLOMBIA

LAURA VANESA LOPEZ HERNANDEZ

YAKELIN GONZALEZ HERRERA

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero  
Industrial

Asesor

CESAR LOPEZ MARTINEZ, Ing. MSc.

NATALIA GARCIA CORRALES, Ing. MSc.

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA.

ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.

MONTERÍA - CÓRDOBA

2021

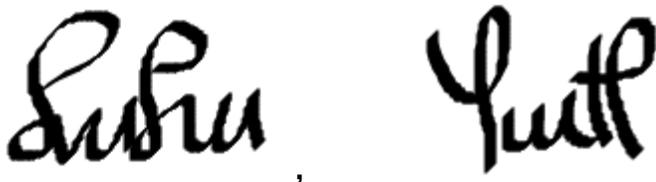
21 de enero de 2021

**Laura Vanesa López Hernández**

**Yakelin González Herrera**

“Declaro que este trabajo de grado no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en ésta o en cualquiera otra universidad”. Art. 92, parágrafo, Régimen Estudiantil de Formación Avanzada

**Firma del autor (es)**



## 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 ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado; por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, para ayudarnos a obtener este título profesional, gracias a ustedes hemos logrado este logro más y convertirnos en lo que somos. Ha sido un honor, orgullo y el privilegio de ser sus hijas, son los mejores padres.

A todos nuestros abuelos, por apoyarnos cuando más las necesitábamos, por extender su mano en momentos difíciles, por consentirnos, por animarnos y por el amor brindado cada día, siempre los llevamos en nuestro corazón.

A nuestros hermanos por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a nuestros docentes de la escuela de ingenierías y arquitectura, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial al ingeniero Daniel Espinosa Corrales y la ingeniera Natalia García Corrales quienes han sido un apoyo en la universidad para nosotras, nos han inspirado y nos guiado con paciencia y carisma en esta etapa importante de nuestras vidas.

## CONTENIDO

A. INFORMACION GENERAL ..... ¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN 8

ABSTRACT 10

1. INTRODUCCIÓN 12

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 14

3. JUSTIFICACIÓN 15

4. OBJETIVOS 18

5. ESTADO DEL ARTE 19

5.1 ANTECEDENTES 19

5.2 MARCO TEORICO 29

6. METODOLOGIA 60

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 62

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 86

REFERENCIAS 89

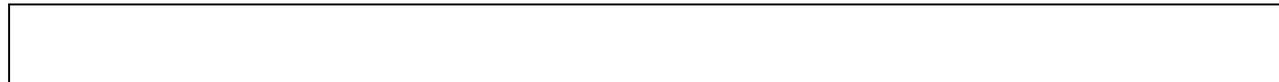


## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1. Casa de TPS.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 2. Tiempos añadidos y no añadidos.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 3. Explicación resumida filosofía LEAN, adaptación actualizada casa Toyota .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 4. Ejemplo de mapa de flujo valor.....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 5. Qué son las 5S´s .....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 6. Resumen de las herramientas 5S´s .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 7. Sabores de la línea de jugos Paramito.....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 8. Sabor de la línea de jugos Citrus.....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 9. Diagrama analítico del proceso .....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 10. Diagrama VSM de la empresa Aguas Paramo .....</b>	<b>77</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1. Los controladores LM identificados a través de la revisión de la literatura aplicable a las empresas manufactureras .....</b>	<b>20</b>
---	-----------



<b>Tabla 2. Revisión de la literatura sobre indicadores de sostenibilidad para empresa de estudio (2009-2014) .....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 3. Origen y evolución de los principios Lean .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 4. Lista de técnicas y técnicas asimiladas a acciones de mejora de sistemas productivos.....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 5. Tabla de consideraciones .....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 6. Suplementos u holguras del trabajo recomendadas por la Organización Internacional de Trabajo (OIT) .....</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 7. Toma de muestras del proceso productivo empresa Aguas Paramo .....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 8. Tiempo observado promedio y Tiempo elemental.....</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 9. Factor de valoración .....</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 10. Tiempo normal .....</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 11 Relación General 2019 Aguas Paramo (Cerete - Colombia).....</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 12 relación específica del mes de junio de 2019 Aguas Paramo (Cerete – Colombia).....</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 13 Datos generales Aguas Paramo (Cerete – Colombia) .....</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 14. Diagnóstico inicial .....</b>	<b>80</b>
<b>Tabla 15. Diagrama de implementación de la metodología 5S. ....</b>	<b>81</b>

## **RESUMEN**

El presente trabajo pretende reflejar el impacto que podría generar la implementación de herramientas de manufactura esbelta en los procesos productivos y organizacionales

que ejecuta la microempresa Agua Paramo, ubicada en el municipio de Cerete – Colombia. Evaluando principalmente el cambio en dos aspectos importantes: la eficiencia y optimización de la organización. Para lograr los objetivos propuestos se utilizarán diferentes mecanismos de recolección de la información y el análisis de esta misma; así como la aplicación de diferentes filosofías de Lean Manufacturing.

Cuando se habla de procesos de manufactura, no solo se refiere a el paso a paso de cada actividad que constituyen los procesos de cualquier organización. Debido a su importancia, es ahí donde surgen nuevas ideas de mejoras a través de la cadena de valor. Dichas mejoras, consisten en la eliminación de actividades que no agregan valor a los procesos, estos son llamados desperdicios y uno de los principales focos de este proyecto.

Este, será realizado en la microempresa aguas paramos de Cereté, cuyo objetivo será la implementación de nuevas prácticas o/u el reforzamiento de las ya preestablecidas para la regeneración de una mejora continua.

Aguas páramo cuenta con varias líneas de producción en diferentes referencias, en este caso, se evaluarán la línea de botellón. Una de las más contribuyentes denotado por la gerencia de esta empresa.

Para ello, se realizó un mapa VSM que nos permitió evaluar los tiempos de cada actividad, mediante la información recopilada por observación y documentación de la organización, e identificar cada una de las herramientas que brinda la manufactura

esbelta, junto la implementación y así permitir hacer un cuadro comparativo del estado pre y pos al proyecto.

**Palabras claves: mudas, producto, procesos, eficiencia, optimización, 5S, VSM.**

## **ABSTRACT**

This paper aims to reflect the impact that the implementation of lean manufacturing tools could generate in the productive and organizational processes executed by the Agua Paramo micro-company, located in the municipality of Cerete - Colombia. Mainly evaluating the change in two important aspects: the efficiency and optimization of the organization.

To achieve the proposed objectives, different mechanisms for collecting information and analyzing it will be used; as well as the application of different philosophies of Lean Manufacturing.

When talking about manufacturing processes, it does not only refer to the step by step of each activity that constitutes the processes of any organization. Due to its importance, this is where new ideas for improvements emerge throughout the value chain.

These better ones consist of the elimination of activities that do not add value to the processes, these are called waste and one of the main focuses of this project.

This will be carried out in the micro-company Aguas paramos de Cereté, whose objective will be the implementation of new practices or / or the reinforcement of those already pre-established for the regeneration of continuous improvement.

Aguas Páramo has several production lines in different references, in this case, the bottle line will be evaluated. One of the most contributors denoted by the management of this company.

For this, a VSM map was made that allowed us to evaluate the times of each activity, through the information collected by observation and documentation of the organization, and to identify each of the tools that lean manufacturing offers, together with the

implementation and thus allow to do a comparative table of the state before and after the project.

Keywords: dumb, product, processes, efficiency, optimization, 5S, VSM.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La evolución continua de los mercados precisa de la innovación empresarial, es decir, incita a la incansable búsqueda y ocuparse de crear ventajas competitivas, para durar en el ámbito laboral, siendo productivos y eficientes de tal manera responder a los retos que conlleva estar vigentes dentro de la transa de bienes y servicios.

Los procesos de manufactura no solo señalan el paso a paso de cada actividad que constituyen los procesos de cualquier organización, su importancia radica, en el surgimiento de nuevas ideas de mejoras a través de la cadena de valor y que consta en la aplicación de diversas técnicas para mejorar los procesos productivos, por medio de: Las 5s; mejora las condiciones del trabajo, SMED; disminución de tiempos, Kaizen; aporte de idea para la mejora de los colaboradores, TPM; mantenimiento preventivo para disminuir el tiempo de paro de máquinas, MUDA; cero despilfarro, VSM; técnica que para conocer en qué área el sistema productivo, tiene mayores desperdicios, entre otros.

Lo mencionado anteriormente son las bases de este proyecto, cuyo objeto fue implementar una propuesta de mejora para la fábrica Aguas Paramo en Cereté, Córdoba basadas en herramientas Lean Manufacturing o manufactura esbelta que busca reducir los desperdicios presentes en el proceso productivo. Para llevarse a cabo este objetivo se precisó del análisis de métodos y tiempos para identificar oportunidades de mejora de la productividad de los procesos de la empresa, por medio del diagnóstico inicial de las actividades basados en un mapa de flujo de valor, para definir el estado actual del proceso, fue necesario identificar las herramientas de Lean Manufacturing aplicables para la reducción de las mudas identificadas, posteriormente la comparación de los procesos antes de la aplicación de las herramientas y después de ajustarlas a los procesos. Trayendo consigo grandes beneficios para la industria de Aguas páramo.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el mercado global actual las empresas se ven obligadas a implementar diferentes metodologías para responder a los continuos cambios del entorno organizacional que tienen que ver con la competitividad, los cambios económicos, tecnológicos, de mercado, la sostenibilidad de la organización.

Aguas Paramo es una microempresa, de acuerdo con la clasificación establecida por la ley 905 de 2004 del Congreso de la República. Dentro de sus procesos misionales se encuentra el procesamiento, empaquetado y distribución de agua y jugos naturales. Sus operaciones las desarrolla en el municipio de Cereté, Córdoba, desde donde abordan procesos operativos y administrativos. La empresa inicio en el año de 1994 en la ciudad de Cerete, cuenta con un personal de trabajo de alrededor de ocho personas.

Durante visitas realizadas a las instalaciones de la empresa Aguas Paramo y entrevista informal con la Gerente, se identificaron algunos problemas en la organización, dentro de los que se destacan el orden, la distribución, la optimización y la eficiencia de su proceso productivo. Dichas problemáticas se asocian a la falta de maquinaria eficiente, a la no asignación de roles y responsabilidades a cada trabajador, la no planificación de las actividades de mantenimiento, la inadecuada distribución del lugar de trabajo y en algunas ocasiones la incorrecta comunicación con los proveedores, dificultando así el manejo de los métodos y tiempos; y lograr disminuir los desperdicios en el proceso productivo.

En consecuencia, para la recopilación de la información requerida para este proyecto, como lo es: productividad, tiempos, volúmenes de producción, entre otros. La disponibilidad y el flujo de esta reposaban en bitácoras diligenciadas manualmente, de manera diaria; Algunos datos se estimaron, porque la empresa no contaba con una estimación específica.

Con base en lo anteriormente expuesto, este trabajo debe responder a la pregunta ¿Qué beneficios ofrecería la implementación de varias herramientas de manufactura esbelta a la organización Aguas Paramo?

### **3. JUSTIFICACIÓN**

La Manufactura Esbelta, o Lean Manufacturing, comprende un conjunto de herramientas y prácticas que, cuando se implementan correcta y totalmente, ayudan a mejorar el rendimiento del sistema organizacional (Omogbai & Saloniitis, 2017). Las 5S es una

filosofía de trabajo que permite desarrollar un comportamiento sistemático para mantener continuamente la clasificación, el orden y la limpieza, lo que permite de forma inmediata una mayor productividad, mejorar la seguridad, el clima laboral, la motivación del personal, la calidad, la eficiencia y, en consecuencia, la competitividad de la organización (Barcia, 2006; Ho, 1997).

Romero et al. (2016) destacan que, para las micro, pequeñas y medianas empresas adquirir hábitos de orden y limpieza es complicado, porque generalmente destinan pocos recursos a actividades diferentes a la producción, ignorando tal vez, la existencia de metodologías como las 5S que es práctica, sencilla y de fácil aprendizaje dirigida a mejorar el entorno de los procesos, sin modificar necesariamente su esencia (Ruiz, 2003). En la naturaleza de las PYMES la mayoría de las veces no existe una visión de crecimiento adecuada, y las operaciones no se manejan de manera eficiente, sino que se dedican simplemente a actuar para el presente sin una proyección a futuro, por lo que se actúa conforme a como se presentan las situaciones sin buscar una solución futura que minimice los problemas que se presenten y les dé la oportunidad de ser partícipes de la globalización a la cual deben enfrentarse y al entorno cambiante en el cual se encuentran inmersas (Benavides et al. 2010).

Según el Ministerio del trabajo (2019), reporto que las micro, pequeñas y medianas empresas aportan el 35% del PIB, representan el 80% del empleo del país y el 90% del

sector productivo nacional, que cada vez más están implementando diferentes metodologías para mejorar su competitividad y eficiencia en sus procesos. Ibarra (2010), en su tesis de pregrado, reseña la aplicación de la herramienta de las 5s a una empresa de confecciones en México, concluyendo que ello fue de gran importancia, al haberse realizado en cada una de las áreas, contribuyendo a incrementar la calidad del producto final, disminución de pérdidas de tiempo y, sobre todo, el haber conseguido una nueva actitud de los trabajadores.

El valor agregado a través del mejoramiento de procesos le atribuye tareas puntuales a cada una de las áreas que conforman esta empresa, en este caso, con el desarrollo e implementación de herramientas de lean Manufacturing, se obtendrán logros específicos en cuanto al incremento en productividad, mayor eficiencia y la reducción de tiempos. Es relevante, que la documentación para la realización, el cumplimiento de objetivos, la toma de datos y su respectiva tabulación, la inferencia y los resultados atribuirán enriquecimiento de la información y garantizara la circulación para luego proceder a la toma de decisión.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una propuesta de mejora para la fábrica Aguas Paramo basadas en herramientas Lean Manufacturing que busque reducir los desperdicios presentes en el proceso productivo

### **4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Realizar un análisis de métodos y tiempos en aras de identificar oportunidades de mejora de la productividad.
- Realizar un diagnóstico inicial del proceso basados en un mapa de flujo de valor para definir el estado actual del proceso.
- Seleccionar e implementar las herramientas de Lean Manufacturing aplicables para la reducción de las mudas identificadas.
- Comparar el estado inicial del proceso versus el estado actual para determinar las mejoras realizadas.

## 5. ESTADO DEL ARTE

### 5.1 ANTECEDENTES

De acuerdo Yadav, Luthra *et al.* (2020) en su trabajo *Development of a lean manufacturing framework to enhance its adoption within manufacturing companies in developing economies*, Lean Manufacturing (LM) está dentro de los sistemas líderes, valiosos para mitigar los impactos ambientales corporativos negativos, encaminándose a mejorar su solidez financiera, impulsando a utilizar sistemas de mejora y calidad, como son: los conceptos, enfoques y tecnologías de fabricación eficiente, Six Sigma, fabricación sostenible. Arrojando Lean Manufacturing (LM) ventajas competitivas, con aumento de calidad del producto, productividad, salud y seguridad de los trabajadores y la satisfacción del cliente en los países desarrollados, sin embargo, estas naciones no la han incluido en su totalidad para ello los autores buscaron ayudar a mejorar la implementación de Lean Manufacturing (LM), desarrollando unos lineamientos para la adopción de procesos de manufactura esbelta (LM) en tales empresas. El concepto como tal de LM proviene desde los años 60's, pero las empresas han tenido inconvenientes para la implementación con éxito, esto se debe a la preponderancia de PYME e infraestructuras educativas y de apoyos deficientes, lo que limita la aceptación de este tipo de herramientas. Según estudiosos del tema aseguran que existe una urgencia de proporcionar a los dirigentes de las PYME direcciones precisas y claras sobre los ítems claves que contribuyen a implementar con éxito LM y obtener mejora en las utilidades de las empresas. A continuación, se muestra una tabla donde se exponen las áreas claves

a revisar y así determinar estrategias susceptibles a implementar LM en sus empresas  
(ver **Tabla 1**)

**Tabla 1. Los controladores LM identificados a través de la revisión de la literatura aplicable a las empresas manufactureras**

