



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad

Innovación Tecnológica con
Sentido Humano

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ORGANIZACIONES

Desarrollo de una propuesta basada en TPM para el aumento del desempeño en la línea de ensamble y desempaque número 1 de Auteco SAS.

(Profundización)

Joan Santiago Castro Cardona

Director:

Harlyn Dario Lopez Torres

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
FACULTAD CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS**

MEDELLÍN, COLOMBIA

2023

Desarrollo de una propuesta basada en TPM para el aumento del desempeño en la línea de ensamble y desempaques número 1 de Auteco SAS

Joan Santiago Castro Cardona

Trabajo de grado presentada(o) como requisito para optar al título de:

Magíster en Gestión de las Organizaciones

Director:

Harlyn Dario Lopez Torres

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
FACULTAD CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MEDELLÍN, COLOMBIA**

2023

A mi maravillosa compañera de vida, por llegar a mi camino y apoyarme en mi desarrollo profesional, porque sin importar la distancia, las agendas y las dificultades, logro mantener en alto el espíritu positivo y de aliento para lograr este documento.

Gracias infinitas por ser mi guía y mi maestra.

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolla una implementación basada en TPM (Total Productive Maintenance) para el aumento del desempeño en la línea de ensamble y desempaque número 1 de Auteco SAS, a través de un enfoque metodológico mixto que se apoya en el análisis de los datos provenientes de estudios realizados en el campo e información recopilada a lo largo de la vida laboral con formaciones nacionales e internacionales, además de visitas de referenciación y la realización de una investigación experimental y descriptiva.

En Auteco SAS se evidencia la necesidad de definir un sistema de producción propio, es decir una identidad específica de sus procesos de manufactura, esto porque es usual que las compañías de la industria automotriz desarrollen este tipo de metodologías que les permiten enmarcar todo el desarrollo de la calidad y el buen nombre de la marca, por ejemplo, TOYOTA desarrolló el Toyota Producción System (TPS) *“una metodología basada en la reducción y eliminación de las actividades que no añaden valor agregado al producto o servicio desde la perspectiva del cliente final”* (Cabrera, 2014, p. 2). Todas estas metodologías tienen origen en las doctrinas japonesas de gestión de producción, las cuales se han adoptado y adaptado por numerosas empresas en el mundo.

Otra razón por la cual se plantea que Auteco SAS aborde el mejoramiento de sus procesos a través de TPM, es la estrecha relación comercial con proveedores indios, los cuales han sido quizás, los mejores alumnos de Japón, permitiéndoles apalancar su evolución industrial en una premisa fundamental de *“nunca conformarse con el statu quo y ver la mejora continua como la verdadera clave para ganar competitividad”* (Huang, 1991, p. 1)

El diseño metodológico está dividido en cuatro fases y las actividades que lo componen son: en la primera fase la definición de los parámetros de medición de desempeño, la toma de datos y análisis, además de las conclusiones y definición de planes de acción; en la segunda fase la definición del protocolo de formación y entrenamiento, la referenciación de las

prácticas de implementación aplicadas en la industria, la definición del alcance y fundamentación metodológica a aplicar; la tercera fase está compuesta por el establecimiento de la rúbrica de evaluación y medición de la implementación, el diseño del modelo de auditoría y certificación de pasos y pilares; finalmente, en la cuarta fase se establece el master plan de implementación, la definición de los comités de implementación y el diseño de las rutinas de evaluación y seguimiento. En este sentido, con el estudio de metodologías de Lean Manufacturing mediante el desarrollo de la propuesta basada en TPM se espera no solo aumentar la productividad, sino que al mismo tiempo, llegar a cero defectos, cero averías y cero accidentes, además de acrecentar la satisfacción laboral del trabajador, ya que ayudará a resolver de manera práctica el problema de la baja eficiencia o baja productividad operativa, aportando de manera significativa al aumento del desempeño del proceso productivo tanto de la línea de ensamble y desempaque número 1 de Auteco SAS (empresa líder en el sector de motocicletas en Colombia) como de las empresas que tomen como guía el estudio de caso presentado en este proyecto.

A partir del desarrollo de las anteriores fases, se lograron establecer 4 etapas dentro del plan de acción de Auteco SAS para la implementación de TPM siguiendo los 8 pilares planteados por la metodología, siendo importante resaltar que se logra definir de manera clara el protocolo de formación y entrenamiento, basado principalmente en la implementación de la escuela de destrezas y “La U Auteco” como los espacios y plataformas virtuales de diseminación del conocimiento de la metodología, para lograr el empoderamiento del eje inicial del TPM “el mantenimiento autónomo”.

De igual forma se resalta que una vez se definió el plan de implementación de las estrategias, se pudo evidenciar que con la inclusión de la metodología dentro del MBS (Market Bussiness Strategy) se logró crear una hoja de ruta clara para la estrategia de Auteco SAS en los próximos años, basada en la implementación de TPM como pilar principal para apalancar el cumplimiento de los objetivos organizacionales, ya que de esta

manera el TPM se convirtió en parte del ADN de la organización, logrando impactar principalmente los procesos de gestión de la producción de la compañía; dando paso a la creación por cada uno de los pilares de las estrategias para la implementación de TPM en Auteco SAS.

Finalmente, se establece el indicador de despliegue de TPM como la relación entre las actividades ejecutadas Vs las actividades planeadas, esto llevado a porcentaje para analizar el avance del plan maestro de manera quincenal. Del mismo modo, se incluye la medición en los 3 pilares establecidos: Seguridad, Calidad y Eficiencia, en los cuales se evaluaron puntos como el cumplimiento del plan de gestión, las conformidades de las auditorías, los avances y gestión de los planes de acción para evaluar el nivel de madurez de la operación con la implementación de la metodología de TPM.

Palabras clave: TPM, sector automotriz, eficiencia operativa.

ABSTRACT

This project develops a proposal based on TPM (Total Productive Maintenance) to increase performance in the assembly and unpacking line number 1 of Auteco SAS, through a mixed methodological approach that relies on the analysis of data from studies conducted in the field and information collected throughout the working life with national and international training, in addition to benchmarking visits and conducting an experimental and descriptive research.

In Auteco SAS the need to define an own production system is evident, that is to say a specific identity of its manufacturing processes, this because it is usual that companies in the automotive industry develop this type of methodologies that allow them to frame the entire development of quality and the good name of the brand, for example, TOYOTA developed the Toyota Production System (TPS) "a methodology based on the reduction and

elimination of activities that do not add value added to the product or service from the perspective of the final customer"(Cabrera, 2014, p. 2). *All these methodologies have their origin in the Japanese doctrines of production management, which have been adopted and adapted by numerous companies in the world.*

Another reason for Auteco SAS to approach the improvement of its processes through TPM, is the close business relationship with Indian suppliers, which have been perhaps the best students of Japan, allowing them to leverage their industrial evolution on a fundamental premise of "never settle for the status quo and see continuous improvement as the real key to gain competitiveness" (Huang, 1991, p. 1).

The methodological design is divided into four phases and its component activities are: in the first phase, the definition of performance measurement parameters, data collection and analysis, as well as the conclusions and definition of action plans; in the second phase, the definition of the training and coaching protocol, the referencing of the implementation practices applied in the industry and, finally, the definition of the scope and methodological basis to be applied; the third phase is composed of the establishment of the implementation evaluation and measurement rubric, the design of the audit and certification model of steps and pillars; finally, the fourth phase establishes the implementation master plan, the definition of the implementation committees and the design of the evaluation and follow-up routines. In this sense, with the study of Lean Manufacturing methodologies through the development of the proposal based on TPM, it is expected not only to increase productivity, but at the same time, to reach zero defects, zero breakdowns and zero accidents, in addition to increasing the worker's job satisfaction, since it will help to solve in a practical way the problem of low efficiency or low operational productivity, contributing significantly to increase the performance of the production process of both the assembly and unpacking line number 1 of Auteco SAS (leading company in the motorcycle sector in Colombia) and of the companies that take as a guide the case study presented in this project.