S. N°	Conductores de Lean	Description	Literature support
<b>Manufacturing</b>			
1	Programación de producción	Incluye la implementación de procesos de flujo continuo que brindan apoyo para lograr la producción de productos estandarizados.	( <a href="#">Bamber and Dale, 2000</a> ; <a href="#">Panizzolo et al., 2012</a> )
2	Utilización efectiva de los recursos.	Se puede lograr mediante la asignación efectiva y el monitoreo de recursos dentro de todo el sistema	( <a href="#">Azadegan et al., 2013</a> ; <a href="#">Pernstål et al., 2015</a> )
3	Gestión efectiva del inventario.	Se puede lograr mediante la utilización de prácticas Kanban e implementando metodologías <i>'justo a tiempo'</i> dentro de la empresa	( <a href="#">Bayou y Korvin, 2008</a> ; <a href="#">Gurumurthy y Kodali, 2008</a> )
4	Control de flujo de producto.	Se refiere a la adopción de enfoques de pronóstico y monitoreo del tiempo de toma (tiempo promedio de producción de una unidad)	( <a href="#">Hodge et al., 2011</a> ; <a href="#">Lyons et al., 2013</a> )
5	Reducción del tiempo de ciclo.	Se puede lograr minimizando las actividades sin valor agregado y evitando cuellos de botella mediante la adopción de Poka Yoke	( <a href="#">Vinodh et al., 2011</a> ; <a href="#">Julia et al., 2014</a> )
6	Iniciativas de mejora de seguridad	Incluye el uso de equipos de seguridad y el mantenimiento de la limpieza en el taller, lo que mejora la protección de los empleados.	( <a href="#">Jadhav et al., 2014a</a> , <a href="#">Jadhav et al., 2014b</a> ; <a href="#">Zhou, 2016</a> )
7	Reducción del tiempo de configuración.	Incluye el uso de plantillas y accesorios estandarizados, disponibilidad de listas de verificación para guiar configuraciones rápidas y consistentes e instrucciones detalladas para cambios	( <a href="#">Soriano-Meier et al., 2011</a> ; <a href="#">Vamsi Krishna Jasti y Kodali, 2014a , b</a> )
8	Diseño de producto de calidad.	Implica lograr cero defectos al utilizar el equipo que puede detectar defectos y puede proporcionar soluciones al eliminar la (s) causa (s) raíz (s)	( <a href="#">Huo et al., 2019</a> ; <a href="#">Leme et al., 2018</a> )
9	Gestión de distribución alineada en todas las redes.	Esto se puede lograr adoptando instalaciones de distribución compartidas y utilizando enfoques de optimización para los sistemas de transporte.	( <a href="#">Fercq et al., 2016</a> ; <a href="#">Thanki et al., 2016</a> ; <a href="#">Kurilova-Palisaitiene et al., 2018</a> )
10	Estrategias efectivas para la gestión de marketing.	Esto incluye la planificación de la promoción, el uso de técnicas de pronóstico y la mejora de los sistemas de extracción.	( <a href="#">Gandhi et al., 2018</a> ; <a href="#">Huo et al., 2019</a> )



11	Estandarizar los enfoques de desarrollo de productos.	Se puede lograr estandarizando las piezas e integrando el diseño para la fabricación como parte integral de los primeros diseños de sistemas de productos / servicios.	( <a href="#">Duarte y Cruz-Machado, 2009</a> ; <a href="#">Gupta y Jain, 2013</a> )
12	5S	Se refiere a la limpieza efectiva, estandarizarlos y mantenerlos de manera efectiva.	( <a href="#">Bayou y Korvin, 2008</a> ; <a href="#">Matt y Rauch, 2013</a> )
13	Mapeo de flujo de valor	Incluye el mapeo del estado actual de las actividades, el diagnóstico de las actividades de NVA y el suministro de sugerencias para desarrollar el mapa de actividades estatales futuras	( <a href="#">Bhaskaran, 2012</a> ; <a href="#">Rahman y Karim, 2014</a> ; <a href="#">Zhou, 2016</a> )
14	Análisis de residuos	Se puede lograr mediante la identificación de diferentes tipos de desechos que conducen al desarrollo de actividades sin valor agregado	( <a href="#">Shah y Ward, 2007</a> ; <a href="#">Marinescu y Toma, 2008</a> ; <a href="#">Matt y Rauch, 2013</a> )
15	Gestión de calidad total.	Incluye la adopción de prácticas innovadoras de calidad y el compromiso de la alta dirección y la planificación estratégica de todos los procesos de producción.	( <a href="#">Panizzolo, 1998</a> ; <a href="#">Marinescu y Toma, 2008</a> ; <a href="#">Ar, 2012</a> )
16	Mantenimiento productivo total	Incluye prácticas de mantenimiento que evitan o reducen la frecuencia de fallas del sistema y ayuda a garantizar la ejecución sin problemas de todas las actividades relacionadas con la producción.	( <a href="#">Seyedhosseini et al., 2013</a> ; <a href="#">Zhou, 2016</a> )
17	Fabricación de teléfonos móviles	Incluye el mapeo de actividades similares, para desarrollar las familias de productos y preparar sistemáticamente las celdas de trabajo.	( <a href="#">Detty y Yingling, 2010</a> ; <a href="#">Green et al., 2010</a> )
18	Gestión de la tecnología	Incluye la adopción de tecnologías avanzadas que pueden ayudar a facilitar la reducción del tiempo de producción y mejorar la calidad del producto.	( <a href="#">Singh et al., 2010</a> ; <a href="#">Soriano-Meier et al., 2011</a> )
19	Estandarización del trabajo.	Se puede lograr alineando las operaciones del proceso y adoptando procedimientos de trabajo estandarizados.	( <a href="#">Helleno et al., 2017</a> ; <a href="#">Farias et al., 2019</a> )
20	Enfoque del proceso	Se puede lograr observando las demandas fluctuantes y estandarizando los procesos para la optimización del producto y la producción.	( <a href="#">Panizzolo, 1998</a> ; <a href="#">Chiarini, 2011</a> ; <a href="#">Bhasin, 2013</a> )
21	Enfoque de mejora continua	Incluye la adopción de Kaizen y el diagnóstico continuo de las actividades que conducen a la no agregación de valor.	( <a href="#">Bayou y Korvin, 2008</a> ; <a href="#">Matt y Rauch, 2013</a> )
22	Manejo visual	Se refiere a la visualización de actividades para la identificación de desechos mediante ayudas visuales y mediante sistemas de información visual.	( <a href="#">Bhasin, 2011b</a> ; <a href="#">Ar, 2012</a> ; <a href="#">Bhaskaran, 2012</a> )
23	Estrategias apropiadas de evaluación de proveedores	Mapeo del desempeño de los proveedores mediante la estimación de sus costos comparativos y la promoción de entregas <b>"justo a tiempo"</b>	( <a href="#">Bhaskaran, 2012</a> ; <a href="#">Rahman y Karim, 2014</a> ; <a href="#">Zhou, 2016</a> )
24	Mapeo del rendimiento de entrega	Al comprender las incertidumbres en la demanda y al iniciar medidas para proporcionar los productos según el tiempo de entrega deseado por el cliente	( <a href="#">Marksberry, 2011</a> ; <a href="#">Ramesh y Kodali,</a>



---

25	Desarrollo de proveedores	Integrar proveedores con los procesos del sistema capacitándolos y construyendo relaciones de apoyo a largo plazo	<a href="#">2012</a> ; <a href="#">Thanki y Thakkar, 2014</a> ) ( <a href="#">Detty y Yingling, 2010</a> ; <a href="#">Green et al., 2010</a> )
26	Identificar los requisitos de los clientes.	Comprender las modificaciones del producto al considerar los requisitos de los clientes y trabajar con ellos en consecuencia	( <a href="#">Ramos et al., 2018</a> ; <a href="#">Caldera et al., 2019</a> ; <a href="#">Henao et al., 2019</a> )
27	Monitorear los comentarios de los clientes	Desarrollar un sistema eficaz de comentarios de los clientes respondiendo a sus quejas y recomendaciones.	( <a href="#">Alhuraish et al, 2017.</a> ; <a href="#">.Huo et al, 2019</a> )
28	Estrategias adecuadas de evaluación de la fuerza laboral	Asignación de programas de evaluación e incentivos efectivos para el desempeño del miembro del proyecto Lean	( <a href="#">Azadegan et al., 2013</a> ; <a href="#">Pernstål et al., 2015</a> )
29	Sistema de capacitación y educación de la fuerza laboral	Brindar capacitación y educación efectivas para una mejor comprensión e implementación de las actividades de manufactura esbelta.	( <a href="#">Duarte y Cruz-Machado, 2009</a> ; <a href="#">Gupta y Jain, 2013</a> )
30	Competencia del empleado	Incluye la mejora de la multifuncionalidad de los empleados al cambiar sus programas de trabajo y, por lo tanto, adaptarlos a los nuevos desafíos de la fuerza laboral	( <a href="#">Gurumurthy y Kodali, 2008</a> ; <a href="#">Vinodh et al., 2011</a> )

---

*Fuente:* (Gunjan Yadav, 2020), *transcrita y traducida por autor.*

De acuerdo con el barrido bibliográficos que mantuvieron Yadav et al. (2020) para conocer los marcos de LM vistos en la literatura, los componentes fueron identificados y analizados, basándose en el contexto de las organizaciones manufactureras de las empresas y economías en desarrollo, posterior a ello escogieron una empresa de fabricación de cajas para evaluar el marco realizados. Con la ayuda del cuerpo encargado de este tipo de procesos y arrojaron aportes para utilizar, a través de un enfoque híbrido difusos AHP – DEMATEL. Siendo el enfoque difuso AHP calculador de los pesos del controlador LM que después se usó como entradas para el enfoque DEMATEL. Lo que generó causas y efectos de cada uno de los controladores LM y originaron información sobre las interrelaciones entre los controladores por medio de los diagramas de relaciones.

No obstante, Helleno, Moraes y Simon (2017) en su investigación Integrating sustainability indicators and Lean Manufacturing to assess manufacturing processes: Application case studies in Brazilian industry, toman la evolución de la sociedad como un trampolín para la mejora de condiciones de trabajo, producción limpia, reutilización y reciclabilidad de productos. Por lo anterior, se han originados modelos de gestión sostenible, principalmente para los procesos de fabricación, como Lean Manufacturing (LM) y Value Stream Mapping (VSM), permitiendo que los procesos de fabricación disminuyan desperdicios en el ciclo de producción, para una serie de investigadores Lean Manufacturing (LM) es muy útil para la gestión de procesos de fabricación, así mismo, contribuye a la eliminación de procesos que no agregan valor al producto final, mejorando la operatividad en una empresa por medio de la implementación de prácticas de LM, que permite la maximización de ganancias en las áreas ambientales y sociales del proceso de fabricación. Por ello mismo se ha visto el ingenio de varios autores integrar indicadores de sostenibilidad en VSM para determinar niveles de sostenibilidad en compañías con particularidades en relación con los volúmenes de producción, ya que el VSM permite evaluar y desarrollar mejora para los procesos de fabricación y así conocer los niveles de sostenibilidad en cada uno de los procesos que se llevan a cabo.

## MANUFACTURA ESBELTA E INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

Lean Manufacturing sobre sale como un modelo de gestión de procesos de fabricación, es denominada o definida como un conjunto de conceptos, principios, métodos, procedimientos y herramientas encaminadas a la mejora del ciclo de producción mediante la reducción de residuos. Dentro del sin fin de herramientas de LM, se

encuentra VSM (Value Stream Mapping) que permite conocer de forma holística de los procesos de fabricación y es una de las más comunes que se aplican en la corriente Lean en compañías industriales y de servicios. Según Rother y Shook (1999), citado en (A. L. Helleno, 2017), VSM discrimina la información y el flujo del proceso, lo da paso a la identificación de las fuentes de residuos, y, por lo tanto, propone escenarios futuros para la mejora. En la metodología se desarrollaron modelos de evaluación e indicadores que ayuden a aumentar la sostenibilidad en los procesos de fabricación. Los indicadores establecidos son; económicos, social, ambiental (ver **Tabla 2**)

**Tabla 2. Revisión de la literatura sobre indicadores de sostenibilidad para empresa de estudio (2009-2014)**

Zona	Indicadores	Autores
Dimensión Económica	Manejo de costos	<b>Costos (equipo, materiales y servicios); Adquisición; ROI- Retorno de la inversión</b>
	Gerencia Corporativa	Competitividad; Herramientas de gestión corporativa; Proceso de planificación estratégica; Cuota de mercado; Número de proveedores de material reciclado
	Eficiencia operacional	Tiempo del ciclo; OEE; Residuos de manufactura esbelta; Tiempo de preparación; Flexibilidad; Inventario y Stock; Calidad de productos y servicios; Gestión de calidad total (TQM)
	Productos	Nuevos productos; Innovación e inserción en mercados internacionales; DFMA (Diseño para fabricación y montaje)
	Resultados de OPERACIÓN	Ganancias; Precio; Indicadores operacionales.
	Proveedores	Normas para el proveedor; Justo a tiempo; Entrega



	Clientes	Número de quejas por cliente / región; Fecha límite;	<a href="#">Sampaio et al., 2011</a> , <a href="#">Hallgren y Olhager, 2009</a> , <a href="#">Jabbour et al., 2012</a>
	Infraestructura	Proximidad a los centros de transporte; Disponibilidad de transporte alternativo; Disponibilidad de instalaciones de almacenamiento; Uso eficiente de los recursos de transporte; Instalaciones de fabricación disponibles	<a href="#">Sather y col. (2011)</a>
Dimensión social	Económico	Salario y beneficios	<a href="#">Jabbour et al., 2012</a> , <a href="#">Roca y Searcy, 2011</a> , <a href="#">Lee et al., 2014</a>
	Nivel de satisfacción Calidad y salud	Nivel de satisfacción del empleado; Absentismo; Rotación Programas de salud y empleados de seguridad; ergonomía; Nivel de ruido; Distancia promedio recorrida por los empleados a la empresa	<a href="#">Lee et al., 2014</a> , <a href="#">Freeman et al., 2010</a> , <a href="#">Lee et al., 2014</a> , <a href="#">Brown et al., 2014</a> , <a href="#">Faulkner y Badurdeen, 2014</a> ; <a href="#">Chen y col. (2010)</a> ; <a href="#">Roca y Searcy (2011)</a> ;
	Recursos humanos	Disponibilidad de mano de obra, mano de obra calificada; Reclutamiento y selección; Horas de entrenamiento; Evaluación de desempeño (para empleados)	<a href="#">Dayli et al., 2011</a> , <a href="#">Roca y Searcy, 2011</a> , <a href="#">Jabbour et al., 2012</a>
	Comunidad	Filantropía corporativa; salud pública; desarrollo comunitario	<a href="#">Roca y Searcy (2011)</a>
Dimensión ambiental	Gestión ambiental	Política / Normas ambientales; Indicadores y Metas Ambientales; Estructura responsable del medio ambiente; Monitoreo de la biodiversidad; Divulgación voluntaria de información sobre el desempeño ambiental.	<a href="#">Jabbour y col. (2012)</a> ; <a href="#">Hajmohammad et al. (2012)</a> ; <a href="#">Luna et al., 2011</a> , <a href="#">Haden et al., 2009</a> , <a href="#">Roca y Searcy, 2011</a>
	Aspectos ambientales	Aspectos e impactos ambientales; Relación del proveedor con el medio ambiente; Imagen de la empresa en relación con el medio ambiente.	<a href="#">Pampanelli et al., 2014</a> , <a href="#">Jabbour et al., 2012</a> , <a href="#">Junquera et al., 2012</a> , <a href="#">Haden et al., 2009</a> , <a href="#">Luna et al., 2011</a>
	Responsabilidad	Tratamiento / eliminación de residuos; Consumo de materiales peligrosos.	<a href="#">Jabbour et al., 2012</a> , <a href="#">Hajmohammad et al., 2012</a>
	Consumo	Agua, energía y papel	<a href="#">Aguado et al., 2013</a> , <a href="#">Pampanelli et al., 2014</a> , <a href="#">Haden et al., 2009</a> , <a href="#">Hajmohammad et al., 2012</a> , <a href="#">Lee et al., 2014</a> , <a href="#">Brown et al., 2014</a>



---

Ciclo de vida del producto	Análisis del ciclo de vida del producto	<a href="#">Tseng et al., 2012</a> , <a href="#">Jabbour et al., 2012</a>
Reciclaje	Cultura de 3 R (reducir, reutilizar, reciclar)	<a href="#">Haden et al., 2009</a> , <a href="#">Hajmohammad et al., 2012</a> , <a href="#">Jabbour et al., 2012</a> , <a href="#">Luna et al., 2011</a> , <a href="#">Lee et al., 2014</a> , <a href="#">Brown et al., 2014</a>

---

*Fuente: (A. L. Helleno, 2017), transcrita y traducida por autor.*

La metodología Lean Manufacturing creada por el director y consultor japonés Taiichi Ohno cuya visita después de la Segunda Guerra Mundial a Estados Unidos, determinó que se requería un sistema basado en la eliminación de despilfarros o desperdicios para así generar valor a los bienes y servicios. La Toyota Motor Company adopto los principios de Henry Ford logrando mantener una producción en línea, con mayores productos a costos bajos y menos defectos. En el presente, el modelo Lean Manufacturing son usados para la mejora continua de todos los procesos, aumentando la satisfacción del cliente y el margen de utilidad. (Lean Global Network, 2009).

A nivel mundial existen muchos estudios acerca de los beneficios que ofrece la aplicación de la metodología de las 5S en diferentes tipos de organizaciones, AlManei et al. (2017), discuten los marcos de implementación de la Manufactura Esbelta más destacados, bajo el prisma de las necesidades de las PYME, así mismo plantean los desafíos para las PYMEs en intentos de implementación. Sustentan que la implementación de la manufactura esbelta en cualquier tipo de organizaciones puede traer muchos beneficios, tales como reducir el desperdicio y mejorar la eficiencia operativa. Sin embargo, agregan que la implementación no es un proceso sencillo, y que, aunque se han presentado una serie de marcos, todavía muchas empresas encuentran difícil implementar manufactura

esbelta. Además, la mayoría de estos planes son para grandes empresas manufactureras y no para pequeñas y medianas empresas.

Por su parte, Bayo et al. (2010), exploraron la relación entre el uso de 5S, los factores contextuales y el rendimiento. Los factores contextuales comprenden las características estructurales de la empresa, el medio ambiente, los recursos humanos, la tecnología y la gestión de la calidad. Las medidas de rendimiento se refieren a mejoras en la productividad, calidad, satisfacción de los empleados, tiempo de entrega y diseño de nuevos productos. Los autores aplicaron un cuestionario en 203 plantas manufactureras españolas, con personal entrevistado. Los resultados muestran la existencia de una relación positiva entre el uso de 5S y algunos factores contextuales como el tamaño, la integración de la planta en un grupo multinacional, el tipo de producto fabricado, la tecnología utilizada y los programas de calidad en la planta. Además, el 5S está positivamente relacionado con algunas medidas de desempeño operacional, especialmente aquellas que se refieren a calidad y productividad.

En Colombia, Hernández et al. (2015), describen una aproximación del impacto de las 5S sobre los factores de estudio de: calidad, productividad, seguridad industrial y el clima organizacional, en el área de fabricación de pequeñas y medianas empresas (PYME), por medio de un estudio de caso realizado en una pequeña empresa ubicada en Bogotá, con el fin de evaluar si la metodología de las 5S puede ser considerada como una herramienta eficaz de mejora para las empresas manufactureras. En primera medida desarrollaron un diagnóstico visual e identificar el área que presentaba mayor cantidad de desorden y suciedad en la organización. Una vez identificado el lugar, se realizaron

encuestas, medidas de rendimiento y panoramas de riesgo, centrándose en los factores de estudio, para comprender la situación inicial de la zona. Posteriormente, se llevó a cabo la aplicación de 5S y se tomaron tres mediciones para supervisar el rendimiento de los factores de estudio a fin de saber si presentaron una tendencia durante el período de medición.

Los resultados muestran la existencia de una relación positiva entre los factores de estudio y la aplicación de la metodología 5S, ya que se evidenció un aumento de la productividad y de calidad basado en las medidas de rendimiento, así como una mejora del clima organizacional y una disminución de los riesgos identificados en el taller.

Las 5S son una herramienta mundialmente conocida, implantada inicialmente en las industrias japonesas, gracias al impacto y cambio que generan tanto en las empresas como en las personas que la desarrollan; se centran en potenciar el aprendizaje de las personas que trabajan en las organizaciones gracias a su simplicidad y agilidad por realizar pequeños cambios y mejoras con el fin de experimentar y aprender con ellas (Aldavert, Vidal, Lorente & Aldavert, 2016). El enfoque primordial de esta metodología desarrollada en Japón es que para que haya calidad se requiere antes que todo orden, limpieza y disciplina (Gutiérrez, 2014). En la mayoría de las ocasiones, esta estrategia es implementada en las grandes empresas, mientras que en algunas PYMES (micro, pequeña y mediana empresa) se le resta importancia al tema, acarreado con ella limitaciones en cuanto a capacidad de inversión, mano de obra, eficiencia, etc. para la organización (Rojas, 2016).

En un estudio realizado por Antosz & Stadnicka (2017) en Polonia, reportan que el 29% de las empresas estudiadas aplicaron el método 5S. Los resultados muestran que estas empresas manifestaron que quieren mejorar su funcionamiento o se dan cuenta de la necesidad de eliminación de residuos. La 5S puede representarse como un sistema que posibilita la creación de las condiciones necesarias para la implementación de nuevas soluciones técnicas; se basa en ideas innovadoras, la optimización del espacio de trabajo y el proceso de producción se realizan también; adopta un enfoque sistemático que implica el trabajo en equipo, incluyendo la participación de todos los empleados, y se centra en la aplicación total de la organización del trabajo y la adaptación del espacio de trabajo (Vorkapić, Čoćkalo, Đorđević & Bešić, 2017).

Al estudiar la metodología 5S, Shaikh, et al. (2015), aseguran que esta técnica es muy útil y beneficiosa en la organización industrial, y que mediante la implementación de 5S se podría mejorar la calidad, la productividad y la eficiencia de la organización industrial macro y micro, también tiene un efecto positivo en el rendimiento general.

## **5.2 MARCO TEORICO**

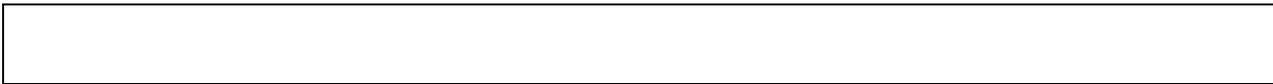
### **5.2.1. Lean Manufacturing**

A finales de 1949, una caída de ventas obligó a Toyota a despedir empleados de manera muy significativa, paralelo a ello Eiji Toyoda (sobrino de Kiichiro Toyoda) y Taiichi Ohno (considerado el padre del Lean Manufacturing), visitaron las empresas automovilísticas americanas, debido que éstas primaban la reducción de costos en fabricación.

Concluyendo que era necesario suprimir stocks y despilfarros, incluido del recurso humano (Juan Carlos Hernandez-Matias, 2013).

Debido a la meditación anterior, Taiichi Ohno determinó los cimientos del sistema de gestión JIT/JUST (justo a tiempo), lo que hoy día se conoce como TPS (Toyota Manufacturing System). Inicialmente este método trabajaba bajo la premisa “producir solo lo que se demanda y cuando el cliente lo solicita”, posterior a ello, entendieron la necesidad de transformar las actividades en flujos continuos, sin paralizaciones, centrándose en reducción de los tiempos de cambio de herramientas, originando fundamentos como SMED, KANBAN, JIDOKA, POKA-JOKE que generaron la riqueza del sistema Toyota (Juan Carlos Hernandez-Matias, 2013).

JIT ó como es conocido TPS captó la atención de todos en la crisis petrolera de 1973, donde Japón tuvo una cantidad de personal despedido, sin embargo, Toyota sobre salía porque seguía con su nómina intacta, el gobierno de la época oriundo de donde es este fundamento propuso y fomentó su sistema de producción como modelo para el resto de las compañías de Japón, más adelante en la época de los 90´s este sistema retumba en occidente gracias al libro de Womack, Jones y Roos “La máquina que cambió el mundo”. Lo que se conoce como Lean Manufacturing son los fundamentos de trabajo japonés JWO (Japanese work Organization), las técnicas JIT, y el Jidoka, a continuación, se muestra la compilación de los principios más fundamentales, desde el JIT que abarca productividad, costes, plazo de entrega y diversidad de producto, JWO uso del potencial de los colaboradores para configurar o hacer parte de LEAN. (ver **Tabla 3**) (Juan Carlos Hernandez-Matias, 2013).



**Tabla 3. Origen y evolución de los principios Lean**

JIT	JWO	LEAN
Reducción producto en curso	Trabajadores multidisciplinares	Jidoka
Flujo continuo	Calidad en el puesto	Calidad Total
Reducción tiempos de entrega	Mantenimiento en el puesto	Mejora continua
Reducción tiempos de fabricación	Mejoras del puesto de trabajo	Compromiso dirección y empleados

*Fuente: (Juan Carlos Hernandez-Matias, 2013), transcrita por autor.*

### **5.2.2.TPS (El Sistema de Producción Toyota)**

De acuerdo a (Magdalena K. Wyrwicka, 2017), el logro de la implementación del Sistema de Producción de Toyota (TPS), es gracias, a que, desde el inicio, comprendieron el concepto de Lean y siguieron fielmente poniéndola en práctica, se asegura que a finales de 1980, Toyota, tuvo mayor producción por trabajador fue dos (2) o tres(3) veces mayor que en el resto de las compañías de Estados Unidos de Norte América o Europa.

La característica base de dicho éxito es una costumbre o cultura de mejora continua de TPS que se cimenta en despertar el interés, desarrollar e involucrar a personas destacadas, dar solución a todas las áreas de la compañía, auditorías a gerencia y exposición de las mismas a los colaboradores para que se dediquen a la organización, a la familia y a la sociedad, que tengan prebendas necesarias; un buen departamentos de recursos humanos y planificar todos los detalles de los máximos a los más mínimos

para tener cubierto todas las necesidades, al igual que la promoción de conocimiento de objetivos y logros dentro de la compañía. (Magdalena K. Wyrwicka, 2017).

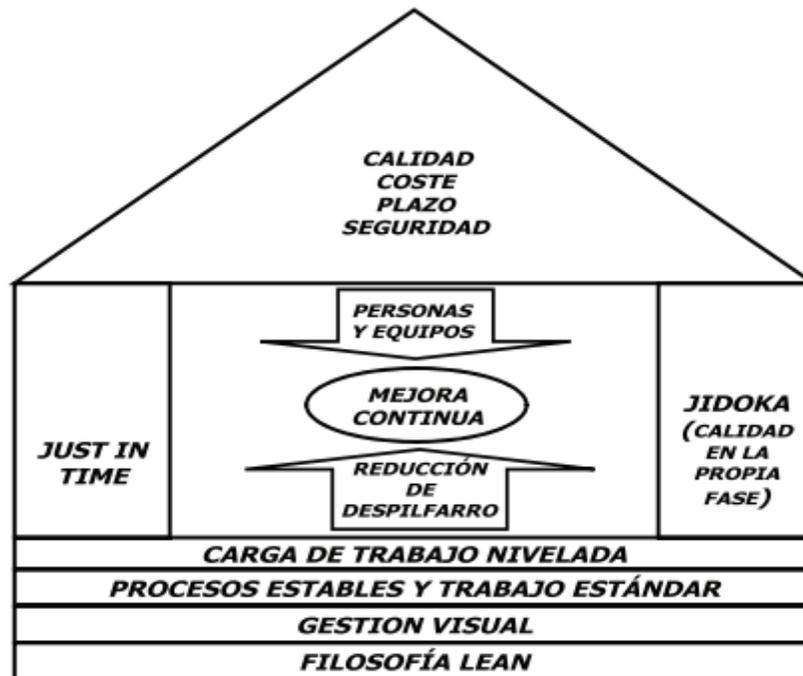
El TPS va más allá de JIT, KANBAN, 5S's, es un estilo de "vida", es una cultura, un modelo de compañía, que se define como un beneficio a largo plazo y por una responsabilidad compartida de todos y cada uno de sus colaboradores (Asier Toledano de Diego, 2009).

Las bases del éxito según (Asier Toledano de Diego, 2009):

#### I. La casa TPS

El conjunto de normas y procedimiento de TPS se simboliza a través de una casa que se construye desde las bases. Las bases solidifican la seguridad y estabilidad por medio de la cultura de la compañía encaminada al largo plazo, una gestión que genera que todos los colaboradores tengan la información necesaria, procesos óptimos y llevados a cabo de acuerdo con el mejor parámetro conocido, y funciones laborales equilibradas. El corazón de la casa son los trabajadores y los equipos autogestionados, encaminados a la mejora continua desde la minimización de despilfarro (MUDA O WASTE). En los pilares están la mayoría de las herramientas del LEAN: JIT – JIDOKA. El tejado es el producto final: calidad, costes, plazo de entrega y seguridad (ver **Figura 1**).

#### ***Figura 1. Casa de TPS***

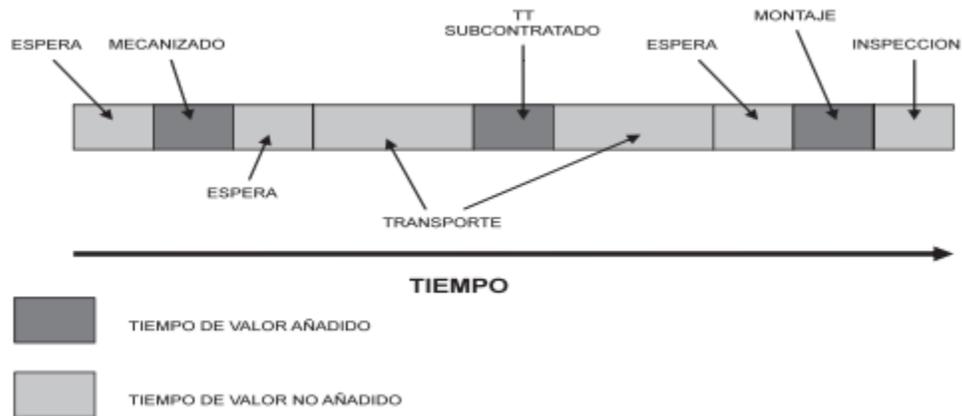
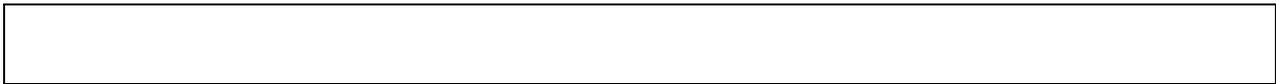


Fuente: tomado de *The Toyota Way. LEAN, more than a kit of tools and techniques* (p. 114), (Asier Toledano de Diego, 2009)

## II. Eliminación del MUDA (DESPILFARRO)

Dentro del sistema LEAN la disminución del despilfarro es una de las particularidades fundamentales para hallar la mejora, los mecanismos convencionales buscan inicialmente las operaciones que agreguen valor e intenta mejorarlas. Los sistemas LEAN se concentran en determinar las operaciones que no agregan valor e intentan eliminarlas. Según (Liker, 2004, p.138), citado en (Asier Toledano de Diego, 2009) quien afirma «La mayoría de los procesos en los negocios son un 90% de desperdicio (WASTE) y un 10% de trabajo con valor añadido» (ver **Figura 2**)

**Figura 2. Tiempos añadidos y no añadidos**



*Fuente: Fuente: tomado de The Toyota Way. LEAN, more than a kit of tools and techniques (p. 114), (Asier Toledano de Diego, 2009)*

Los 7 MUDAS o despilfarros: sobreproducción, esperas, transportes, sobreprocesar, exceso de inventario, movimientos innecesario y defectos. (Liker, 2004, p.65), citado en (Asier Toledano de Diego, 2009) agrega un octavo MUDA que es el de «la creatividad de los empleados no utilizada».

### III. Las claves del éxito de TOYOTA

#### CONCEPTO 1: FILOSOFÍA (Pensamiento a largo plazo)

Principio 1. Base sus decisiones de gestión en una filosofía a largo plazo, a expensas de lo que suceda con los objetivos financieros a corto plazo.

Toyota presenta sus propósitos a largo plazo, que orienta sus decisiones, incluso a costa de los resultados obtenidos a corto plazo. Opuesto a otras organizaciones, esta compañía no señala al accionista, ni la calidad en su misión. Da por sentado que el producto final es de calidad, con la expectativa de venderse bien y de manera rentable para sus dueños, su verdadera misión es:



- a. Contribuir al aumento económico del país en donde se encuentre (socios externos)
- b. Contribuir a la estabilidad y al bienestar de todos los colaboradores de la compañía (socios internos)
- c. Contribuir al crecimiento global de Toyota

Toyota, ante una eventualidad de ventas bajas, no tiene como solución reducir la nómina sino por el contrario ver el fenómeno como una oportunidad de crecimiento y mejora para el futuro, del mismo modo no prescinde de los servicios de los colaboradores cuyo trabajo no son viables mantener como resultado de las medidas acogidas para mejora. Es fundamental para sostener una mejora continua. De tal forma buscando preservar *«haz lo correcto para la compañía, sus empleados, el cliente y para la sociedad, tratándolo como un conjunto»* (Liker, 2004, p.118), citado en (Asier Toledano de Diego, 2009).

## CONCEPTO II: PROCESO (Eliminación de los despilfarros)

Toyota afirma fervientemente que los procesos correctos producirán los resultados correctos, debido a esto incita a la excelencia operacional como arma estratégica.

Principio 2. Crea procesos en flujo continuo para hacer que los problemas salgan a la superficie

La idealidad dentro del concepto de flujo es el flujo pieza a pieza, con cero inventario y hechos a la medida que el cliente lo necesite (takt time), ya que elimina el despilfarro y

desafía a la gente para pensar, mejorar y lograrlo. Lo anterior por ser un ideal, se toma como referente para la disminución de WASTE (Asier Toledano de Diego, 2009).

El correcto acercamiento al flujo es el trabajo en equipo correlacionados entre sí, con un inventario comedido, es decir, solo con las unidades y/o referencias justas para que el cliente pueda apreciar el valor agregado, que es tener un producto como el mostrado (Asier Toledano de Diego, 2009).

Principio 3. Usar sistemas PULL (tirar) para prever no tener producción excesiva

El consumidor, interno o externo, es quien tira de la producción. Debido que lo ideal del flujo es el flujo pieza a pieza con inventarios cero y hecho a la medida que pauta el cliente. TPS pende de sistemas PULL, sin embargo, TOYOTA maneja el sistema KANBAN para hacer control de la necesidad de inventarios y el MUDA. KANBAN se define como señal, entonces permite, a través de su definición avisar a los procesos aguas arriba generen un lote necesario de nuevas piezas solo cuando el proceso aguas abajo le mande una señal, para así mantener control y optimización de los inventarios (Asier Toledano de Diego, 2009).

Principio 4. Equilibre las funciones de trabajo (HEIJUNKA)

Innova el concepto de idealidad de flujo o flujo ideal. Indica un sutil desacoplamiento del PULL del consumidor para disminuir una serie de despilfarros adicionales como; el MURI (sobrecarga o exceso de trabajo para el personal o de las máquinas y el MURI (desequilibrio/desnivel). La idea es en equilibrarla cantidad de trabajo por medio de

medidas que usen los inventarios y las previsiones de demanda razonable (Asier Toledano de Diego, 2009).