From the development of the previous phases, it was possible to establish 4 stages within the Auteco SAS action plan for the implementation of TPM following the 8 pillars proposed

by the methodology, it being important to highlight that the training protocol was clearly defined. . and training, based mainly on the implementation of the skills school and “La U Auteco” as virtual spaces and platforms for disseminating knowledge of the methodology, to achieve the empowerment of the initial axis of the TPM “autonomous maintenance”. Likewise, it is highlighted that once the strategy implementation plan was defined, it was evident that with the inclusion of the methodology within the MBS (Market Business Strategy) it was possible to create a clear roadmap for the Auteco SAS strategy. in the coming years, based on the implementation of TPM as the main pillar to leverage the fulfillment of organizational objectives, since in this way the TPM became part of the organization's DNA, managing to mainly impact the production management processes of the company; giving way to the creation by each of the pillars of the strategies for the implementation of TPM in Auteco SAS.

Finally, the TPM deployment indicator is established as the relationship between the executed activities vs the planned activities, this taken as a percentage to analyze the progress of the master plan on a biweekly basis. Likewise, measurement is included in the 3 established pillars: Safety, Quality and Efficiency, in which points such as compliance with the management plan, compliance with audits, progress and management of action plans for evaluate the maturity level of the operation with the implementation of the TPM methodology.

Keywords: TPM, automotive sector, operational efficiency.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABLAS	xii
LISTA DE ILUSTRACIONES	xiii
GLOSARIO.....	xiv
INTRODUCCIÓN	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
Antecedentes.....	19
Pregunta de Investigación	31
OBJETIVOS.....	32
Objetivo General.....	32
Objetivos Específicos	32
1. MARCOS DE REFERENCIA	33
1.1 Marco teórico.....	33
1.1.1. Lean manufacturing	33
Mejora continua.....	35
Eliminación de desperdicios.....	37
Control de calidad	39
Trabajo en equipo	41
Flexibilidad	42
1.1.2 TPM.....	43
1.2 Marco contextual	47
1.2.1. Industria	47

1.2.2. Modelo de negocio.....	49
1.2.3. Presencia	51
1.2.4. Integrantes	51
1.2.4. Descripción general del proceso de Desempaque y Ensamble	54
1. DISEÑO METODOLOGICO	59
2.1 Tipo de investigación y enfoque	59
3 Desarrollo metodológico.....	64
3.1 Diagnóstico del proceso.....	64
3.1.1 Parámetros de medición de desempeño	64
3.1.2 Toma de datos y análisis.....	66
3.1.3 Conclusiones y definición de los planes de acción.....	70
3.2 Prácticas y estrategias para la implementación de TPM	73
3.2.1 Protocolo de formación y entrenamiento.....	73
3.2.2 Prácticas de implementación aplicadas en la industria	75
3.2.3 Alcance y fundamentación metodológica a aplicar	80
3.3 Modelo de gestión y análisis operacional	87
3.3.1 Rubricas de evaluación y medición de la implementación.....	87
3.3.2 Modelo de auditorías y certificación de pasos y pilares	90
3.4 Plan de implementación	91
3.4.1 Máster plan de implementación.....	91
3.4.2 Comités de implementación	95
4 Conclusiones y recomendaciones	98
a. Conclusiones.....	98
b. Recomendaciones.....	100
Referencias.....	102

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de metodologías Lean	21
Figura 2. Histórico de productividad en Línea 1 en el 2021	30
Figura 3. Índice de confianza del consumidor (ICC)	48
Figura 4. Tasa de crecimiento anual proyectada de la industria de motocicletas	49
Figura 5. Modelo de negocio Auteco S.A.S.....	50
Figura 6. Mapa de cobertura de Auteco S.A.S a nivel nacional.....	51
Figura 7. Hoja de ruta de Auteco S.A.S.....	52
Figura 8. Estructura de los colaboradores de Auteco S.A.S	53
Figura 9. Diagrama del diseño metodológico.....	63
Figura 10. Histórico del OLE en Línea de ensamble y desempaque 1 en el 2021	66
Figura 11. Histórico de productividad en Línea de ensamble y desempaque 1 en el 2021.....	68
Figura 12. Histórico del CTU en Línea de ensamble y desempaque 1 en el 2021.....	69
Figura 13. Planes de acción a implementar en Desempaque y Ensamble Línea 1 Auteco SAS.....	72
Figura 14. Plegable de bolsillo Plan TPM en TVS.....	77
Figura 15. Evolución de TPM según Bajaj	80
Figura 16. MBS Auteco SAS	81
Figura 17. Diagrama de Procesos de Gestión de la Producción	82
Figura 18. Pilares TPM en Auteco SAS.....	83
Figura 19. Máster Plan TPM Auteco	92
Figura 20. Rutinas Gerenciales TPM Auteco SAS.....	97

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ciclo de Deming	36
Tabla 2. Fases del desarrollo metodológico	61
Tabla 3. Estrategias para cada pilar de TPM en Auteco SAS	84

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Fotos de Desempaque y Ensamble Línea 1 de Auteco SAS.....	57
---	----

GLOSARIO

CBU: Completely Built up: motos completamente armadas.

CIF: Costos Indirectos de Fabricación.

CKD: Completely Knocked Down: motos completamente desarmadas.

CTU: Costo de Transformación Unitario.

Kaizen: Engloba el concepto de un método de gestión de la calidad muy conocido en el mundo de la industria. Es un proceso de mejora continua basado en acciones concretas, simples y poco onerosas, y que implica a todos los trabajadores de una empresa, desde los directivos hasta los trabajadores de base.

Lean Manufacturing: Manufactura esbelta.

MOD: Es la Mano de Obra Directa.

Muda: Es una palabra japonesa que significa "futilidad, inutilidad, despilfarro".

OLE: Overall Line Efficiency, se define como el indicador de eficiencia global de la línea y es el resultado del producto de tres dimensiones de evaluación de los procesos productivos.

SKD: Semi Knocked Down: motos parcialmente desarmadas.

Sistema ANDON: Andon en lean manufacturing hace referencia a la aplicación de sistemas visuales para optimizar y mantener un control absoluto sobre los procesos productivos orientados hacia la eliminación de desperdicios y de actividades que no aportan valor a la empresa.

TPM: Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total.

TOC: Theory of constraints o teoría de restricciones es una metodología de resolución de problemas que te ayuda a identificar los obstáculos más importantes o el factor limitante que se interpone en el camino de los objetivos y metas de tu proyecto.

Work Order: Cantidad de unidades por lote.

5's: Es una técnica de gestión que se basa en cinco principios para lograr lugares de trabajo mejor organizados, más limpios, más ordenados y en definitiva, más productivos. Es conocida como SOLES= S (Seleccionar), O (Ordenar), L (Limpiar), E (Estandarizar), S (Sostener).

INTRODUCCIÓN

En el mundo cambiante y globalizado en el que nos encontramos, el que una empresa sea solo productiva no es suficiente, ya que el mundo se encuentra en una era en la cual se tienen que tener en cuenta diversos factores no solo económicos sino también motivacionales del colaborador, y es entonces cuando la metodología TPM llega a las empresas para no solo aumentar notablemente la producción, sino que al mismo tiempo, aumentar la motivación de los empleados, ya que la motivación y la productividad se pueden resumir como *“que la productividad está directamente vinculada a la motivación, y la motivación a su vez, es dependiente en productividad, en otras palabras la motivación adecuada del trabajo mejora la productividad”* (Patrón & Vargas, 2019), además de la satisfacción en el trabajo, ya que este método se enfoca en la participación de los empleados en el esfuerzo de mantenimiento y la eficiencia del equipo. Maximizando la eficiencia y encontrando el costo óptimo durante el ciclo de vida del equipo, el objetivo es reducir los costos, reducir los plazos de entrega y aumentar la calidad del producto. Esta filosofía se implementa en todos los niveles de la empresa y requiere el compromiso de todos los empleados. (Rebeiro et al. 2019^a).

Es por ello, que en el presente proyecto se buscó desarrollar una propuesta basada en TPM para el aumento del desempeño en la línea de ensamble y desempaque número 1 de Auteco SAS, una empresa colombiana dedicada al ensamble y comercialización de motocicletas, que ha tenido una evolución a través de la historia y buscaba incorporar en su esencia y su estrategia componentes que la convirtieran en una organización de clase mundial.

La industria automotriz es un referente mundial en materia de buenas prácticas de manufactura, independiente del camino o metodología que cada organización desee implementar el factor clave está enmarcado en el cuidado y desarrollo de las personas, pues independiente de la tecnología o nivel de desarrollo de la empresa, siempre se requerirá un

personal altamente calificado para interactuar con los equipos y entregar un producto perfecto.

Este tipo de industria manufacturera automotriz enmarca un sinnúmero de experiencias y objetos de estudio que han apalancado el crecimiento y solidez a lo largo de los años. Este estudio se realizó a través de un enfoque metodológico mixto que se apoyó en el análisis de los datos y definiciones, algunos de ellos provenientes de estudios realizados en el campo e información recopilada a lo largo de la vida laboral del Gerente de Producción de Auteco SAS, quien ha experimentado diferentes formaciones nacionales e internacionales, además de visitas de referenciación a India y la realización de una investigación experimental y descriptiva.

El TPM, que significa Mantenimiento Productivo Total, surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) y según Suzuki (1992) mejora de forma dramática los resultados de las empresas y estimula la creación de lugares de trabajo seguros, gratos y productivos, optimizando las relaciones entre las personas y el equipo que emplean.

En el marco de la palabra mantenimiento, se desarrollan diferentes conceptos y elementos, que van más allá de sólo reducir los tiempos de reparaciones y los costos por paros de proceso debido a tiempos muertos, se buscaba abarcar una dimensión organizacional en la cual se disminuyeran los inventarios de productos en proceso y terminados, a su vez estas iniciativas permitieran mejorar el nivel de servicio a los clientes y generar solidez en las ventas.

La propuesta se desarrolló en cuatro etapas; comenzando con la definición de los parámetros de medición de desempeño, para así poder realizar un diagnóstico de la compañía y generar planes de acción acorde a las necesidades identificadas en el análisis; posteriormente se planteó un protocolo de formación y entrenamiento basado en referenciaciones de prácticas ya aplicadas en el sector automotriz, todo esto para lograr en la tercera etapa la definición de la rúbrica de evaluación, el modelo de auditoría y



certificación de los pilares, para finalmente crear el plan completo de implementación que se estableció en esta propuesta basada en TPM.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Antecedentes

Todas las compañías, sin importar la actividad económica que desarrollen, buscan incrementar la rentabilidad para sus dueños y partes interesadas, esta rentabilidad en gran medida está soportada sobre bases de productividad o eficiencia operativa. Cuando una empresa aumenta sus índices de productividad esto influye positivamente en los ingresos de los trabajadores, en los beneficios de las empresas y en la capacidad de compra de los consumidores; gracias a la balanza entre demanda y oferta, la competencia entre productores traslada parcialmente estas ganancias de productividad al mercado, provocando una reducción de los precios de los bienes y servicios que los consumidores compran; corroborando que tal como lo planteó Porter en 1991 *“la productividad es el determinante clave en el largo plazo de la riqueza y el bienestar de las naciones”* (González et al., 2016, p. 3)

Pero llegar a un buen desempeño en el proceso productivo no siempre es fácil, ni rápido. Aunque existen diferentes metodologías de gestión que proponen pasos para lograr incrementar la productividad, teniendo en cuenta que *“el desempeño de los negocios a escala global no solo está determinado en función de los factores externos, sino también de las características internas de la organización”* (Duarte, 2004, p. 91) Así como Briceño & Bernal (2010) citados en (Zambrano, 2017, p. 181) que afirman que una organización logra ser competitiva en la medida en que posea conocimientos del entorno externo (competencia, mercado y tendencias) los cuales son factores que se pueden pronosticar, analizar y tomar como base para tomar las mejores decisiones. A nivel interno, es necesario considerar tres de factores: la tasa de producción, la calidad del producto y la flexibilidad del sistema. La tasa de producción está directamente relacionada con la productividad operativa, la calidad del producto se refiere al cumplimiento de estándares establecidos para el producto o servicio ofrecido por la compañía, y la flexibilidad se relaciona con la

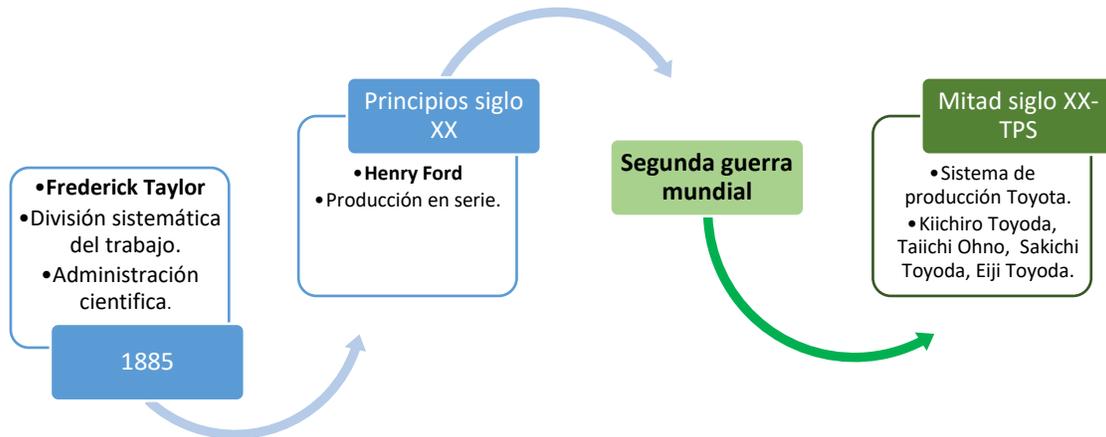
capacidad de respuesta del sistema productivo a esos cambios externos que pueden modificar las especificaciones del producto.

En este orden de ideas,

Los problemas del flujo de producción, la disminución de la productividad y los problemas de calidad no son nuevos; tienen su origen en la revolución industrial y el auge de la producción en masa, donde los cuellos de botella, los tiempos de inactividad, los desequilibrios de línea, la estandarización y los niveles de capacitación fueron constantes en las empresas (Jiménez et al., 2019, p. 2)

Y aunque dichas constantes hacen más de un siglo se vienen estudiando, aún se presentan dentro de las empresas y son motivo no solo de estudio, sino también de trabajo diario dentro de las organizaciones. Razón por la cual, desde Taylor se comenzó una búsqueda de metodologías para lograr aumentar la productividad y llegar a una eficiencia operativa que le permita a la organización ser rentable en todos los aspectos, por lo cual, tal como se muestra en la **Figura 1**, se han tenido varios avances en el tema, que han permitido llegar a lo que hoy se conoce como TPM, evolución del TPS y uno de los pilares del sistema de Lean manufacturing. Esta Metodología se desarrolló y extendió en todo el mundo desde finales de la década de los 70 como un nuevo paradigma de fabricación que enfatiza la cooperación, la subcontratación, la agilidad y la creación de redes, donde Frederick Taylor introdujo los términos de división sistemática del trabajo y administración científica; posteriormente a principios del siglo XX comenzó a utilizarse el término de producción en serie, donde se pasó de procesos manuales a procesos más divididos en funciones y en línea, para lograr la productividad y producción en masa de productos estandarizados. Y fue entonces, cuando después de la segunda mitad del siglo XX, llega el TPS, que fue el sistema introducido por Toyota.