Principio 5. Crea una cultura de detenerse con el objeto de resolver

El cimiento fundamental es la unificación de los colaboradores, que obtengan accionamiento y calidad, paralelo determinar los problemas en el instante de la producción. La clave se encuentra en que los mismos empleados al realizar sus deberes puedan encontrar las deficiencias, esto incrementa las probabilidades de éxito, por medio de los 5 por qué o el diagrama de Ishikawa, lo que ayuda a dar resolución a los inconvenientes, para asegurar el éxito y optimización de los procesos. La filosofía del modelo Toyota es culturizar a los empleados para obtener calidad de manera inicial con el fin de seguir mejorando la productividad a largo plazo (Asier Toledano de Diego, 2009).

Principio 6. Las tareas estandarizadas son el fundamento de la mejora continua y de la autonomía del empleado

La característica imperante y que plantea el TPS acerca de la estandarización, es que cada equipo de cada área tiene la autonomía suficiente para poder encargarse de la identificación de los ítems a mejorar. Por el cual se crea un ciclo de mejora continua: el colaborador innova y el equipo encargado documenta y repite. Esto permite a que ajenos al área estandaricen toda la empresa, la colapsen y la llenen de MUDA (Asier Toledano de Diego, 2009).

Principio 7. Emplee el control visual de tal forma no se disimulen los problemas

Dentro de este principio la base del sistema de gestión visual son las 5S´s pero no lo son todo, ya que el conjunto de acciones para LEAN, cuentan con elementos visuales como paneles, KANBAN, entre otros, que da paso a la autogestión en los equipos de área. La aplicación de este ítem en los procesos de gestión se aprecia en obeya o <<salas de guerra>> donde se visualiza gráficamente en detalles el proyecto, al igual que los <<informes A3>> que es el estándar donde se compila información en informes.

Principio 8. Emplee sólo tecnología fiable absolutamente probada que dé servicio a su personal y a sus procesos

El éxito de este postulado no se encuentra en utilizar tecnología de punta y vanguardia, sino en la vinculación del uso de tecnologías y las áreas de servicio en la mejora del flujo del valor, sin embargo, el éxito se encuentra en los procesos y su gente, conecta a las personas a su sistema y sostiene una relación de beneficio mutuo entre socios y proveedores (Asier Toledano de Diego, 2009).

Principio 9. Hacer crecer a líderes que comprendan perfectamente el trabajo, vivan la filosofía y la enseñen a otros

*“El reto real de los líderes es tener la visión a largo plazo de conocer lo que se ha de hacer, el conocimiento de cómo se ha de hacer y la habilidad de desarrollar personas para que puedan comprender y hacer su trabajo de forma excelente....define el papel último del liderazgo como <<como construir una organización que aprende” (Liker, 2004, p. 264) citado por (Asier Toledano de Diego, 2009).*

Según Asier Toledano de Diego, 2009, Toyota se caracteriza por recurrir a sus colaboradores, ya que no hay mejor líder que aquel que conozca en detalle el trabajo y la cultura de la compañía. En el sistema priman tres (3) características claves que dan origen a líderes y equipos excepcionales:

- Entender que es un proyecto a largo plazo, que se está en continuo cambio, que venden soluciones a corto plazo de excelentes resultados.
- Tolerar al error como fuente de aprendizaje, ya que la excelencia se sustenta en la toma de decisiones acertadas que a su vez se presiden por la experiencia, siendo esta última construida por decisiones equivocadas.
- Equipos integrados, multifuncionales alineados con la creación de valor, con una visión más completa para entregar el mejor producto al cliente.

Principio 10. Desarrolle personas y equipos excepcionales que sigan la filosofía de su empresa

Asentado en los conceptos posteriores, impera la orientación a los equipos al flujo de valor, que trabajan de forma autónoma, la jerarquización de los mismos equipos permite que hacer las veces autocontrol, en busca de costes, calidad, entre otros (Asier Toledano de Diego, 2009).

Principio 11. Respete a su red extendida de socios y proveedores, desafiándoles y ayudándoles a mejorar

*<<El concepto es la <<empresa extendida>>. Aplican los mismos criterios de relación de largo plazo, respeto y beneficio mutuo, mejora continua, ...>> (Asier Toledano de Diego, 2009, pág. 121)*

#### CONCEPTO IV: RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS (Aprendizaje organizativo)

Principio 12. Vaya a verlo por sí mismo para comprender a fondo la situación (GEN-CHI GENBUTSU)

Toyota verifica los hechos en el escenario, a través de la persona que toma las decisiones o persona de confianza, para así conformar una gestión de procesos y personas (Asier Toledano de Diego, 2009).

Principio 13. Tome decisiones por consenso lentamente, considerando concienzudamente todas las opciones; impleméntelas rápidamente.

De acuerdo con (Asier Toledano de Diego, 2009, pág. 121), la toma de decisiones debe contener los cinco (5) elementos:

1. Indagar lo que realmente está sucediendo
2. Investigar las causas raíz (5 por qué)
3. Considerar una variedad de soluciones alternativas y explicar la solución elegida
4. Establecer un consenso dentro del equipo
5. Usar vehículos de comunicación eficaces para ejecutar los pasos anteriores

Principio 14. Conviértase en una organización que aprende mediante la reflexión constante (HANSEI) y la mejora continua (KAIZEN)

*<<El camino es: cree flujo y reduzca los inventarios para que los problemas (MUDA) salgan a la vista. Analice los problemas (5 por qué), implante contramedidas y estandarice. Repetir este ciclo constantemente en busca de la excelencia, hace que la organización se convierta en una <<organización que aprende>>.>> (Asier Toledano de Diego, 2009, pág. 121)*

### **5.2.3 Mudos y cuellos de botella**

En actividades manufactureras que no añaden valor, son conocidos como desperdicios (MUDAS) que se dividen en siete (7) tipos: esperas, sobreproducción transporte, procesamiento excesivo, inventario, defectos y movimiento. Estos desperdicios generan ineficiencia en las actividades, limitando la producción, los causales de este tipo de desperdicios (NÚÑEZ, 2020)

Los cuellos de botella son originados inicialmente por los desperdicios de espera. Esto se refiere al tiempo muerto que se genera cuando dos (2) variables independientes del proceso no están completamente sincronizadas. Las características imperantes de este tipo de desperdicios: los tiempos de preparación, los tiempos en que una pieza debe esperar a otra para continuar su procesamiento de ensamble, tiempo por reparaciones o mantenimientos, tiempos de espera de las siguientes instrucciones a seguir, retrasos por administración, represamiento de procesos por espera (NÚÑEZ, 2020).

Dentro de las herramientas de Lean Manufacturing, conocida como Kaizen, uno de sus fundamentos de restricción negativa, sufre por los cuellos de botella y para ello ofrecen como solución a que los recursos se enfoquen en las áreas en donde la compañía tenga mayor competitividad.

Los cuellos de botella limitan la producción bien sea por; puntos de congestión, recursos que no suplen al 100% las demandas requeridas por una actividad, desmejora el rendimiento del sistema y limita la salida del producto.

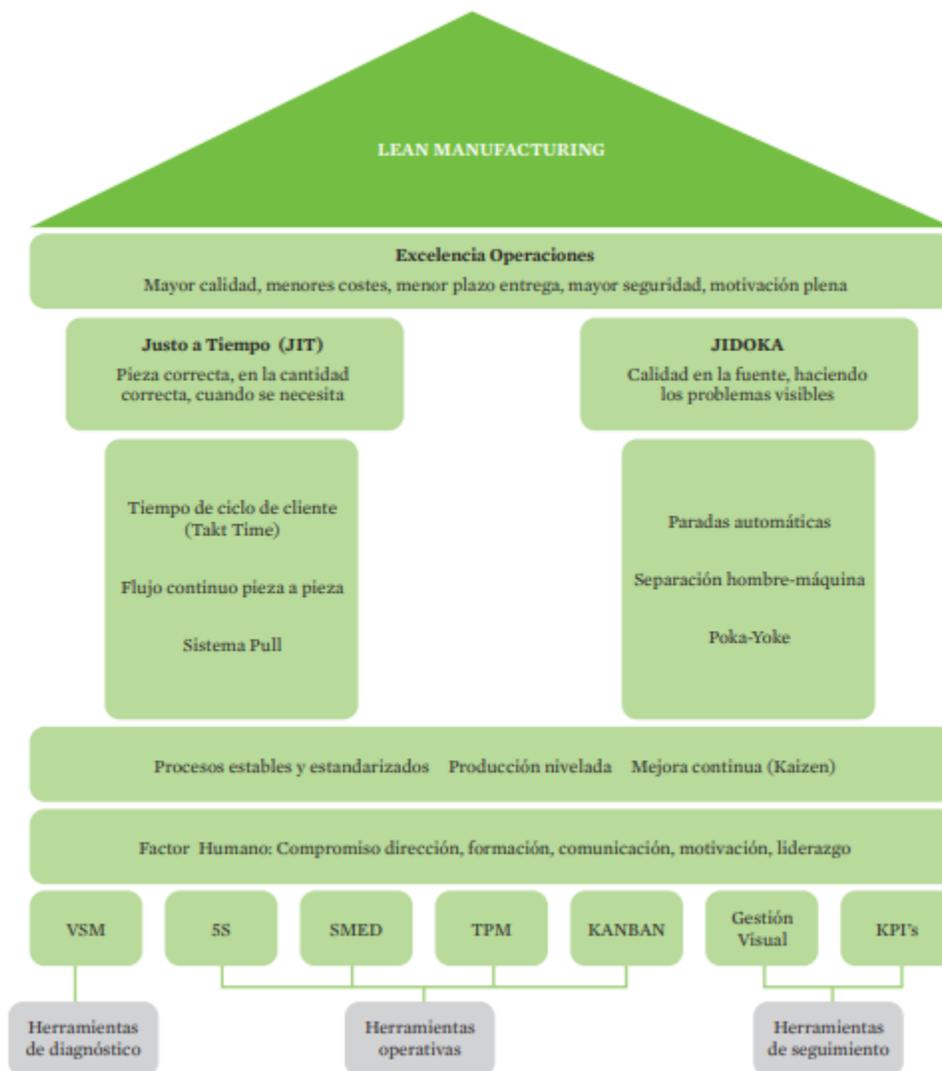
### **5.2.3.1 Filosofía Lean**

La filosofía LEAN plantea, la agrupación del personal y los equipos por la línea de producto, en vez que por funciones. Así mismo, promueve la tenencia de recursos para para ejecutar la mayoría de las tareas y tomas la mayoría de las decisiones hasta llevar las referencias al cliente (fundamental la resolución de dar origen a organizaciones que entiendan la importancia de la efectividad y no por esteticidad). Él optimo se obtiene cuando el cliente final es el externo (Asier Toledano de Diego, 2009).

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, cimentada en las personas, que precisa la manera de mejora y optimización de un sistema de producción centralizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, entendiéndose estos como aquellas acciones que necesitan más recursos de los estrictamente necesarios. Puede identificar todo tipo de “desperdicios” que se observan en el ciclo productivo: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Su objetivo final es el de crear una costumbre o cultura de la mejora sostenida en la

comunicación y en el trabajo en equipo; por lo que precisa de que cada equipo de cada área lo interiorice, lo entienda y ejecute ver. Esta filosofía LEAN (ver **Figura 3**) no da nada por hecho y está orientada a conseguir nuevas maneras para realizar actividades más ágil, flexible y económica (Juan Carlos Hernandez-Matias, 2013).

**Figura 3. Explicación resumida filosofía LEAN, adaptación actualizada casa Toyota**



Fuente: (Juan Carlos Hernandez-Matias, 2013, pág. 18)

## 5.2.4 Herramientas de Lean Manufacturing

Este sistema, método, metodología, técnicas, tiene un conjunto de herramientas que le permiten hacer de la empresa donde se aplique buscar un cambio cultural con un alto compromiso de las directrices a implementar a continuación se mostrará una lista de técnicas y asimilación de las mismas encaminadas a la mejora de sistemas productivos (ver **Tabla 4**) (Juan Carlos Hernandez-Matias, 2013).

**Tabla 4. Lista de técnicas y técnicas asimiladas a acciones de mejora de sistemas productivos.**

- 
- |   |  |
|---|--|
| • Las 5 S   | • Orientación al cliente               |
| • Control Total de Calidad                            | • Control Estadístico de Procesos      |
| • Círculos de Control de Calidad                      | • Benchmarking                         |
| • Sistemas de sugerencias                             | • Análisis e ingeniería de valor       |
| • SMED  | • TOC (Teoría de las restricciones)    |
| • Disciplina en el lugar de trabajo                   | • Coste Basado en Actividades          |
| • Mantenimiento Productivo Total                      | • Seis Sigma                           |
| • Kanban  | • Mejoramiento de la calidad           |
| • Nivelación y equilibrado                            | • Sistema Matricial de Control Interno |
| • Just in Time  | • Cuadro de Mando Integral             |
| • Cero Defectos                                       | • Presupuesto Base Cero                |
| • Actividades en grupos pequeños                      | • Organización de Rápido Aprendizaje   |
| • Mejoramiento de la Productividad                    | • Despliegue de la Función de Calidad  |
| • Autonomación (Jidoka)                               | • AMFE                                 |
| • Técnicas de gestión de calidad                      | • Ciclo de Deming                      |
| • Detección, Prevención y Eliminación de Desperdicios | • Función de Pérdida de Taguchi        |
- 

*Fuente:* (Juan Carlos Hernandez-Matias, 2013, pág. 17), *transcrita por autor*

Las herramientas y técnicas operativas más representativas para la aplicabilidad en la producción de este proyecto son:

### 5.2.4.1 VSM mapa de flujo de valor (Value Stream Mapping)

Value Stream Mapping (VSM) o Mapeo del flujo del valor, está encaminada a la producción sin pérdidas bajo la premisa LEAN, su finalidad es la solución de problemas en los procesos de producción. La premisa inicial de VSM es la resolución de los

problemas que se puedan presentar en los procesos manufactureros, generando aumento de productividad, minimizando desperdicios, encaminada a conseguir la idealidad de cultura de cero problemas y despilfarros. VSM es una técnica visual que gráfica un proceso específico (ver **Figura 4**), donde se detalla el valor a lo largo de la cadena de producción y se informa los tiempos asociados a los procesos como; los tiempos de espera, retrabajos, índices de productividad, entre otros (NÚÑEZ, 2020).

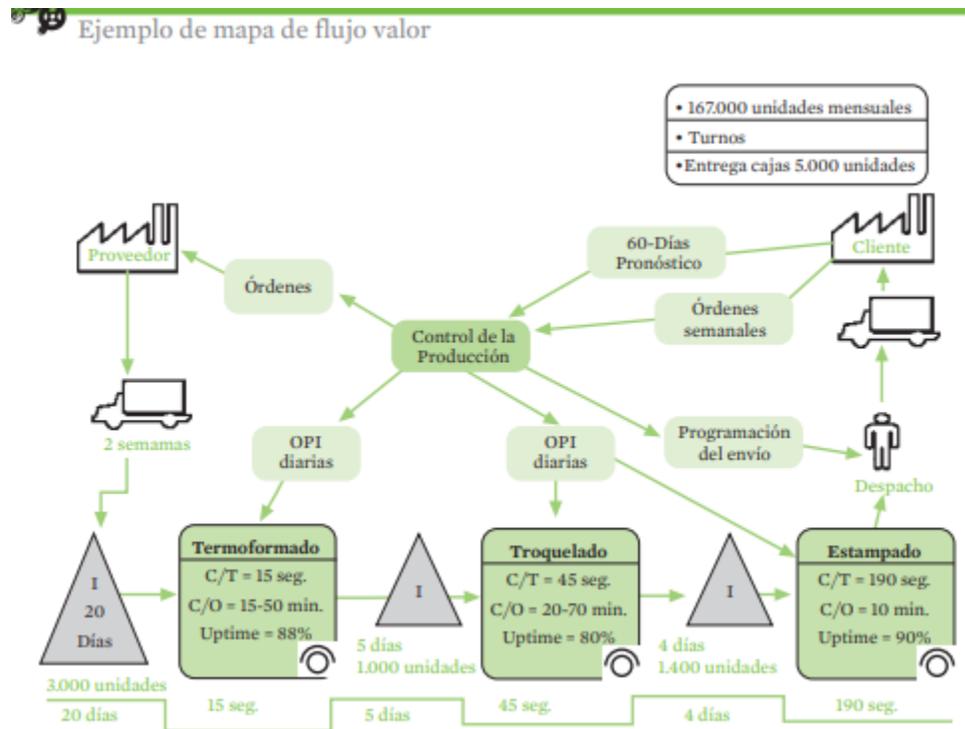
Esta herramienta se fundamenta en el análisis de los procesos paso a paso, evaluando el valor agregado al producto (o cómo lo agrega). Aumentando la competitividad, impulsando la mejora continua, disminuyendo el despilfarro. El VSM se basa en 5 principios importantes; a. Especificar el valor, b. Identificar el flujo del valor, c. Hacer que el valor fluya, d. Comprender al cliente, e. Buscar la perfección (NÚÑEZ, 2020).