Figura 1. Evolución de metodologías Lean



Nota: Elaboración propia basado en (Jiménez et al., 2019)

Esta situación no es ajena a las empresas en Colombia. Según el Programa de Transformación Productiva (PTP) (2018), los principales inconvenientes que afrontan las compañías nacionales, en materia de productividad están relacionados con el no tener control de los procesos, no manejar estándares de calidad, tener desperdicios en tiempo de producción y hacer una mala utilización de los equipos; demostrando que los ejes problemáticos que impiden que Colombia sea más competitiva y a su vez más productiva son “1) Poca sofisticación y baja agregación de valor en los procesos productivos. 2) Baja productividad y capacidad de generación de empleo en los sectores formales” (Zambrano, 2017); problemáticas que se podrían eliminar o disminuir mediante la implementación de las metodologías como el TPM, ya que su enfoque está en eliminar los despilfarros y las actividades que no agregan valor y por el contrario fortalecer los factores que agregan valor, logrando un aumento significativo en la productividad y eficiencia del proceso productivo.

Por otra parte, y como se abordará en mayor detalle en la posterior justificación, la línea de fabricación más antigua de Auteco SAS y con un claro retraso tecnológico es la línea de ensamble y desempaque 1, ya que no cuenta con elementos o equipos que faciliten la automatización y el flujo productivo. Carece de transportadores para las piezas afectando el desempeño de la calidad y llevando a la necesidad de implementar equipos no adecuados o creados inicialmente para otras funcionalidades, en otras palabras, equipos artesanales con deficiencias en el diseño y la ingeniería de detalle. Además, no cuenta con un sistema de control de tiempo productivo, es decir, sistema ANDON que permita controlar y gestionar las pérdidas del proceso productivo y mejorar el desempeño en términos de KPI's de la línea de ensamble y desempaque 1 de Auteco SAS.

Por su parte, es importante mencionar que los impactos positivos y favorables de la implementación de TPM en empresas de diferentes sectores es comprobable y se ha trabajado en diferentes proyectos tanto de investigación como de aplicación, por ejemplo, (Dávila & Dávalos, 2019) en su propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basada en el TPM concluyeron que: la gestión de mantenimiento basada en el TPM, tiene un impacto significativo en la disponibilidad de flota, aumentándose de 94,10% a 95,37%, logrando reducir los costos de reparación y de escasez de inventario y aumentando la producción y de la facturación por valorizaciones, en la empresa cliente y proveedora respectivamente.

Por su parte, Gámbaro (2020) en su proyecto de diseño e implementación de TPM en industria automotriz, comprobó la eficiencia de la implementación y se verificó que, si se aplica a la totalidad de los carros, se lograrían grandes ahorros. Además de los resultados económicos, la implementación generó un notorio cambio de filosofía en la cultura de los empleados, además, de que Los resultados de esta prueba piloto fueron muy favorables, Gámbaro (2020), propone la implementación de TPM partiendo de que la deficiencia de mantenimiento generaba excesivas paradas de producción, sobrecarga en los carros y en los operarios de mantenimiento y como consecuencia un mal funcionamiento del sistema de la empresa "AUBA", dedicada a la producción de vehículos en serie, en la provincia de Buenos Aires.

Kestwal (como citado en Llintop, 2018, p.16) En su investigación “Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la Planta de Producción Eksamo SA”. En la cual presenta el desarrollo de evaluar el impacto de la implementación del mantenimiento productivo total en la planta de fabricación, y posteriormente puedan tomar decisiones inteligentes para aumentar la eficiencia, la calidad de la planta y el producto. Se tomó en cuenta comprender las herramientas y procesos Lean, identificar los puntos clave para implementar el TPM, identificar las actividades operativas existentes y la comprensión de los problemas, identificar el nivel actual del uso del TPM, los factores que determinan la evaluación del TPM, recomendar técnicas y procesos Lean para simplificar y estandarizar el trabajo y por último validar el marco de la evaluación del impacto que trae la mejora. Todo esto después de las consideraciones anteriores llego hacer una mejora encontrando un 55,94% de OEE y llegando a un 59,05% OEE teniendo un incremento del 3,11%.

Garza et al., (2018) Investigan el impacto de cinco métodos lean esenciales: JIT, Automatización, kaizen, mantenimiento productivo total (TPM) y mapeo de flujo de valor (VSM), en cuatro medidas comúnmente utilizadas para el cumplimiento del desempeño ambiental, es decir, material uso, consumo de energía, producción de no productos y emisiones contaminantes. Con un análisis de correlación se modeló la relación y el efecto de estos métodos lean en el desempeño ambiental de 250 organizaciones de fabricación en todo el mundo. El modelado de ecuaciones estructurales (SEM) se utilizó como un segundo enfoque de verificación para asegurar la validez de los resultados. Los resultados indican que TPM y JIT tienen la mayor importancia en el desempeño ambiental, mientras que kaizen solo mostró un efecto sobre el uso de materiales y la liberación de contaminantes.

Bakri et al., (2012) realizan un breve estudio de la literatura relacionada con la aplicación de TPM en la industria manufacturera. El estudio se centra en el papel principal de TPM en el apoyo a las iniciativas de mejora de calidad establecida, como la producción ajustada. La investigación basada en la revisión de la literatura reveló la necesidad de integrar ambas metodologías. Se observa que el papel significativo del TPM como un importante complemento en la producción ajustada no se ha abordado bien. La mayoría de las

investigaciones investigan estas iniciativas por separado, en lugar de abordar el papel significativo de TPM como uno de los principales impulsores.

Ribeiro et al., (2019b) realizan un estudio que tiene como objetivo mejorar la disponibilidad de una línea de producción crítica a través de la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) y apoyado en herramientas de Mantenimiento Lean. Los autores realizan un análisis del estado inicial de la línea donde se identifican los principales problemas mediante el empleo de varias herramientas para tal fin, tales como Tiempo Medio entre Fallos (MTBF), Tiempo Medio de Reparación (MTTR), Eficiencia Global del Equipo (OEE) y Disponibilidad (A). En respuesta a los problemas identificados, se desarrolla e implementa un plan de acción con el fin de encontrar la causa raíz del alto número de mal funcionamiento y fallas en uno de los equipos de la línea con el uso de herramientas 5S, gestión visual y progreso de mantenimiento, así como el desarrollo de un programa de capacitación para incrementar las habilidades de los operadores. Los resultados de estas acciones fueron positivos a medida que la línea se volvió más organizada, el valor del MTBF aumentó, el valor del MTTR disminuyó y, en consecuencia, la disponibilidad general aumentó.

Sahoo & Yadav, (2020) presentan un estudio empírico que emplea respuestas de encuestas de 72 empresas de fabricación de componentes y productos de ingeniería, para examinar comparativamente la co-alineación entre las prácticas de TPM y TQM para mejorar el rendimiento de fabricación. El estudio concluye que existe una relación fuerte y positiva entre la implementación simultánea de TPM × TQM y los parámetros de rendimiento operativo. Además, los resultados indican que la implementación simultánea de las prácticas TPM × TQM tiene un potencial significativo para mejorar el rendimiento de fabricación en comparación con la implementación independiente o separada.

Morales & Rodríguez, (2017) proporcionan una aplicación de la filosofía de mantenimiento productivo total (TPM) como un medio sistemático para evitar pérdidas y aumentar la productividad en una línea de mecanizado de autopartes. Los autores hacen un análisis de la implementación estratégica de los pilares de TPM sobre una base de los datos de fallas,

y luego realizan un exhaustivo “análisis de la causa raíz” de los mismos. Los planes de mantenimiento preventivo y la habilitación de los equipos de operadores del programa de mantenimiento autónomo se convierten en el pilar fundamental en la implementación de esta nueva filosofía. Todo ello con el pleno apoyo de la dirección general y de cada área de la organización con el fin de garantizar la plena implementación y sostenibilidad del programa.

Sun et al., (2003) describen la implementación piloto y la evaluación del Mantenimiento de la productividad total (TPM) en el entorno de fabricación avanzada de una empresa de fabricación de Hong Kong. Las preocupaciones que surgen en el proceso y que son analizadas por los autores son: 1) TPM es un método japonés. 2) El método puede no ser adecuado para personas en Hong Kong. En este estudio se analiza una prueba piloto en una máquina de modelo avanzado y se concluye que TPM es exitoso y puede constituirse como uno de los pilares de mejora de la compañía.