Los ítems a tener en cuenta para agregar en las cajas de datos son; Tiempo del ciclo (CT), Tiempo del valor agregado(VA), Tiempo de cambio de modelo (C/O), Número de personas (NP), Tiempo disponibilidad para trabajar (EN), Plazo de entrega – Lead Time (LT), cada pieza cada (CPC),  $\text{Tiempo de permanencia; (cantidad inventario) * (tiempos takt) / (tiempo disponible diario)}$ ,  $\text{Tiempo permanencia; (Cantidad de inventario) / (Requerimiento diario del cliente)}$ ,  $\text{Tiempo takt; (Tiempo disponible por día) / (demanda del cliente por día)}$  (Juan Carlos Hernandez-Matias, 2013)

Los ítems a tener en cuenta para agregar en las cajas de datos son; Tiempo del ciclo (CT), Tiempo del valor agregado(VA), Tiempo de cambio de modelo (C/O), Número de personas (NP), Tiempo disponibilidad para trabajar (EN), Plazo de entrega – Lead Time (LT), cada pieza cada (CPC),  $\text{Tiempo de permanencia; (cantidad inventario) * (tiempos$

takt)/(tiempo disponible diario), Tiempo permanencia; (Cantidad de inventario)/(Requerimiento diario del cliente), Tiempo takt;(Tiempo disponible por día)/(demanda del cliente por día) (Juan Carlos Hernandez-Matias, 2013)

**Figura 4. Ejemplo de mapa de flujo de valor**

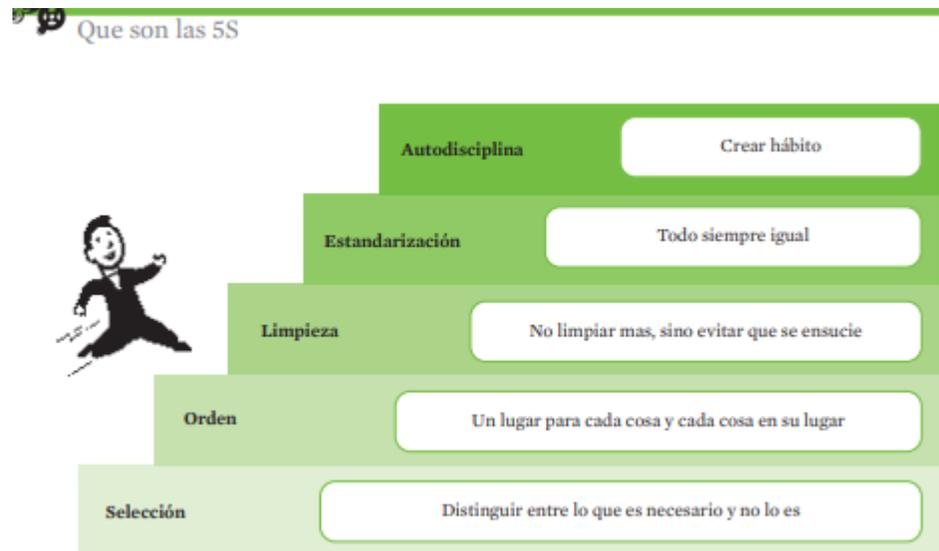


Fuente: [files.udprocesos.webnode.es](http://files.udprocesos.webnode.es), citado por (Juan Carlos Hernandez-Matias, 2013)

### 5.2.4.2 5s

La idea o lo que busca esta metodología es generar cultura de disciplina y organización con relación al orden y limpieza de cualquier departamento de la compañía y así contribuir a otras herramientas de mejora. El acrónimo que preside esta herramienta se les atribuye a sus iniciales en japonés: Seiri (eliminar lo innecesario), Seiton(ordenar), Seiso (limpiar es inspeccionar), Seiketsu(estandarizar) y Shitsuke (crear hábito)

**Figura 5. Qué son las 5S´s**



*Fuente: (Juan Carlos Hernandez-Matias, 2013, pág. 37)*

5S´s centrados en un lugar de trabajo eficiente organización y procesos de trabajos estandarizados, facilitando acceso, devolución de piezas y herramientas mientras se ejecuten las actividades, se promueve las condiciones para cuidar herramientas, equipo, maquinaria, instalaciones, mobiliarios, visualmente mejora las instalaciones del lugar de trabajo, de tal forma, reduce perdida de herramientas u objetos dentro de la zona de labores, promueve la participación en equipo, aplicándose bien sea en la manufactura o de servicio, (ver **Figura 5** y **Figura 6**)

**Figura 6. Resumen de las herramientas 5S´s**

<b>SEIRI</b> Separar y eliminar	<b>SEITON</b> Arreglar e identificar	<b>SEIDO</b> Proceso diario de limpieza	<b>SEIKETSU</b> Seguimiento de los primeros 3 pasos, asegurar un ambiente seguro	<b>SHITSUKI</b> Construir el hábito
Separar los artículos necesarios de los no necesarios	Identificar los artículos necesarios	Limpiar cuando se ensucia	Definir métodos de orden y limpieza	Hacer el orden y la limpieza con los trabajadores de cada puesto
Dejar solo los artículos necesarios en el lugar de trabajo	Marcar áreas en el suelo para elementos y actividades	Limpiar periódicamente	Aplicar el método general en todos los puestos de trabajo	Formar a los operarios de cada puesto para que hagan orden y limpieza
Eliminar los elementos no necesarios	Poner todos los artículos en su lugar definido	Limpiar sistemáticamente	Desarrollar un estándar específico por puesto de trabajo	Actualizar la formación de los operarios cuando hay cambios
Verificar periódicamente que no haya elementos no necesarios	Verificar que haya "un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"	Verificar sistemáticamente la limpieza de los puestos de trabajo	Verificar que exista un estándar actualizado en cada puesto de trabajo	Crear un sistema de auditoría permanente de planta visual y 5s

Fuente: Kaizen Institute citado por (Juan Carlos Hernandez-Matias, 2013, pág. 41)

### 5.2.4.3 kaizen (Mejora Continua)

De acuerdo con (CHUNG ROMÁN, 2017), Kaizen proveniente del japonés "kai" que significa cambio y "zen" que se entiende por mejora, dicho de otro modo, Kaizen es un cambio para mejorar, cuya finalidad es mejorar los procesos productivos.

El Kaizen funciona bajo 4 pilares fundamentales:

- Fundamento de restricción positiva: Crear estandarizaciones o procesos que repriman productos con defectos o fallas.

- 
- Fundamento de restricción negativa: se cimienta en la presencia de cuellos de botella que apaciguan o ralentiza, el desarrollo normal de los procesos de producción.
  - Fundamento de enfoque: Se cimienta en un recurso limitado que tiene la compañía, siendo la solución el enfoque en actividades en las que la compañía tiene mayor competitividad.
  - Fundamento de facilitador: Es facilitar en las actividades, procesos o tareas, la automatización y la reingeniería de estos.

(Atehortua & Restrepo, 2010) citado por (CHUNG ROMÁN, 2017, pág. 60), postula los siguientes pasos para la materialización del Kaizen:

- i. Definir el problema
- ii. Estudiar la situación actual
- iii. Analizar las causas potenciales
- iv. Implementar la solución
- v. Verificar los resultados
- vi. Estandarizar la mejora
- vii. Establecer futuros planes

## DMAIC

Es una de las herramientas que enmarcan la mejora continua que proviene del Six Sigma, cuyo objetivo es la mejora de un sistema cuya finalidad es la eficiencia y minimizar los cuellos de botella.

(CHUNG ROMÁN, 2017) propone 5 ítems a seguir para una mejora continua:

- i. Definir
- ii. Measure (Medir)
- iii. Analyze (Analizar)
- iv. Improve (Mejorar)
- v. Control (Controlar)

#### **5.2.4.4. Kanban**

Es otra herramienta sencilla y directa que propicia señales que ordena o expresa la necesidad de material y avisa de manera ocular al obrador que produzca cierta cantidad determinada, por lo general es una tarjeta pequeña dentro de un recubrimiento de plástico y con ella se detalla información como el número de piezas, cantidad por contenedor, el punto de entrega, entre otros. Este sistema también se define como sistema “jala”, se diferencia de los procesos tradicionales de inventario que “empujan”, como por ejemplo just in time o como bien se conoce en su traducción justo a tiempo (JIT) o planeación de requerimientos de materiales (MRP). Con los procedimientos que empujan, las piezas son producidas cuando son realmente necesitadas y se solicitan o hay un “jalón” de las operaciones de producción (Fred E. Meyers, 2006).

#### **5.2.5. Estudio de tiempos**

Estudios de tiempos son los elementos de información más fundamentales que necesita un planeador en las instalaciones manufactureras. Utilizándose para distintos propósitos dentro de los procesos de la compañía como, por ejemplo; control costos, presupuestos,

producción, planeación, administración de inventarios; evaluación de desempeño, pago de incentivos y evaluación de métodos alternativos de operación (Fred E. Meyers, 2006).

### **5.2.5.1 Medición**

Las mediciones son necesarias para determinar la eficiencia, así mismo, determinar el grado de productividad, a través de ciertas herramientas análogas como, por ejemplo: Cronometro, cámara digital, entre otros, para cerciorarse que el tiempo tomado sea el idóneo. Inicialmente se sigue los siguientes pasos:

1. Pedir colaboración a los operarios seleccionados.
2. Para la toma de tiempos
3. El orden de trabajo se da conforme a las tareas, operaciones y micro movimientos que se registran de manera digital.

La medición de trabajo bien sea análoga o digital, permite conocer y analizar el rendimiento que se tiene, para reducir y/o eliminar el tiempo improductivo.

De acuerdo con (Niegel & Freivalds, 2009), citado por (BERNAL, 2020, pág. 40) Las técnicas recomendadas para tomar el tiempo de una operación con cronometro consiste en:

Método continuo: acciona el cronometro de manera permanente durante todo el ciclo. Se pone en marcha al inicio del primer elemento del primer período y no se detiene hasta terminar el estudio. (Recomendado para elementos cortos)

Método regreso a cero: Se acciona el cronometro desde cero al inicio de cada elemento y desactivarlo cuando terminar y se regresa a cero, el proceso continuo hasta acabar el estudio. (Recomendado para elementos largos)

### **5.2.5.2 Toma de decisión – Balanceo de líneas**

Se trata de juntar labores u operaciones que cumplan con el tiempo de ciclo estipulado con el objetivo de que cada área de producción tenga continuidad, es decir que, en cada estación o centro de trabajo, tenga un tiempo de procesos balanceado o equilibrado, del mismo modo las líneas de producción pueden ser continuas y no tener cuellos de botella.

Muther (1996), citado por (BERNAL, 2020) dice que el inconveniente de balancear o equilibrar la línea, se asegura que todas las operaciones gasten las mismas cantidades de tiempo y que dichas cantidades basten para conseguir la tasa de producción esperada. Es necesario aclarar que es raro, que logre el balance perfecto.

De acuerdo (Meyers, 2000), citado por (BERNAL, 2020) el propósito del método de balanceo de la línea es:

- ° Igualar la carga de trabajo
- ° Reconocer operaciones cuellos de botella
- ° Instalar o fijar la velocidad de la línea
- ° Identificar el número de estaciones de trabajo
- ° Establecer el costo por mano de obra

° Contribuir a la distribución física de la planta

° Minimizar el costo de producción

### 5.2.5.3 Número de observaciones

García (2005), citado por (BERNAL, 2020) afirma que la extensión del estudio de tiempos depende de la naturaleza de la labor individual, la cantidad de períodos a observar para determinar el tiempo medio representativo de una labor se obtendrá así:

**Método estadístico:** es el más común para establecer las observaciones preliminares ( $n'$ ), posterior a ello se emplea la Ecuación (1) para un grado de confianza de 95,45% y un margen de error de  $\pm 5\%$ .

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n'(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{(\sum x)} \right) \quad (1)$$

$n$  = *Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)*

$n'$  = *Número de observaciones del estudio preliminar*

$\sum$  = *Suma de los valores*

$x$  = *Valor de las observaciones*

40 = *Constante para un nivel de confianza de 94,45%*

#### 5.2.5.4 Tiempo observado promedio

Es igual al tiempo total entre el número de ciclos, para cada elemento o proceso se divide la suma de las lecturas entre el número de lecturas considerables (BERNAL, 2020).

$$\text{Tiempo observado promedio} = \frac{\sum \text{Tiempo acumulado}}{\text{N}^\circ \text{ de Ciclos}} \quad (2)$$

#### 5.2.5.5 Tiempo Normal (TN)

El cálculo del tiempo normal o tiempo normal básico es solo el total de los tiempos de los elementos. Se denomina el tiempo justo para que un operador realice una actividad específica a un ritmo normal. En dicho tiempo no existe tolerancias (BERNAL, 2020).

$$\text{Tiempo Normal (TN)} = \frac{\text{Tiempo observado promedio} \times \text{Ritmo de trabajo}}{\text{Ritmo estandar}} \quad (3)$$

*Donde: Ritmo estandar(100)*

Si se aprecia que la persona ejecuta su labor más lento de lo normal, se obtendrá un tiempo básico inferior al observado.

#### 5.2.5.6 Factor de valoración

Productividad: Es el nivel de rendimiento con que se usan los recursos disponibles para conseguir objetivos predeterminados, o sea, la productividad incrementa si los recursos invertidos reflejan un mayor rendimiento.

Es necesario el aumento de productividad debido que provoca una reacción en cadena dentro de la empresa, eventualidad que una mejor calidad de los productos, menores precios, estabilidad laboral, permanencia de la empresa, aumento de beneficios y bienestar colectivo en aumento.

Meyers (2000), citado por (BERNAL, 2020) afirma relación entre la producción alcanzada por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla.

#### **5.2.5.6.1 Método Westinghouse**

Este método es conocido por utilizar una tabla empírica, que arroja el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de piezas que se generan al año. Cabe resaltar que se recomienda el uso de esta tabla con operaciones bastante exactas y operarios expertos en sus labores, se multiplica el número de observaciones obtenidas por 1.5 (BERNAL, 2020).

Dicho en otras palabras, B. E. Monroy Bustamante (2017) en su investigación Estudio de métodos de trabajo y distribución de la línea de empaque y paletizado de una industria alimenticia, expresa que el sistema Westinghouse para la evaluar el desempeño, tiene en cuenta cuatro (4) factores (ver **Tabla 5**) importantes como lo son:

Habilidad: Se califica o determina por la destreza que tiene el operario u obrero para ejecutar su labor, sumando la experiencia que posee.

Esfuerzo: Se cuantifica por medio de la demostración de voluntad para ejecutar labores con voluntad y de manera eficiente, añadiéndole la habilidad que tiene el operario le imprime velocidad con entusiasmo.

Condiciones: Son las variables que pueden afectar el desempeño del trabajador.

Consistencia: Es la consistencia en el momento de realizar las operaciones propias de la labor que se lleva a cabo en el área determinada a los procesos. El factor actuación es aplicable a ejecución de procesos manualmente, en cambio el que realizar las maquinas se atribuyen con:

Fórmula para de calificación de la velocidad se encuentra en la Ecuación (4):

$$Cv = 1 \pm c \quad (4)$$

**Tabla 5. Tabla de consideraciones**

HABILIDAD			ESFUERZO		
+0,15	A1	Extrema	+0,13	A1	Excesivo
+0,13	A2	Extrema	+0,12	A2	Excesivo
+0,11	B1	Excelente	+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2	Excelente	+0,08	B2	Excelente
+0,06	C1	Buena	+0,05	C1	Bueno
+0,03	C2	Buena	+0,02	C2	Bueno
0,00	D	Regular	0,00	D	Regular
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable	-0,08	E2	Aceptable
-0,16	F1	Deficiente	-0,12	F1	Deficiente
-0,22	F2	Deficiente	-0,17	F2	Deficiente
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+0,06	A	Ideales	+0,04	A	Perfecta
+0,04	B	Excelente	+0,03	B	Excelente
+0,02	C	Buenas	+0,01	C	Buena
0,00	D	Regulares	0,00	D	Regular
-0,03	E	Aceptables	-0,02	E	Aceptable
-0,07	F	Deficiente	-0,04	F	Deficiente

Fuente: (Gustavo Andrés Martínez Ruiz, 2017)

### 5.2.5.7 Suplementos (Holguras, Tolerancias)

Según (BERNAL, 2020), los suplementos son el tiempo extra al tiempo normal que se le otorga a cada ciclo teniendo en cuenta la fatiga, necesidades personas y retrasos inevitables, con la idea de añadir tiempo suficiente al tiempo normal de producción para que el operario promedio cumpla con el estándar cuando tiene un desempeño estándar.

Las holguras se clasifican en:

**+ Constantes:** Necesidades personales y fatiga básica

**+Variables:** Postura, fuerza, iluminación, condiciones atmosféricas, atención visual, ruido, esfuerzo y monotonía.

**+Especiales:** Retrasos inevitables, adicionales, por políticas.





i. Colaborador cualificado y bien capacitado: Es vital que el empleado cuente con que sea calificado y capacitado, ya que el tiempo justo para obtener cualificación se da de acuerdo el trabajo y la persona.

ii. Manufactura a ritmo normal

Un colaborador calificado, en condiciones normales, se desempeña con un nivel normal de esfuerzo, o sea, donde un trabajador puede mantener un ritmo confortable; ni rápido, ni tampoco lento. Paraca labor requiere un tiempo estándar, ya que el ritmo normal es el apropiado para realizar las tareas.

iii. Hacer tarea específica

Es necesario conocer en detalle lo que se debe realizar detalladamente para poder alcanzar el objetivo propuesto, el detalle específico debe contener: método prescrito de trabajo, especificaciones de materiales, herramientas y equipos que se utilizaran, posiciones del material que entra y sale, requerimientos adicionales, como seguridad, calidad, orden, limpieza y tareas de mantenimiento.