Torres, (2014) presenta los resultados de detectar cuáles son los Factores Críticos de Éxito relacionados con la Implementación del Mantenimiento Productivo Total en Ciudad Juárez.

El estudio realizado por (Attri et al., 2013) tiene como objetivo principal comprender la interacción entre los facilitadores que posibilitan la implementación de la metodología TPM e identificar los "facilitadores impulsores" (es decir, que influyen en los otros facilitadores) y los "facilitadores dependientes" (es decir, que están influenciados por otros). En el trabajo, estos facilitadores son identificados a través de la literatura, su clasificación se realiza mediante una encuesta basada en cuestionarios y se utiliza un enfoque de modelado estructural interpretativo (ISM) para analizar su interacción mutua. Los autores presentan un modelo ISM para identificar algunos facilitadores clave y sus implicaciones gerenciales en la implementación de TPM.

Finalmente, Nieminen, (2016) en su investigación “Mejora de la Producción para la Fabricación de Grandes Volúmenes de Envases de Hojalata para Bebidas”. En su trabajo el objetivo era investigar el estado actual del mantenimiento de la empresa, donde se encontraban los cuellos de botella del proceso, para luego determinar la situación actual de

la compañía mediante el análisis causa raíz, para mejorar las actividades de los procesos de fabricación. Todo este análisis determinó las fallas en el proceso de producción, las cuales fueron medidas utilizando la efectividad global de los equipos como un indicador. En esta compañía se midieron antes y después de la implementación, el cual se aplicó mediante la ayuda del método de TPM, apoyado en el Six Sigma. Como resultado de la implementación del sistema de etiquetado, la Eficiencia Global de Equipos (OEE) mejoró significativamente durante el período de evaluación de dos meses. En la aplicación del OEE el promedio se incrementó desde el 67,85% hasta el 73,85%, siendo la mejora en 6,0%, en una línea de producción y en la segunda línea va desde el 69,61% al 79,07% incrementándose en un 9,46%.

Justificación

Siguiendo lo planteado por Sampieri (1998) es importante respaldar la justificación de una investigación evaluando los criterios que dan valor a la misma, por lo cual, se presentan los siguientes criterios que le dan valor al presente proyecto.

Criterio de conveniencia: Con respecto a la conveniencia del proyecto, es decir, el ¿para qué sirve? Según lo planteado por Pascal et al., (2012) mediante la aplicación de TPM se logrará no solo aumentar la productividad, sino que, al mismo tiempo, llegar a cero defectos, cero averías y cero accidentes, mientras se logra también acrecentar la satisfacción laboral del trabajador. Todo esto mediante el cumplimiento de los 5 objetivos del TPM, los cuales son:

- a) Mantener un entorno libre de accidentes
- b) Mejorar la eficiencia de la máquina al 100%
- c) Reducir los desperdicios y costos de fabricación
- d) Entregar los productos a tiempo a los clientes
- e) Desarrollar trabajadores.

Y apoyándose en los cinco principios de TPM, los cuales son según McCarthy y Rich, 2004, citados por (Pascale et al., 2012, p. 1):

1. Adoptar actividades de mejora diseñadas para aumentar la eficacia general del equipo.
2. Mejorar los sistemas existentes de mantenimiento planificado y predictivo.
3. Establecer un nivel de auto-mantenimiento y limpieza realizado por operadores altamente capacitados.
4. Incrementar las habilidades y la motivación de los operadores e ingenieros mediante el desarrollo individual y grupal.
5. Aplicar técnicas de gestión temprana para crear equipos y procesos fiables y seguros

Estos principios están respaldados por siete pasos de mantenimiento planificados correspondientes destinados a guiar la estandarización y simplificación de las actividades de mantenimiento.

Criterio de eficacia: Del mismo modo, *“como consecuencia de la eliminación de averías y defectos, las tasas de operación de los equipos mejoran, los costos se reducen, el inventario se puede minimizar y la productividad laboral aumenta”* (Bakri et al., 2012, p. 2)

Además, logra maximizar la eficacia general de los equipos de producción, mediante el trabajo de manera sinérgica de todos los departamentos de la organización, se traduce en la reducción del desperdicio y la minimización del tiempo de inactividad para mejorar la calidad del producto final, con lo cual se cumpliría no solo con los criterios de calidad del cliente, sino también se podría ofrecer productos a un menor precio y aumentar la rentabilidad de la empresa.

Esto partiendo de la necesidad específica de la empresa del caso de estudio, ya que el caso de Auteco SAS, que en la actualidad cuenta con tres líneas de ensamble en la planta de Cartagena, dos de motocicletas y una de motocarros, se ha considerado la implementación de esta metodología después de haber experimentado por varios años con diferentes

esquemas o corrientes de mejoramiento, tales como: TOC (Teoría de Restricciones) y Kaizen; los cuales no lograron permear la cultura de Auteco SAS ni se logró su sostenibilidad en la implementación. La situación actual de Auteco SAS tiene un contraste entre la proyección hacia los diferentes grupos de interés y el manejo interno de las operaciones fabriles, esto ha sido el resultado de las estrategias definidas en el pasado, donde los recursos y el foco de atención estaban centrados en consolidar un mercado y cimentar las bases de los años futuros. Dicha estrategia fue efectiva y dejó la compañía en una posición ganadora por muchos años, pero internamente se han tenido debilidades, como la carencia de un control estricto en el desempeño de los procesos, debido a que los métodos de medición cambian frecuentemente y es difícil establecer un punto de partida y mucho más complejo establecer un objetivo esperado ya que al estar enfocados en el mercado, la flexibilidad exigida es alta. Esto ha generado que los procesos se rezaguen y a pesar de cumplir con las ventas, los índices de eficiencia operativa no están en los niveles deseados, tal como se observa en la **Figura 2**.

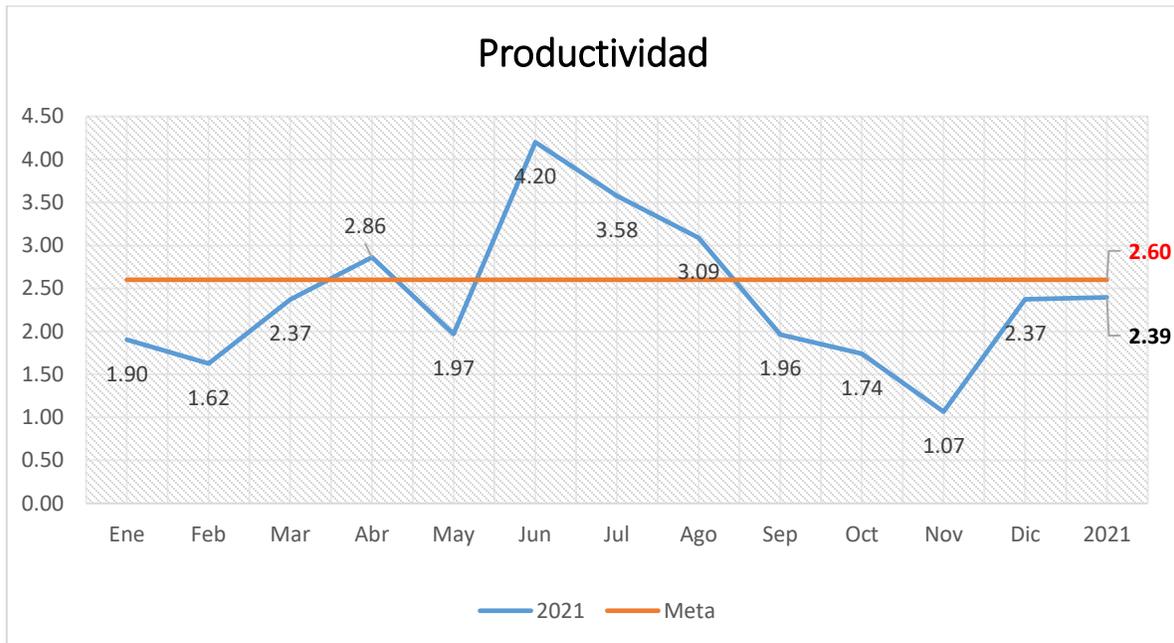
Teniendo como punto de partida lo anterior, y teniendo en cuenta que de las líneas de ensamble la principal por su volumen de producción es Línea 1, será dicha línea la seleccionada como piloto para difundir la filosofía de TPM a toda la organización, siendo la línea de fabricación más antigua de la empresa y con un claro retraso tecnológico con respecto a las demás. Las referencias que componen la programación de esta línea no requieren mayor dificultad y son en teoría sencillas, pero presentan el nivel de rendimiento más bajo del sistema. Además, tal como se plantea en el informe de sostenibilidad de Auteco SAS del año 2019, la intención estratégica de la compañía era “brindar un servicio de clase mundial y resultados excepcionales” y para tal fin se planteó en el numeral 103-1 que *“ser líderes en el mercado nos compromete a ofrecer un portafolio variado y competitivo con productos de la mejor calidad para garantizar la satisfacción y fidelidad de nuestros clientes y usuarios...(103-2) (103-3) Más que un atributo de nuestros productos, la calidad en Auteco SAS es un estilo de trabajo que hace parte de nuestra cultura”* (Auteco SAS, 2019a)

Como parte de los antecedentes, se hace importante comprender el funcionamiento de la línea número 1, la cual está compuesta por dos subprocesos secuenciales, donde se tiene en primer momento, el desempaque de partes realizado bajo un esquema de banda transportadora, allí cada operador retira una serie de partes del embalaje del fabricante, las revisa de acuerdo con los criterios de calidad establecidos y las ubica en el kit que posteriormente llegara a ensamble, siendo este el segundo subproceso y el lugar donde confluyen las operaciones previas para obtener motocicletas completamente listas para ser validadas por calidad de producto. Esta línea de producción se encuentra enfocada en la fabricación de modelos de la marca TVS, con una planeación de producción diaria promedio de 250 unidades, dicha casa matriz es de origen indio, compuesta por 6 diferentes modelos.

- Sport Ks/ ES
- Stryker 125
- Apache RTR 200 4V
- APACHE RTR 200 FI
- APACHE RTR 160 4V
- Max 125

Las dificultades particulares de esta línea tenían que ver con la baja productividad y el no cumplimiento de las metas a lo largo del último año 2021, puesto que para este momento carecía de metodologías que garantizaran el desarrollo de los productos. Esta situación se observa en la **Figura 2**, donde se hace evidente que la productividad del 2021 (línea azul) tiene un comportamiento inestable y en el 67% de los meses analizados está por debajo de la meta o target establecido para el año (línea naranja).

Figura 2. Histórico de productividad en Línea 1 en el 2021



Nota: Elaboración propia basado en datos internos de la compañía

Criterio de impacto social: En cuanto a la relevancia social; “la creación y supervivencia de las empresas es fundamental para el desarrollo económico de una región; del mismo modo, el bienestar social y la riqueza de un país están estrechamente relacionados con el éxito empresarial” (Rincón et al., 2020, p. 2), por tanto, resulta de gran relevancia la implementación de metodologías como la planteada en este proyecto, ya que el hecho de que una empresa sea más productiva es una variable que no solo afecta positiva o negativamente a los empresarios y los empleados de dichas empresas, sino que afecta de manera directa a todo el país; “un país puede aumentar el valor de su producción por tres vías: produciendo más (aumentando la productividad), produciendo mejor (aumentando la calidad) o produciendo nuevos productos (transformación productiva)” (Zambrano, 2017, p. 7), y esto se puede lograr mediante la implementación del TPM en las organizaciones.

Criterio de impacto en la productividad: Del mismo modo, el desarrollo del presente proyecto tiene una gran implicación técnica, ya que ayudará a resolver de manera práctica el problema de la baja eficiencia o baja productividad operativa, ayudando de manera

significativa al aumento del desempeño del proceso productivo tanto de Auteco S.A.S como de las empresas que tomen como guía el estudio de caso presentado en este proyecto.

En lo que se refiere a valor teórico, aunque no se va a dar un nuevo concepto o conocimiento específico, la información obtenida en la investigación apoyará los beneficios de la implementación de TPM para la mejora de la eficiencia operacional, convirtiéndose en un referente para otras compañías con necesidades similares del sector manufacturero para la correcta implementación de TPM en sus procesos.

Criterio de aporte científico: Finalmente, en lo relacionado a la utilidad metodológica, al ser el desarrollo de una propuesta basada en TPM para el aumento del desempeño de procesos productivos, será un input para futuras aplicaciones de esta herramienta del sistema Lean, el cual dadas las necesidades cambiantes del cliente y los requerimientos tecnológicos actuales, según lo planteado por Austin et al., (2013) las organizaciones se verán forzadas a implantar iniciativas “lean” en sus procesos de producción con el fin de conseguir mejorar el desempeño operacional (eficiencia operacional) y lograr ventajas competitivas.

Pregunta de Investigación

Pregunta 1: ¿Cómo desarrollar una propuesta basada en TPM para el aumento del desempeño en las líneas de ensamble y desempaques de Auteco SAS?

OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar una propuesta basada en TPM para el aumento del desempeño en la línea de ensamble y desempaques número 1 de Auteco SAS.

Objetivos Específicos

1. Objetivo Especifico 1: Realizar un diagnóstico de la línea de ensamble y desempaques número 1 de Auteco SAS, para evaluar el nivel de desempeño en el cual se encuentran.
2. Objetivo específico 2: Diseñar prácticas y estrategias que faciliten la implementación de TPM en la línea de ensamble y desempaques número 1 de Auteco SAS.
3. Objetivo específico 3: Desarrollar un modelo de gestión y análisis operacional en la línea de ensamble y desempaques que posibilite el aumento en el desempeño de la línea.
4. Objetivo específico 4: Definir un plan de implementación de las estrategias y modelos propuestos.

1. MARCOS DE REFERENCIA

1.1 Marco teórico

En este apartado se definen los principales conceptos a emplear en el desarrollo de la investigación, los cuales permitirán una mayor comprensión del proyecto; comenzando con la definición de lo que es lean manufacturing para así introducir el concepto de mejora continua, seguido de la definición de TPM y el impacto de todas estas metodologías en el desempeño de las industrias manufactureras.

1.1.1. Lean manufacturing

Tener una definición única de lo que significa Lean manufacturing es complejo, pues es un término o metodología que se ha ido adaptando a los diferentes sectores y culturas a lo largo de los años, partiendo de que Lean *“es una palabra inglesa que se puede traducir como “sin grasa, escaso, esbelto”, pero aplicada a un sistema productivo significa “ágil, flexible”, es decir, capaz de adaptarse a las necesidades del cliente”* (Rajadell & Sánchez, 2010, p. 6), pero también, como lo define (Jimenez et al., 2019, p. 1)

la fabricación ajustada se define como un sistema de mejora continua que integra el trabajo diario de producción y entrega de productos, servicios e información con el objetivo de identificar los desechos o MUDA que afectan el flujo de producción, tiempos de entrega, calidad y costo. Otra definición de manufactura esbelta implica la integración de sistemas socio-técnicos cuyo objetivo principal es eliminar los residuos reduciendo y minimizando al mismo tiempo la variabilidad interna, del proveedor y del cliente. Este enfoque identifica varios tipos de "desperdicio" que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesamiento, inventario, movimiento y defectos; a nivel general Lean Manufacturing busca que una organización tenga procesos más limpios y productivos evitando los desperdicios ya sean humanos, de tiempos o

desplazamientos innecesarios, los cuales se pueden eliminar o disminuir al implementar diferentes herramientas que brinda la teoría de la manufactura esbelta.