Según (Meyers), los estándares de tiempo son logros que una compañía intenta llegar. En empresas que laboran sin estándares de tiempo valga la redundancia, generalmente su rendimiento es del 60%. Este carácter numérico es comprobable a través de un muestreo del trabajo de la organización. Sin embargo, si se tienen estándares de tiempo, el rendimiento mejora alrededor de un 85%, es decir que aumenta en un 42% la eficiencia de la producción:

$$\frac{85\% - 60\%}{60\%} = 42\% \text{ de incremento de la productividad}$$

Por otro lado, el tiempo estándar es el tiempo necesario para un obrero completamente cualificado y capacitado, cumpliendo sus labores a un paso estándar y realizando un esfuerzo promedio realice la actividad, conteniendo los tiempos de alistamiento, holguras, eventualidades y condiciones que comprometan el proceso (Niebel & Freivalds, 2009), citado por (BERNAL, 2020).

$$\text{Tiempo Estándar (TE)} = \frac{\text{TIEMPO NORMAL (TN)}}{1 - \% \text{SUPLEMENTOS}} \quad (5)$$

## 6. METODOLOGIA

El presente estudio se realizó en el departamento de Córdoba, en la empresa Aguas Paramo, ubicada en el municipio de Cerete. Esta investigación se consideró de tipo aplicada ya que mediante esta se pueden encontrar estrategias de mejora en el sector productivo, armonizando la investigación y la teoría; para este estudio también se desarrolló investigación exploratoria, esta es con el objetivo de realizar un primer estudio a un tema antes no desarrollado con el fin de desarrollar una investigación con más profundidad.

Para la ejecución de este proyecto fue de gran importancia que los investigadores tuviesen dominio de la problemática y las herramientas a aplicar. para lograr esto se recurrió a la consulta de fuentes primarias y secundarias de información, disponibles en bases de datos científicas y consultas de información sobre empresas del sector

económico de Aguas Paramo, incluyendo información entregada en entrevista informal con la gerencia de la organización.

Para ejecutar el proyecto de investigación se establecieron cuatro fases metodológicas articuladas a los objetivos propuestos.

La primera fase realizó un estudio de métodos y tiempos para conocer detalladamente la duración de cada actividad del proceso de producción. Para lograrlo, se definieron las actividades del proceso productivo y se plasmaron en un diagrama de flujo.

Para la segunda fase se analizó todo el proceso productivo de la línea de botellón en la empresa Aguas Paramo mediante un mapa de flujo de valor (VSM) que permitió

visualizar, analizar y mejorar el flujo de dicho proceso; también conocer detalladamente toda la información y los materiales que circulan desde el inicio de la cadena hasta el final de ella. Esto indico en que parte del proceso productivo se encuentran los desperdicios para poder eliminar actividades que no agreguen valor.

Para la tercera fase, correspondiente a la selección e implementación las herramientas de Lean Manufacturing se indago en la literatura, conocer cada una de ellas y escoger las más adecuada a la empresa según las necesidades y una vez seleccionadas las herramientas se procedió a implementarlas.

Para la cuarta fase de este proyecto se elaboraría nuevamente un estudio de métodos y tiempos, realizar una comparación entre los tiempos del estado inicial del proceso

productivo versus el estado actual del proceso, asimismo comprobar la efectividad de implementar herramientas Lean Manufacturing en una empresa, poder constatar que al identificar actividades que no agregan valor a un proceso y ejecutar pequeños cambios como los plantea la manufactura esbelta generando un gran impacto en la empresa Aguas Paramo que se verían reflejadas en un proceso con mejor ejecución, un ambiente que proporciona seguridad en los empleados, actividades más ordenadas y un beneficio económico ( mayor rentabilidad y/o disminución de gastos). Pero no fue posible realizar este estudio de métodos y tiempos por la pandemia mundial que se vive a nivel mundial.

## **7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La Metodología Lean es una nueva forma de gestión de los procesos que se desarrollan en una empresa. Básicamente, su objetivo es limpiar todas aquellas actividades que no aportan valor agregado y obtener a cambio un proceso productivo efectivo, un buen producto y una experiencia final de calidad para el cliente; para ejecutar este proyecto primero se tomaran los datos necesarios para realizar un estudio de tiempos, analizar los tiempos y se proseguí con un mapa de flujo de valor (VSM) para a detalle todo el proceso, según los resultados se implementaran las herramientas Lean Manufacturing adecuadas al proceso para poder mitigar las mudas.

### **7.1 Descripción de la empresa Aguas Paramo**

Aguas Paramo es una empresa dedicada al procesamiento, empaquetado y distribución de agua y jugos naturales. La sede principal de la empresa se encuentra ubicada en el

municipio de Montelíbano – Córdoba, sin embargo, cuenta con una sede totalmente independiente en el municipio de Cerete, la cual es el objeto del presente estudio.

#### Descripción del proceso productivo

El proceso de producción establecido en la empresa es reglamentado y evaluado por la secretaria de desarrollo de la Salud de Córdoba, este, se divide en cuatro etapas de la siguiente manera:

1. El agua es tomada del acueducto y pasa a ser tratada con sulfato de aluminio, que actúa como un agente floculante que atrae las partículas sólidas en el agua y hace que se sedimenten.
  
2. Luego, se realiza el proceso de desinfección para eliminar todos los agentes patógenos mediante el uso de cantidades estandarizadas de cloro.
  
3. El agua desinfectada es sometida a dos cadenas de filtros, con el fin de eliminar aquellas partículas suspendidas que no fueron removidas durante la desinfección.
  
4. Por último, el agua tratada es llevada al tanque de almacenamiento para el proceso de empaquetamiento. La organización cuenta con 6 tanques de 2000 litros y 4 de 1000 litros.

La organización Aguas Paramo cuenta con una planta de ocho trabajadores, de los cuales, tres son los encargados del proceso de producción (Entubado, Empaquetamiento y Sello), dos distribuidores de medio tiempo y dos de permanencia con un horario de 8 horas y la administración.

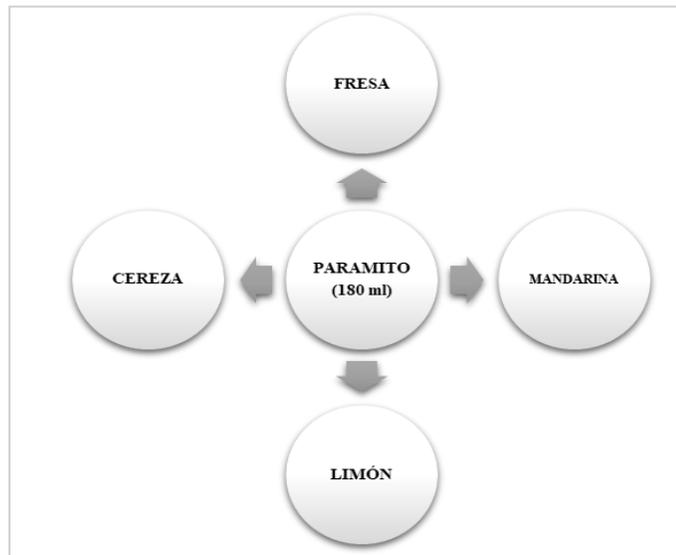
Las siete referencias manejadas por esta planta son:

1. Agua en presentación de 2.5 L (litros), Es la más comercializada por tamaño familiar.
2. Agua en presentación de 600 cm<sup>3</sup> (centímetros Cúbicos), Utilizada de manera regular para congelar.
3. Agua en presentación de 300 cm<sup>3</sup> (centímetros Cúbicos).
4. Agua en presentación de 260 cm<sup>3</sup> (centímetros Cúbicos).
5. Servicio de rellenado de agua en botellones de 20 litros, para los clientes que soliciten este servicio ya sea en la sede de la empresa o a domicilio.

Las dos líneas de jugo que se manejan ocupan un menor porcentaje en el proceso de producción, ya que el jarabe viene preparado de la sede principal, y la organización solo se encarga de hacer el respectivo mezclado del jarabe y realizar el proceso de empaquetado. Se manejan dos líneas de jugo, la Paramito y la Citrus. Las características de cada uno de ellos se muestran en las ilustraciones 1 y 2.

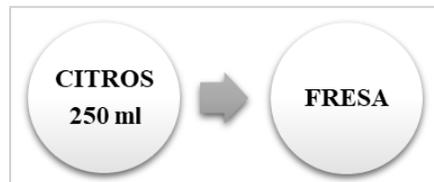
6. Jugos paramito en presentación de 180 ml (mililitros).
7. Jugos citrus en presentación de 250 ml (mililitros).

**Figura 7. Sabores de la línea de jugos Paramito**



*Fuente: Elaboración propia, 2019*

**Figura 8. Sabor de la línea de jugos Citrus**



*Fuente: Elaboración propia, 2019*

## **7.2 Estudio de métodos y tiempos**

*Para efectuar un óptimo estudio de tiempos fue necesario identificar y definir las etapas del estudio de tiempos, este se logró con la descripción del proceso productivo de la empresa y se personificó en un diagrama de flujo (ver **Figura 9**), siendo la representación gráfica del proceso productivo, (ver*



**Figura 7 y Figura 8).** Se definió cada actividad y se prosiguió a la toma de muestra de datos para cada etapa.

**Figura 9. Diagrama analítico del proceso**

Producto: Línea de rellenado de botellones					Actividad	Actual	Propuesto	Economía	
Actividad: Procesamiento del agua Método: actual / propuesto					Operación ○	7			
					Inspección □	0			
					Espera D	1			
					Transporte ⇨	1			
					Almacenamiento ▼	1			
Lugar: Empresa Aguas Paramo (Cerete - Colombia)					Distancia (mts.)				
Operario (s):					Tiempo (hrs.-hom.)	1905.1			
Ficha no.:					Costo				
Compuesto por: Laura y Yakelin					Mano de obra				
Fecha: 21-oct-19					Material				
					TOTAL				
OPERACIÓN	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	ACTIVIDAD					OBSERVACIONES
				○	□	D	⇨	▼	
CAPTACION DEL AGUA			1440	●					El agua es tomada del acueducto
TRATAMIENTO DEL AGUA			13.03	●					agregar sulfato de aluminio
FLOCULACION Y SEDIMENTACION			43.51			●			esperar las particulas solidas sedimentar
DESINFECCION			239.14	●					se agrega hipoclorito
FILTRACION			21.21	●					cadenas de filtros
ALMACENAMIENTO			147.59					●	tanques de almacenamiento
RELLENAR BOTELLONES				●					si no se rellena se deja almacenada
EMPAQUETAMIENTO			4.13	●					el agua se rellena para ser trasladada
DISTRIBUCION								●	
TOTAL	9		1905.1	6	0	1	1	1	

Fuente: Elaboración propia, 2019

El siguiente paso que se realizó en el presente estudio fue la toma de muestras, y definir el tipo de medición se iba a utilizar; para este caso se empleó el Método regreso a cero, ya que las actividades del proceso productivo no ocurren en un mismo día; por consiguiente, este método fue el apropiado para este estudio porque permite hacer

interrupciones en el muestreo. Todas las muestras se tomaron con cronometro y fue el mismo cronometro en todo el registro de cada actividad, para obtener unos datos confiables y que permitieron un buen análisis de estos.

Para el cálculo del número de observaciones inicialmente se tomaron diez datos por cada actividad del proceso productivo que se observan en la siguiente tabla (ver **Tabla 7**).

**Tabla 7. Toma de muestras del proceso productivo empresa Aguas Paramo**

PROCESO PRODUCTIVO DE TRANSFORMACION DEL AGUA												
EMPRESA								AGUAS PARAMO				
MUESTRA			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nº	ACTIVIDADES	NOTAS	TIEMPO DE OPERACIÓN / DURACION (MINUTOS)									
1	Captacion	El agua es tomada del acueducto	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440
2	Tratamiento	floculacion	14.05	14.02	14.09	13.58	13.59	14.02	14.08	13.59	14.02	13.03
		sedimentacion	43.03	44.05	44.13	44.45	43.51	43.55	44.01	44.24	44.52	43.51
3	Desinfeccion	adicion del hipoclorito	236.17	237.31	236.21	235.18	237.59	237.54	236.33	237.34	238.53	239.14
4	Filtracion	cadena de filtros	21.57	20.28	21.71	20.2	19.59	20.22	19.57	20.26	21.48	21.21
5	Almacenamiento	tanques de almacenamiento	144.9	144.31	145.51	147.53	148.1	141.58	144.27	144.14	147.58	147.59
6	Empaquetamiento	rellenado de agua en botellones	4.01	4.05	4.08	4.15	4.11	4.08	4.06	4.08	4.17	4.13

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

Para determinar si eran necesario efectuar más toma de muestras o si estas eran suficientes para el análisis de este proceso se realizó de manera estadística este cálculo mediante la siguiente formula dada en la Ecuación (1)



$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n'(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{(\sum x)} \right) \quad (6)$$

Donde:

$n$  = *Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)*

$n'$  = *Número de observaciones del estudio preliminar*

$\sum$  = *Suma de los valores*

$x$  = *Valor de las observaciones*

Para poder tomar la decisión si el tamaño de la muestra es el adecuado se designa mediante el siguiente criterio.

Tamaño de muestra:

- Si  $n' < n$ , se deben tomar más datos
- Si  $n' > n$ , aceptar la muestra.

Reemplazando en la formula anterior para cada actividad se obtuvieron los siguientes resultados:

Actividad 1  $n = \left[ \frac{40 \sqrt{10 \times 20736000 - 207360000}}{14400} \right]^2 = 0 \quad (7)$

Si  $10 > 0$ , aceptar la muestra



Actividad 2 
$$n = \left[ \frac{40\sqrt{10 \times 1907.43 - 219063.32}}{138.07} \right]^2 = 0.922 \quad (8)$$

Si  $10 > 0.922$  , aceptar la muestra

Actividad 3 
$$n = \left[ \frac{40\sqrt{10 \times 19274.17 - 192721}}{439} \right]^2 = 0.17 \quad (9)$$

Si  $10 > 0.17$  , aceptar la muestra

Actividad 4 
$$n = \left[ \frac{40\sqrt{10 \times 562338.01 - 5623253.396}}{2371.34} \right]^2 = 0.036 \quad (10)$$

Si  $10 > 0.036$  , aceptar la muestra

Actividad 5 
$$n = \left[ \frac{40\sqrt{10 \times 4253.23 - 42473.09}}{206.09} \right]^2 = 2.23 \quad (11)$$

Si  $10 > 2.23$  , aceptar la muestra

Actividad 6 
$$n = \left[ \frac{40\sqrt{10 \times 211890.99 - 2118509.36}}{1455.51} \right]^2 = 0.3 \quad (12)$$

Si  $10 > 0.3$ , aceptar la muestra

Actividad 7 
$$n = \left[ \frac{40\sqrt{10 \times 167.47 - 1674.45}}{40.92} \right]^2 = 0.23 \quad (13)$$

Si  $10 > 0.23$ , aceptar la muestra

Para todas las actividades del proceso productivo el número de muestras fue significativo y su pudo proseguir a realizar el estudio y calcular los tiempos. Para calcular el tiempo estándar de todo el proceso se deben determinar otros tiempos. El tiempo observado promedio; que no es más que el promedio de cada actividad del proceso, después se sumaron estos tiempos y nos dio como resultado el tiempo elemental del proceso. (ver **Tabla 8**).

**Tabla 8. Tiempo observado promedio y Tiempo elemental.**

PROCESO PRODUCTIVO DE TRANSFORMACION DEL AGUA												
EMPRESA						AGUAS PARAMO						
MUESTRA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TIEMPO OBSERVADO PROMEDIO
Nº	ACTIVIDADES	TIEMPO DE OPERACIÓN / DURACION (MINUTOS)										
1	Captacion	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440
2	Tratamiento	14.05	14.02	14.09	13.58	13.59	14.02	14.08	13.59	14.02	13.03	13.807
		43.03	44.05	44.13	44.45	43.51	43.55	44.01	44.24	44.52	43.51	43.9
3	Desinfeccion	236.17	237.31	236.21	235.18	237.59	237.54	236.33	237.34	238.53	239.14	237.134
4	Filtracion	21.57	20.28	21.71	20.2	19.59	20.22	19.57	20.26	21.48	21.21	20.609
5	Almacenamiento	144.9	144.31	145.51	147.53	148.1	141.58	144.27	144.14	147.58	147.59	145.551
6	Empaquetamiento	4.01	4.05	4.08	4.15	4.11	4.08	4.06	4.08	4.17	4.13	4.092
											TIEMPO ELEMENTAL	1905.093

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

Para determinar si el operario está realizando de manera adecuada las tareas del proceso y labore en una buena estación de trabajo se procedió a una evaluación de su trabajo. El factor de valoración mide el ritmo del trabajo del o los empleados de la empresa, para calcular este factor se empleó el método Westinghouse el cual permite medir habilidades, esfuerzos, condiciones y consistencias; mediante estos cuatro

factores y categorías que tienen características cualitativas y cuantitativas nos permitieron dar un número algebraico a una valoración de un trabajador.