Por su parte, Socconono (2019) define al Lean Manufacturing como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero si costo y trabajo. Esta eliminación sistemática se lleva a cabo mediante trabajo con equipos de personas bien organizadas y capacitadas. Entendiendo que Lean Manufacturing es una tarea incansable e ininterrumpida para crear empresas más efectivas, innovadoras y eficientes.

Con respecto a sus orígenes, (Monge et al., 2013) documenta basado en varios autores consultados que

El término manufactura esbelta (Lean Manufacturing) fue introducido en 1990 en occidente con la publicación del libro la “Máquina que cambió al mundo” del Dr. James P. Womack basado en el estudio de cinco años del Sistema de Producción Toyota (TPS) realizado por el MIT dentro de su Programa Internacional de Vehículos de Motor (IMVP) por sus siglas en inglés. El libro mostraba cómo la administración, los trabajadores de línea y los proveedores podían trabajar conjuntamente en las plantas de manufactura, para mejorar sustancialmente la eficiencia operacional a través de: Mejoras de la calidad y de las entregas a tiempo, reducción de costos, velocidad de entrega, tiempos de ciclo, incremento de la productividad por empleado y mejora de la capacidad de la planta sin incremento de personal, impactando positivamente los resultados financieros... por su parte Murugesan et al., (2012) y Vinohd et al., (2012) indican que el logro de una mayor eficiencia operacional lograda a través de la manufactura esbelta tiene una influencia significativa, positiva y directa en el logro de ventajas competitivas del negocio como son: calidad a la primera intención, reducción de tiempos de entrega e incremento de la productividad (Ghosh, 2013).

Por otra parte, *“a nivel del estado de la técnica, la literatura ha reportado varios artículos científicos y trabajos académicos con la aplicación de la manufactura esbelta en los diferentes sectores como las industrias manufactureras, la compañía automotriz, sector de salud y farmacéutico, entre otros”* (Jiménez et al., 2019, p. 2).

Finalmente, *“los pilares de Lean Manufacturing son: la filosofía de la mejora continua, el control de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios”* (Rajadell & Sánchez, 2010) y son los que dan los lineamientos a las organizaciones para lograr evitar que las empresas continúen haciendo aquello por lo cual los clientes no están dispuestos a pagar. Por lo cual, se definen dichos conceptos a continuación:

- **Mejora continua**

El concepto de mejora continua se refiere a *“que siempre se está en un proceso de cambio, de desarrollo y con posibilidades de mejorar. En este sentido, el esfuerzo de mejora continua, es un ciclo ininterrumpido, a través del cual se identifica un aspecto a mejorar, se planea cómo realizar la mejora, se implementa, se verifican los resultados y se actúa de acuerdo con ellos, ya sea para corregir desviaciones o para proponer nuevas metas”* (Universidad de los Llanos, 2020), es este orden de ideas, la mejora continua no se logra de un día para otro ni mucho menos con una sola acción puntual, si no que por el contrario se logra con pequeñas acciones que se hacen en el día a día y que están en la búsqueda de hacer cosas nuevas para lograr las metas planteadas.

Según lo planteado por García et al., (2003)

A partir del año 1950, y en repetidas oportunidades durante las dos décadas siguientes, Deming empleó el Ciclo PHVA como introducción a todas y cada una de las capacitaciones que brindó a la alta dirección de las empresas japonesas. De allí hasta la fecha, este ciclo (que fue desarrollado por Shewhart), ha recorrido el mundo como símbolo indiscutido de la Mejora Continua. Se admite, estadísticamente, que en las organizaciones sin " Gestión de mejora Continua" el volumen de la ineficiencia

puede estar entre un 15 y 25 % de sus ventas. Las que, si la hacen, oscila entre 4 y 6%.

El ciclo de Deming o ciclo PHVA, se refiere al proceso de Planificar (P), Hacer (H), Verificar (V) y Actuar (A), y se explica en el texto de (García et al., 2003) como se puede observar en la **Tabla 1:**

Tabla 1. Ciclo de Deming

<p>Actuar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incorporar la mejora al proceso - Comunicar la mejora a todos los integrantes de la empresa - Identificar nuevos proyectos/problemas 	<p>Planificar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Involucrar a la gente correcta - Recopilar los datos disponibles - Comprender las necesidades de los clientes - Estudiar exhaustivamente el/los procesos involucrados - ¿Es el proceso capaz de cumplir las necesidades? - Desarrollar el plan/entrenar al personal
<p>Verificar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analizar y desplegar los datos - ¿Se han alcanzado los resultados deseados? - Comprender y documentar las diferencias 	<p>Hacer:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implementar la mejora/verificar las causas de los problemas - Recopilar los datos apropiados

<ul style="list-style-type: none"> - Revisar los problemas y errores - ¿Qué se aprendió? - ¿Qué queda aún por resolver? 	
--	--

Nota: Elaboración propia basado en (García et al., 2003, p. 5)

En este orden de ideas, *“la gestión de mejora continua en una organización requiere: el liderazgo de la dirección y un comité de mejora continua”* (García et al., 2003, p. 4) siendo importante tener en cuenta que al momento de aplicar la mejora continua en empresas de manufactura tal como lo menciona (Monge et al., 2013) es esencial involucrar tanto de manera individual como de manera grupal a todo el personal de la organización, desde la alta administración, hasta los empleados de línea en la búsqueda interminable de niveles superiores en materia de: Calidad, costos, tiempos de entrega, flexibilidad, seguridad y moral de los empleados, ya que es determinante para el éxito de la mejora continua, la activa, motivada y copiosa participación de los empleados. Todo esto, ya que solo con la alineación y participación de todos los niveles en la mejora continua se logrará la eliminación de desperdicios o despilfarros que no generan valor al producto; a continuación, más detalle de dicha definición.

- **Eliminación de desperdicios**

Antes de ahondar en algunas estrategias o herramientas para eliminar los despilfarros o desperdicios, es importante tener clara la definición de lo que esto es, por lo cual, se entiende despilfarro *“como todo aquello que no añade valor al producto, o que no es absolutamente esencial para fabricarlo. El valor se añade cuando las materias primas se transforman del estado en que se han recibido en otro estado en un grado superior de acabado que algún cliente está dispuesto a comprar”* (Rajadell & Sánchez, 2010, p. 19). En este orden de ideas, la eliminación de desperdicios, en japones se define como *hoshin*, que traduce *“brújula”* y

Es el conjunto de actividades que tienen por objeto la eliminación sistemática del despilfarro y todo aquello que resulte improductivo, inútil o que no aporte valor añadido. La idea fundamental de una operación *Hoshin* es buscar por parte de todo el personal involucrado, soluciones simples y aplicables de inmediato tanto en la mejora de la organización del puesto de trabajo como en las instalaciones o flujos de producción (Rajadell & Sánchez, 2010, p. 20)

Por lo anterior, es claro que no existe una fórmula perfecta o un paso a paso exacto para la eliminación de los despilfarros, sin embargo, según la literatura si hay algunas recomendaciones para lograr una operación *hoshin*, las cuales, en el libro de Lean Manufacturing de (Rajadell & Sánchez, 2010) se plantean como:

- Otorgar responsabilidad a los operarios
- Respetar los planes de control y todas las normas de seguridad y riesgos laborales
- Tratar inmediatamente y a fondo las dificultades encontradas
- Tener la mente abierta a soluciones no estereotipadas
- Seguimiento diario de la operación por parte de su responsable
- Dirigir cuidadosamente los grupos de mantenimiento encargados de la organización
- Implementar elementos propios de la comunicación y el control visual

Teniendo en cuenta que se habla de los desperdicios o despilfarros de Lean Manufacturing, se definen según la literatura 8 desperdicios o despilfarros, los cuales la firma consultora SPC Consulting Group los resume como:

1. **Sobreproducción:** Se trata de hacer más producción antes de que el cliente lo pida, por lo general se habla de hacer inventarios o de dar continuidad a la producción.
2. **Tiempo de espera:** Son los periodos de tiempo con inactividad de un proceso.
3. **Transporte:** Habla de hacer movimientos de materiales que no fueron requeridos por la operación normal.
4. **Retrabajos o reprocesos:** Operaciones de reprocesos, retrabajos, almacenamiento debido a defectos.
5. **Inventario:** Inventario no requerido con posible obsolescencia del producto.