*Lo siguiente fue dar una estimación al operario por cada actividad ejecutada del proceso productivo para así obtener cada valor. (ver*

**Tabla 9).**

**Tabla 9. Factor de valoración**

ACTIV.	H	E	C	CO	$\Sigma$	+1	=	RT (%)
1	0.08	-0.08	0.00	0.01	0.01	+1	1.01	101
2	0.03	0.00	0.02	0.03	0.08	+1	1.08	108
3	0.08	0.00	0.02	0.03	0.13	+1	1.13	113
4	0.08	0.05	0.02	0.03	0.18	+1	1.18	118
5	0.08	0.08	0.04	0.03	0.23	+1	1.23	123
6	0.06	0.05	0.00	0.01	0.12	+1	1.12	112
7	0.06	0.10	0.02	0.00	0.18	+1	1.18	118

*Fuente: Elaboración propia, 2019*

**Nota: Donde H: habilidades, E: esfuerzos, C: condiciones, CO: consistencias y RT: ritmo trabajo**

Para obtener el tiempo normal o tiempo básico del proceso se efectuó la multiplicación del tiempo observado promedio por el factor de valoración que se puede observar en la siguiente (ver

**Tabla 10).** Se analizando el ritmo de trabajo se pudo observar que el ritmo del trabajo se encuentra solo un poco por encima del ritmo promedio (100%) lo que nos indicó la existía de una opción de mejora.

**Tabla 10. Tiempo normal**

EMRPRESA							AGUAS PARAMO							TIEMPO OBSERVADO PROMEDIO	FACTOR DE VALORACION	TIEMPO NORMAL
MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
ACT	TIEMPO DE OPERACIÓN / DURACION (MINUTOS)															
1	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1440	1.01	1454.4		
2	14.05	14.02	14.09	13.58	13.59	14.02	14.08	13.59	14.02	13.03	13.807	13.807	1.08	14.91		
3	43.03	44.05	44.13	44.45	43.51	43.55	44.01	44.24	44.52	43.51	43.9	43.9	1.13	49.61		
4	236.2	237.31	236.21	235.18	237.59	237.54	236.33	237.34	238.5	239.14	237.134	237.134	1.18	279.82		
5	21.57	20.28	21.71	20.2	19.59	20.22	19.57	20.26	21.48	21.21	20.609	20.609	1.23	25.35		
6	144.9	144.31	145.51	147.53	148.1	141.58	144.27	144.14	147.6	147.59	145.551	145.551	1.12	163.02		
7	4.01	4.05	4.08	4.15	4.11	4.08	4.06	4.08	4.17	4.13	4.092	4.092	1.18	4.83		
												TIEMPO TOTAL		1991.93		

Fuente: elaboración propia,2019

Para estandarizar el tiempo para cada actividad de la organización se tuvo que tomar en cuenta los tiempos suplementarios que van relacionados con aquellas actividades que no dan valor al proceso pero que consumen tiempo y por ende se tuvieron en cuenta. Los suplementos que se pueden conceder en un estudio de tiempos se pueden clasificar en: Suplementos constantes, suplementos Variables y suplementos especiales. A continuación, están los tiempos suplementarios que fueron encontrados en el proceso.

#### Suplementos constantes

- Suplemento por necesidades personales = 5 minutos
- Suplemento base fatiga = 4 minutos

#### Suplementos variables

- Trabajo muy monótono = 4 minutos
- Tiempo entre la actividad 2 y 3 = 5 minutos
- Tiempo entre la actividad 3 y 4 = 8 minutos
- El operario se trasladó de un lugar a otro = 2 minutos.

#### Suplementos especiales

- Contestar una llamada = 3 minutos

Sumando todos los tiempos por suplementos obtuvimos  $\sum TSUP=31$  minutos, este tiempo se dividió entre 480 minutos equivalente a turno de trabajo diario (ocho horas).

Después se calculó el tiempo estándar mediante la siguiente ecuación:

$$\Sigma T_{\text{normal}}: 1991.93$$

$$\Sigma T_{\text{sup}} / 480 = 31 / 480 = 0.065$$

$$T_{\text{estandar}} = \Sigma T_{\text{normal}} \times (1 + \Sigma T_{\text{sup}} \%)$$

$$= 1991.93 \times (1 + 0.065)$$

$$= 2121.41 \text{ minutos}$$

Lo que nos indicó el tiempo estándar es el tiempo que se debe demorar este proceso productivo siempre que se ejecute, pero aplicando las herramientas de Lean Manufacturing lograremos disminuirlo para que el proceso sea óptimo y eficiente.

### **7.3 Mapa de flujo de valor (VSM)**

Se realizó un mapa de flujo de valor (VSM) para definir el estado actual del proceso y verificar si en la planta existían lugares destinados a cada operación y/o actividades de la empresa, se hizo una inspección visual para observar cómo estaban haciendo la labor y corroborar si contaban con el diseño de planta adecuado, la ubicación de cada área para así lograr una buena distribución del espacio físico permitiendo que el proceso productivo sea el más eficiente, y garantizar la seguridad para los trabajadores de la empresa Aguas Paramo.

La línea escogida para el enfoque de este proyecto fue la línea de rellenado de Botellones, esta genera más ingresos a la empresa y por petición de la administración general; ya que quieren concentrarse en mejorar este proceso para obtener mayor rentabilidad. Una vez observado a detalle cómo es la cadena de información y materiales

se realizó el mapa de flujo de valor (VSM) que se observa en la siguiente ilustración. El diagrama se hizo con los datos de venta y producción del mes de junio del año 2019 (ver **Tabla 11** ); siendo este el mes con mayor venta y producción del año antes mencionado.

**Tabla 11 Relación General 2019 Aguas Paramo (Cerete - Colombia)**

RELACION GENERAL 2019					
MES	INVENTARIO INICIAL	PRODUCCION	PRODUCCION TOTAL	VENTA	INVENTARIO FINAL
ENERO	100	500	600	448	152
FEBRERO	152	500	652	560	92
MARZO	92	705	797	614	183
ABRIL	183	466	649	580	69
MAYO	69	800	869	592	277
<b>JUNIO</b>	<b>277</b>	<b>1161</b>	<b>1438</b>	<b>612</b>	<b>826</b>
JULIO	826	43	866	623	243
AGOSTO	243	474	717	592	125
SEPTIEMBRE	125	555	680	557	123
OCTUBRE	123	1000	1123	507	616
NOVIEMBRE	616	0	616	510	106
DICIEMBRE	106	106	1256	509	747
TOTAL	2812	6310	10263	6704	3559

*Fuente: elaboración propia, 2020*

Se realizó la recolección de datos de todas las ventas diarias durante el año 2019, como el mes de junio fue el mes de mayor movimiento se decidió realizar los cálculos y el diagrama de VSM con los siguientes para así obtener mejores resultados y mejores observaciones. A continuación, se pueden ver datos diarios y mensuales de venta, producción e inventario. (ver **Tabla 12**)

**Tabla 12 relación específica del mes de junio de 2019 Aguas Paramo (Cerete – Colombia)**



JUNIO						
D	M	A	DESCRIPCION	ENTRA	SALE	SALDO
				CANTIDAD	CANTIDAD	CANTIDAD
1	JUNIO	2019	INVENTARIO	277		277
3	JUNIO	2019	VENTA		20	257
4	JUNIO	2019	VENTA		7	250
5	JUNIO	2019	VENTA		22	228
6	JUNIO	2019	VENTA		23	205
7	JUNIO	2019	VENTA		28	177
8	JUNIO	2019	VENTA		16	161
10	JUNIO	2019	VENTA		15	146
11	JUNIO	2019	VENTA		44	102
12	JUNIO	2019	VENTA		29	73
12	JUNIO	2019	VENTA		19	54
13	JUNIO	2019	VENTA		10	44
13	JUNIO	2019	VENTA		29	15
13	JUNIO	2019	PRODUCCION	11	262	26
13	JUNIO	2019	VENTA		26	0
14	JUNIO	2019	PRODUCCION	150	26	150
14	JUNIO	2019	VENTA		23	127
15	JUNIO	2019	VENTA		13	114
16	JUNIO	2019	VENTA		31	83
17	JUNIO	2019	VENTA		31	52
18	JUNIO	2019	VENTA		35	17
19	JUNIO	2019	VENTA		15	2
20	JUNIO	2019	PRODUCCION	1000	148	1002
21	JUNIO	2019	VENTA		21	981
22	JUNIO	2019	VENTA		39	942
24	JUNIO	2019	VENTA		1	941
25	JUNIO	2019	VENTA		24	917
26	JUNIO	2019	VENTA		20	897
27	JUNIO	2019	VENTA		35	862
28	JUNIO	2019	VENTA		21	841
29	JUNIO	2019	VENTA		15	826
					176	
			TOTAL	1438	612	

Fuente: elaboración propia, 2020

Para poder realizar el diagrama VSM es necesario calcular el tack time, determinar la jornada laboral, tiempo de almuerzo y otros cálculos necesarios para realizar el diagrama. (ver **Tabla 13** )

**Tabla 13 Datos generales Aguas Paramo (Cerete – Colombia)**

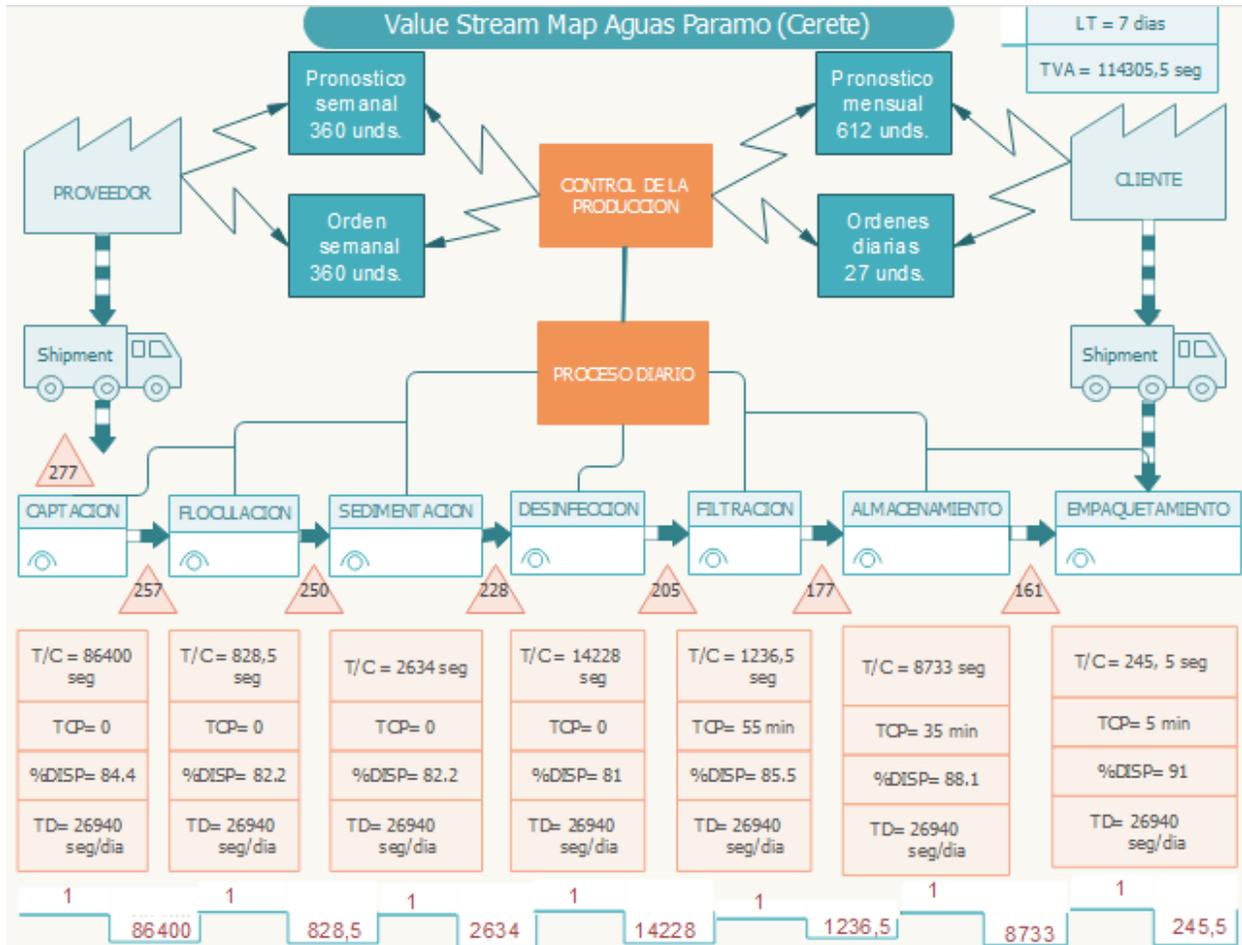


jornada laboral	10 horas	36000 seg/turno
tiempo de almuerzo	2 horas	9060 seg
tiemp de suplementos	31 minutos	
# de turnos	1 diario	
dias de trabajo por mes	23 dias	
demanda (junio)	612 botellones	
demanda diaria	27 botellones turno	
tiempo disponible	36000-9060	26940 seg/turno
tack time	26940/ 27	997.8 seg

*Fuente: elaboración propia,2020*

Una vez recopilada la información y los cálculos realizados se prosiguió a la ejecución del diagrama VSM, para así poder analizar el flujo de información y de materiales, observar en que parte del proceso hay cuellos de botellas, cuáles son las áreas que se deben intervenir, identificar las actividades que agregan valor a la empresa y cuales no agregan valor y, además, realizar propuestas de mejoras para poder optimizar la línea de botellón de la empresa Aguas Paramo. (ver **Figura 10**).

**Figura 10. Diagrama VSM de la empresa Aguas Paramo**



Fuente: Elaboración propia, 2020

El estado actual de la empresa Agua Paramo es proceso productivo que se demora 7 días en ejecutarse, con un solo turno de diez horas; se observó una sobreproducción en la empresa, en la **Tabla 11** se puede ver que la demanda aproximada del mes fue de 612 botellones, pero la empresa produjo 1438 (demanda pronosticada) dejando un inventario de 826 que cubre en un 100% la demanda de julio, Entonces es claro que la sobreproducción ayuda y/o genera procesos innecesarios o un sobreprocesamiento ya que la empresa está haciendo producción que no se va a vender en ese mes, a su vez creando como especie de un efecto domino y como consecuencia encontramos un

aumento de producto en la empresa generando inventarios innecesarios, y mientras todo este proceso ocurría en el mismo momento el personal hacían movimientos no importantes de una estación a otra para poder cumplir con la demanda diaria pronosticada.

Luego de la evaluación inicial obtenida del mapa de flujo de valor (VSM), se determinaron los aspectos que requirieron mejoras dentro de la organización Aguas Paramo. Para ello, se establecieron indicadores que permitieron evaluar el antes y el después de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing. Los aspectos que se escogieron de acuerdo con la intención principal e integración de las 5S son los siguientes:

1. Espacio Libre Disponible: Permitió medir la situación actual del área de producción de la empresa en cuanto a disponibilidad del espacio total que ocupa; las primeras dos técnicas de las 5S apuntan a este, ya que orientan a la eliminación de elementos que son innecesarios en el área de trabajo y al orden que se debe tener en el mismo.
2. Ambiente Laboral: Implementar 5S puesto que va muy encaminada a crear un lugar de trabajo confiable y seguro, logrando así que las actividades diarias al interior de la empresa se realicen de la mejor manera, contribuyendo al mejoramiento continuo del ambiente laboral (Faulí et al. 2013). En este aspecto se tuvo la percepción que tienen los trabajadores de la empresa Agua Paramo con respecto al ambiente laboral.

3. Tiempo de ciclo del proceso productivo: Nos permitió medir el tiempo de la cadena de valor y se enfocó en optimización y mejora continua de los procesos misionales (producción, empaquetado y distribución) que lleva a cabo la organización.

4. Sobre-produccion: con la toma de datos de venta y producción de todo el año 2019 se puede establecer una demanda para cada mes del año y no producir en mayores cantidades solo porque sí. Se debe producir únicamente la demanda requerida en el momento que se solicite.

5. Sobre-procesamiento: no se debe producir más allá del nivel solicitado por el cliente, se deben estandarizar las demandas de los clientes para así determinar cuando y cuanto se debe producir.

6. inventarios innecesarios: disminuir el almacenamiento de producto final que no se va a rotar en la empresa a corto plazo, se debe mejorar el sistema de control de la producción.

7. movimientos innecesarios: existe mucho desorden, falta de organización y distribución en los puestos de trabajo debido al cumplimiento de la demanda diaria, una vez estandarizado o reestablecido esta demanda se debe organizar mejor los tiempos de cada trabajador en cada actividad del proceso para disminuir estos movimientos.

## 7.4 Identificación e Implementación de herramientas Lean Manufacturing

Las herramientas de Lean Manufacturing que se seleccionaron para ser ejecutadas en la empresa Aguas Paramo acorde a sus necesidades y aspectos de mejora fueron 5S, Kaizen y Kanban.

En la implementación de las 5S en la organización el primer paso fue realizar un diagnóstico inicial (ver **Tabla 14**) del estado actual de la empresa observar cómo se encontraban las áreas de la empresa Aguas Paramo, se evaluaron y prosiguió al diseño de implementación de esta herramienta.

**Tabla 14. Diagnóstico inicial**

DIAGNOSTICO INICIAL DE 5S EN LA EMPRESA AGUA PARAMO				
5S	#	ARTICULO CHEQUEADO	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Clasificación	1	Materiales o insumos	Materiales o insumos en exceso de inventario o en proceso	
	2	Maquinaria u otro equipo	Existencia innecesaria alrededor	
	3	Herramientas	Existencia innecesaria alrededor	
	4	Control visual	¿Existe o no control visual?	
	5	Estándares escritos	¿Tiene establecido estándares de limpieza 5S?	
<b>Subtotal</b>				
Orden	6	Indicador de lugar	¿Existen áreas de almacenamiento marcadas?	
	7	Indicadores de artículos	¿Demarcan artículos y lugares?	
	8	Indicadores de cantidad	¿Están definidos máximos y mínimos de productos?	
	9	Vías de acceso y almacenamiento	¿Están identificadas las vías de acceso y de almacén?	
	10	Herramientas	¿Poseen lugar claramente identificados?	
<b>Subtotal</b>				
Limpieza	11	Pisos	Pisos libres de basura, aceite, agua, grasa	
	12	Máquinas y equipos	¿Están los equipos libres de objetos?	
	13	Limpieza e inspección	¿se realiza inspección de los equipos junto con mantenimiento?	
	14	Responsable de la limpieza	¿Existe personal responsable de verificar la limpieza?	
	15	Hábito de limpieza	¿Los trabajadores limpian pisos y equipos regularmente?	
<b>Subtotal</b>				

--

<b>Estandarización</b>	16	Notas de mejoramiento	¿Se generan regularmente?	
	17	Ideas de mejoramiento	¿Se han implementado ideas de mejora?	
	18	Procedimientos claves	¿usan procedimientos escritos, claros y actuales?	
	19	Plan de mejoramiento	¿tienen un plan de mejoramiento a futuro para el área?	
	20	Las primeras 3S	¿Están las primeras S mantenidas?	
<b>Subtotal</b>				
<b>Disciplina</b>	21	Entrenamiento	¿Son conocidos los procesos estándares?	
	22	Materiales e insumos	¿Los materiales e insumos son almacenados correctamente?	
	23	Control de inventario	¿Hacen control de inventario?	
	24	Procedimiento de inventario	¿Están al día y son revisados regularmente?	
	25	Descripción del cargo	¿Están al día y son revisados regularmente?	
<b>Subtotal</b>				
<b>TOTAL</b>				
1: muy mal 2: Mal 3: Promedio 4: Bueno 5: Muy bueno				

Fuente: Adaptado de Benavides et al. (2010)

El diseño se hizo con base al manual de implementación programa 5S que utilizó la corporación autónoma de Santander (CAS) en la versión 1.0. La cual consta de un diagrama de implementación que indica las diferentes actividades a realizar durante cada etapa como se muestra a continuación: (ver **Tabla 15**)

**Tabla 15. Diagrama de implementación de la metodología 5S.**

<b>5'S</b>	<b>Limpieza Inicial</b>	<b>Optimización</b>	<b>Formalización</b>	<b>Perpetuidad</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Clasificar</b>	Separar lo que es útil de lo inútil	Clasificar las cosas útiles	Revisar y establecer las normas de orden	Estabilizar
<b>Orden</b>	Tirar lo que es inútil	Definir la manera de dar un orden a los objetos	Colocar a la vista las normas así definidas	Mantener

--

5'S	Limpieza Inicial	Optimización	Formalización	Perpetuidad
	1	2	3	4
<b>Limpieza</b>	Limpiar las instalaciones	Localizar los lugares que necesitan una limpieza especial	Buscar las causas de la suciedad y buscar soluciones	Mejorar
<b>Estandarización</b>	Eliminar lo que no es higiénico	Determinar las zonas de especial atención	Implantar gamas de limpieza	Evaluar
<b>Disciplina</b>	Acostumbrarse a aplicar las 5S en el equipo de trabajo y respetar los procedimientos en el lugar de trabajo			

*Fuente: Adaptado del manual de implementación programa 5S*

- Primera etapa (LIMPIEZA INICIAL): La primera etapa de la implementación se centró en una limpieza a fondo del sitio de trabajo, esto quiere decir que se eliminó todo lo que no servía del sitio de trabajo y se limpiaron todos los equipos e instalaciones a fondo, dejando un precedente de cómo es el área si se mantuviera siempre así (se cohabito motivación por conservar el sitio y el área de trabajo limpios).
- Segunda etapa (OPTIMIZACION): La segunda etapa de la implementación se refiere a la optimización de lo logrado en la primera etapa, esto quiere decir, que una vez dejado solo lo que sirve, se tiene que pensar en cómo mejorar lo que esta con una buena clasificación, un orden coherente, ubicar los focos que crean la suciedad y determinar los sitios de trabajo con problemas de suciedad.
- Tercera etapa (FORMALIZACION): La tercera etapa de la implementación está concebida netamente a la formalización de lo que se logró en las etapas anteriores, es decir, se establecieron procedimientos, normas o estándares de clasificación,

mantener estos procedimientos a la vista de todo el personal, erradicar o mitigar los focos que provocan cualquier tipo de suciedad e implementar las gamas de limpieza.

- La cuarta y última etapa (PERPETUIDAD): Se orienta a mantener todo lo logrado y a dar una viabilidad del proceso con una filosofía de mejora continua.

La primera fase de implementación de herramientas Lean Manufacturing se realizaron de forma satisfactoria y se anexan ( **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) unas fotos donde se puede observar el resultado en el área de almacenamiento de la empresa Aguas Paramo. La siguiente herramienta para implementar fue Kaizen, permitió optimizar los Layouts (planes) y las actividades en cuanto a calidad, tiempos y productividad, superar cuellos de botella y se centralizo en los departamentos donde la organización tiene mayor fortaleza y competitividad.

Para el caso de esta organización la línea de mayor importancia es el rellenado de botellones en la empresa o a domicilio. En la organización se identificó una situación a mejorar; dichos botellones ya se encontraban envasados en gran cantidad en el área de almacenamiento, algunas veces era de gran beneficio ya que permitía entregar de forma casi que inmediata con las demandas de los clientes pero en otras ocasiones el agua no rotaba, analizando la situación mencionada se determinó evitar que los lotes de botellones de agua estuvieran almacenados esperando a ser distribuida; una solución que se ejecutó fue estimar un aproximado de cuanto debía de ser el lote de los botellones de agua tomando como punto de partida las ventas del año 2019, cabe resaltar que no se tomaron en cuenta los años anteriores debido a falta de información y poca organización en la empresa. Con base a este lote y el reporte diario de los siguientes

mese será posible determinar la demanda de los botellones, y así alcanzar el punto de equilibrio en el inventario. Este cambio en la empresa se realizó con el fin de garantizar el agua fresca y recién empacada pensando en el beneficio de los clientes. Se hace obligatorio llevar una bitácora diaria del ingreso de los botellones al almacén ventas de botellones y el inventario diario para ir estandarizando y mejorando el proceso productivo. La segunda fase de la investigación alcanzo a ser planeada pero no ejecutada en su totalidad por la pandemia mundial Covid-19.

Una vez realizadas la organización y limpieza de la empresa y puestos de trabajo se proseguía a implementar Kanban, mediante esta herramienta el objetivo era lograr que los trabajadores tuvieran un mejor seguimiento al proceso de la empresa, obtener un avance de su trabajo mediante las tarjetas y conocer cual actividad se estaba ejecutando o próxima a ejecutar en la línea de producción, con el fin de gestionar el trabajo intelectual y organizado. Esta fase no se pudo concluir debió a la pandemia mundial Covid-19, y las restricciones para salir de la ciudad y el ingreso en la empresa.

### **7.5 Estado inicial vs estado final**

Teniendo el tiempo estándar inicial vs el tiempo estándar final (calculado nuevamente) se debía realizar una comparación entre estos tiempos tomados manualmente mediante la recolección de datos de la empresa en las visitas informales con la gerencia antes y después, Para así identificar cual actividad(es) del proceso productivo tuvieron una mejora en el tiempo de duración al implementarse las herramientas lean Manufacturing, obteniendo como resultado un proceso productivo optimo estandarizando el tiempo para cada actividad de la organización, logrando una mejor producción y mayor rentabilidad.

Al momento de empezar a implementar las herramientas de Lean Manufacturing (tercera fase del proyecto) se presenci6 en Colombia y a nivel mundial una pandemia “Covid-19”, obligando a muchos pa6ses implementar trabajo desde casa para aquellos que pudieran realizarlo, cuarentena absoluta, toques de queda y otras medidas de seguridad (pico y cedula, Etc.). Esta crisis no permiti6 continuar con el desarrollo continuo del trabajo investigativo; y por ende no se pudo proseguir la segunda toma de datos para el estudio de m6todos y tiempos final, este nos iba a permitir realizar la comparaci6n del proceso productivo su tiempo estar y los tiempos por cada actividad de la organizaci6n Aguas Paramo.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Analizar el proceso productivo (captación, tratamiento y empaquetamiento) de la empresa Aguas Paramo no pudo ser del todo posible, el objetivo era observar, analizar e implementar herramientas de Lean Manufacturing que representaran un estado inicial del cómo se estaban ejecutando las actividades para cada etapa del proceso y si contaban con el espacio óptimo de trabajo, procesos y técnicas para mejorar, agregar valor al proceso productivo con unas buenas prácticas de manufactura esbelta y de ser así comprobar si este es el esperado, Estandarizar el tiempo en la organización fue la primera fase de esta investigación donde se tomaron datos y se determinó el tiempo de estas actividades y el tiempo estándar que permitió hacer una comparación del tiempo entre este tiempo y el calculado por un cronometro.

La decisión fue implementar ciertas herramientas de la filosofía Lean Manufacturing las más adecuada según la razón de ser de la empresa, para la fase secundaria mediante el mapa de flujo de valor (VSM) se observó y analizo como era el flujo de materiales e información en la empresa Aguas Paramo, se interpretó como es la línea de producción, los procesos que infieres y el tiempo que dura cada uno de estos, siendo este una representación graficas más detallada se prosigue a la identificación de las herramientas que se van a implementar, para el objetivo de esta investigación se eligieron tres 5s, Kaizen y Kanban, estos fueros las que agregaban los cambios que necesitaba la

empresa como la organización, limpieza, trabajo intelectual y mejora continua. 5S pudo ser implementada en la organización se realizó los cinco pasos que incluyen esta herramienta y el deber de seguir practicando estos pasos para así garantizar un espacio limpio, proactivo y organizado.

Las herramientas Kaizen y Kanban fueron planteadas y explicadas a la gerencia de la empresa, pero no pudieron ser implementadas, puesto que el planeta tierra en estos momentos se encuentra luchando la pandemia mundial Covid-19, así lo declaró la OMS (organización mundial de salud) el día 11 de marzo del año 2020 *“Desde la OMS hemos llevado a cabo una evaluación permanente de este brote y estamos profundamente preocupados tanto por los alarmantes niveles de propagación y gravedad, como por los alarmantes niveles de inacción. Por estas razones, hemos llegado a la conclusión de que la COVID-19 puede considerarse una pandemia”* (OMS, 2020); y para poder implementar las herramientas se debía asistir a la empresa y realizar los cambios que Lean Manufacturing sugiere. Asimismo, ocurrió con la toma de datos para el segundo estudio de tiempos teniendo en cuenta que estas actividades no se pudieron desarrollar con normalidad en la empresa, ya que estas solo trabajan por días y alternando trabajadores lo que impedía comparar los datos y así obtener los resultados confiables si se hubiera optado por ejecutarse. También, las normativas colombianas ante la pandemia, dentro de las que se destacan toque de queda, pico y cedula, a lo que se sumaba las restricciones por los protocolos de Bioseguridad implementados por la empresa Aguas Paramos, se tomó la determinación por parte del equipo de investigadores, ajustar el alcance y conclusiones del proyecto, atendiendo lo estableció la ley Colombiana mediante el decreto 457 de 2020 donde se imparten instrucciones para el cumplimiento

del Aislamiento Preventivo Obligatorio en el país; El Decreto 457 rige a partir de la fecha de su publicación y deroga el Decreto 420 del 18 de marzo de 2020, instrucciones para expedir normas en materia de orden público. Por tal motivo no se pudo obtener resultados concluyentes en esta investigación, pero se deja la brecha para posibles investigaciones.

## REFERENCIAS

Aldavert, J., Vidal, E., Lorente, J. & Aldavert, X. (2016). 5S para la mejora continua. Barcelona, España: Editorial Cims © Midac.

AlManei, M., Salonitis, K. & Xu, Y. (2017). Lean Implementation Frameworks: The Challenges for SMEs. *Procedia CIRP*, 63, 750-755. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.170>

Antosz, K. & Stadnicka, D. (2017). Lean Philosophy Implementation in SMEs – Study Results. *Procedia Engineering*, 182, 25-32.

Asier Toledano de Diego, N. M. (2009). «The Toyota Way». LEAN, more than a kit of tools and techniques. *Cuadernos de Gestión Vol. 9. Nº 2* , 111-122. Obtenido de <https://addi.ehu.eus/handle/10810/7707>

Barcia, F., Hidalgo, D. (2006). Implementación de una metodología con la técnica 5S para mejorar el área de matricería de una empresa extrusora de aluminio. *Revista Tecnológica ESPOL*, 18(1), 69-75.

Bayo, A., Bello, A. & Merino, J. (2010). 5S use in manufacturing plants- contextual factors and impact on operating performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27 (2), 217-230. DOI: <https://doi.org/10.1108/02656711011014320>

BENAVIDES, P., & CASTRO C. (2010). Diseño e implementación de un programa de 5s en industrias metalmecánicas san judas ltda. Universidad de Cartagena.

BERNAL, B. S. (23 de 07 de 2020). REPOSITORIO UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA. Obtenido de REPOSITORIO UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA: <http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/1094/ESTUDIO%20DE%20TIEMPOS%20Y%20MOVIMIENTOS%20PARA%20LA%20MEJORA%20D%20LOS%20PROCESOS%20PRODUCTIVOS%20EN%20LA%20EMPRESA%20BIOPLAST%20S.A%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CHUNG ROMÁN, C. A. (2017). ANÁLISIS DE CUELLOS DE BOTELLA PARA INCREMENTAR LA TASA DE PROCESAMIENTO DE MINERAL DE UNA MINERA. Lima, Perú: UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA, FACULTAD DE INGENIERIA.

Faulí, A., Ruano, L., Latorre, M. & Ballestar, M. (2013). Implantación del sistema de calidad 5s en un centro integrado público de formación profesional. Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 16(2), 147-161. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.16.2.181081>

Fred E. Meyers, M. P. (2006). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales - Tercera edición. México: PEARSON EDUCACIÓN.

Gunjan Yadav, S. L. (2020). Development of a lean manufacturing framework to enhance its adoption within manufacturing companies in developing economies. Science Direct.

Gustavo Andrés Martínez Ruiz, K. L. (2017). Diseño de un modelo de medición de productividad por empleado en el área de patio. spol, 1-76.

Gutiérrez, H. (2014). *Calidad total y productividad*, cuarta edición. México: McGraw-Hill.

Hernández, E., Camargo, Z. & Martínez, P. (2015). Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and industrial safety in Caucho Metal Ltda. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 23(1), 107-117. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052015000100013>.

Ho, S. 1997. Workplace learning: the 5S way. *Journal of Workplace Learning*. 9(6), 85-91.

Juan Carlos Hernandez-Matias, A. V. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación*. ResearchGate.

Juarez, H. (2009). *Propuesta para implementar metodología 5S en el departamento de cobros de la subdelegación Veracruz Norte IMSS*. Tesis de Maestría en Gestión de la Calidad Universidad Veracruzana. México

L. Helleno, A. J. (2017). Integrating sustainability indicators and Lean Manufacturing to assess manufacturing processes: Application case studies in Brazilian industry. *Science Direct*, 405-416.

Magdalena K. Wyrwicka, B. M. (2017). *Mirages of Lean Manufacturing in Practice*. Science Direct, 780-785.

Meyers, F. E. (s.f.). *Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*, segunda edición. MEXICO: PEARSON EDUCACIÓN.

NÚÑEZ, F. B. (2020). APLICACIÓN DE METODOLOGÍA VALUE STREAM MAPPING PARA IDENTIFICAR CUELLOS DE BOTELLA POR ESCENARIOS EN MINERA LOS PELAMBRES. CHILE: UNIVERSIDAD DE CHILE, FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS.

Omogbai, O. & Salonitis, K. (2017). The implementation of 5S lean tool using system dynamics approach. Procedia CIRP, 60 , 380-385. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.057>.

OMS (11 de marzo de 2020) Alocución de apertura del Director General de la OMS en la rueda de prensa sobre la COVID-19 celebrada el 11 de marzo de 2020. Ginebra, Suiza. Organización mundial de la salud. Recuperado de <https://www.who.int/es/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020#:~:text=Desde%20la%20OMS%20hemos%20llevado,19%20puede%20considerarse%20una%20pandemia>.

Rojas, E. (2016). Propuesta de Implementación en una Microempresa Comercializadora de la Metodología 5S. Universidad Militar Nueva Granada Especialización en Gerencia Logística Integral. Bogotá.

Romero, C., López, J., Méndez, J. & Pintor-Tuxpan, A. (2016). Software para implementación de 5S's en Mipymes y su relación con la mejora continua y la competitividad. Revista de Negocios & PyMes, 2(5), 45-53.

Ruiz, J. (2003). Breve análisis de la evolución, innovación y mejores prácticas de los procesos industriales, Boletín IIE. Aplicaciones tecnológicas.

Shaikh, S., Alam, A., Ahmed, K., Ishtiyak, S. & Hasan, S. (2015). Review of 5S Technique. International Journal of Science, Engineering and Technology Research, 4(4), 927-931.

Vorkapić, M., Čočkaló, D., Đorđević, D. & Bešić, C. (2017). Implementation of 5s tools as a starting point in business process reengineering. Journal of Engineering Management and Competitiveness, 7(1), 44-54.

## ANEXOS

*Anexo 1 Almacenamiento Aguas Paramo*