6. **Movimientos:** Se trata de los movimientos de las máquinas y el movimiento humano, buscando la mejor ergonomía sin afectar la seguridad y la calidad.
7. **Defectos:** Sobresale la necesidad de la reparación del producto o querer de una manera intencionada reparar los defectos.
8. **Conocimiento no utilizado:** Es cuando no se utiliza el conocimiento y la creatividad de la gente a cargo, personal de la organización.

Luego de identificados y asimilados los desperdicios en un proceso productivo, se deben empezar a plantear iniciativas que permitan controlarlos, reducirlos o eliminarlos, puesto que a partir de estos se podrá lograr alcanzar un uso eficiente de los recursos, lo cual se traduce en costos. Esto es solo una meta volante en el camino a lograr una manufactura esbelta, existen otros retos, como el control de la calidad, que se deben alcanzar en paralelo y que ayudarán a complementar todas las gestiones de una planta de producción, e incluso, en casos particulares, como la fabricación de vehículos, será el eje de gestión más relevante y diferenciador.

- **Control de calidad**

El concepto de calidad abarca diferentes aspectos y parámetros dentro de los procesos productivos, por ello, para alcanzar a tener una definición teóricamente aceptada se deben recorrer varios puntos de vista y apreciaciones.

El inicio del concepto puede partir como lo menciona Alcalde, (2019) de que *“la calidad es algo que va implícito en los genes de la humanidad; es la capacidad que tiene el ser humano de hacer bien las cosas”*. Si bien la definición es simple y fácil de transmitir, la evolución de la humanidad y los sistemas de producción fueron dando a este concepto una relevancia primordial en toda transacción donde se involucre un bien o servicio.

Esta evolución constante habla de posiciones incluso más severas como la que expresan (Camisón et al., 2006, p. 145) citando a Pirsig, (1974), el cual opina que la calidad no es definible, al ser una propiedad absolutamente personal que sólo puede reconocerse a través de la experiencia, este tipo de planteamientos aumentan la relevancia y la pertinencia de generar sistemas de control y aumento de la calidad, ya que sin importan los

niveles de automatización o avance de la tecnología, el factor humano siempre estará inmerso y por ende el valor de la calidad.

En el marco actual, y con actual se refiere a la versión comúnmente encontrada en la revisión de bibliografía se habla de dos aspectos frente a la calidad. El primero de ellos se menciona en el texto de gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas, son se plantea que:

el concepto de calidad como excelencia podría ser útil para fijar estándares en la calidad de diseño buscando un desempeño superior, aunque su naturaleza abstracta lo incapacita para guiar a la dirección en Gestión de la Calidad; en cambio, el concepto de calidad como satisfacción de las expectativas del cliente supone una definición enfocada hacia el exterior que permitiría valorar mejor la excelencia en el diseño, a costa de sus dificultades en medir las expectativas de los clientes (Camisión et al., 2006, p. 146)

y complementando este primer planteamiento, se tiene una aproximación sistémica para abordar la gestión de la calidad, en la cual (Alcalde, 2019, p. 3) habla de que

Hoy en día se apuesta por el concepto de gestión de calidad total (GCT o TQM-Total Quality Management), en el que la calidad no solo corresponde al producto, sino también a los equipos humanos que integra a la organización, socios y accionistas, servicios de atención al cliente, servicios internos de la empresa, relación con los proveedores, conservación de los recursos naturales, atención a la sociedad virviendo parte de los beneficios en forma de actividades culturales, fundaciones, entre otros.

Independiente de lo abstracto o lo preciso que sea, el valor de la calidad permite generar la diferencia real y cuantificable en los productos que una compañía pone en el mercado, y de esta diferencia se pueden cimentar las bases para el desarrollo de cualquier estrategia, bien sea de mejoramiento interno o de posicionamiento de mercado. En cualquier caso, el centro de todo pasa por las personas, las que diseñan, las que planean, la que ejecutan y

hasta las que evalúan, en cualquier etapa los equipos de trabajo serán los encargados de definir y aplicar los conceptos de calidad, de su trabajo y resultados se obtendrán los elementos de valor para avanzar o volver atrás y redefinir, por ello es fundamental definir lo que significa el trabajo en equipo, el cual se relaciona en el siguiente apartado.

- **Trabajo en equipo**

Según la (Real Academia Española, 2021), se define trabajo como *“operación de la máquina, pieza, herramienta o utensilio que se emplea para algún fin”* y a equipo como *“grupo de personas organizado para una investigación o servicio determinados”*, en este orden de ideas, se podría decir que el trabajo en equipo es agrupar personas las cuales con el uso de diferentes herramientas o utensilios logran un objetivo determinado. Sin embargo, según lo definido por (Ayoví, 2019)

el trabajo en equipo es un concepto que encierra en si mismo la cohesión, la unión y la transformación de una organización, es sinónimo de productividad, competitividad y logro de objetivos, basándose fundamentalmente en la necesidad de mejoramiento continuo y cambios que se dan dentro de las estructuras organizacionales para dar cumplimiento a la misión y visión establecida y que permite orientar el comportamiento de los individuos con el fin de alcanzar la máxima calidad y productividad; un equipo es un conjunto de personas que se necesitan mutuamente para actuar, esta aseveración nos permite expresar sin temor a equivocarnos que, todos los equipos son grupos, pero no todos los grupos son equipos, el término de equipo implica el aprovechamiento del talento colectivo, producido por cada persona en su interacción con las demás.

En este orden de ideas, algunos autores plantean que existen dos tipos o modalidades del trabajo en equipo

los formales e informales; los primeros son creados por los gerentes con el propósito de encargarnos tareas específicas, ejemplificando tenemos el equipo de mando de una empresa o el comité el cual por regla formal dura mucho tiempo y se encarga

de problemas y decisiones que se repiten, mientras que los equipos informales son de naturaleza social, estos grupos son formaciones naturales que aparecen en el ambiente de trabajo en respuesta a la necesidad de un contacto social; estos equipos tienden a formarse alrededor de amistades e intereses comunes (Ayoví-Caicedo, 2019)

por otra parte, también se plantea una clasificación según las modalidades

según Valverde y Colb citados en (Ayoví, 2019, p. 9) existen tres tipos de modelos: multidisciplinario, interdisciplinario, y transdisciplinario, que constituyen alternativas valiosas para la solución de necesidades y problemas, no obstante, los modelos pueden ser variados y están en una estrecha interrelación con las circunstancias que se tengan y el problema que se trate; planteado de esta forma, es considerado que esos tres modelos no son únicos para el trabajo de las diferentes disciplinas; hay formas diferentes de trabajo que podrían ser consideradas para la solución de necesidades y problemas.

Finalmente, se vuelve indiferente la clasificación o modalidad del equipo de trabajo, pues lo importante es tener claro que tener buenos equipos de trabajo es la clave del éxito no solo de la implementación del Lean Manufacturing, sino en general de la sostenibilidad de la compañía sin importar la industria en la cual se encuentre. Dicha sostenibilidad funcionará en la medida que la organización se adapte al entorno, a los cambios globales y los retos propios, flexibilizando sus procedimientos y procesos, pero sin descuidar los planteamientos que comprometan el resultado del producto y la percepción del consumidor; es por ello, que abordar el concepto de flexibilidad a continuación toma mucha relevancia para este proyecto.

● **Flexibilidad**

Los sistemas productivos, en especial aquellos que se ven afectados por constantes variaciones del mercado, como en el caso de las motocicletas, requieren instalar en sus procesos fabriles, componentes ágiles y versátiles que les permitan responder a esas necesidades y cambios del entorno en el que compiten, flexibilidad definida como *“la habilidad para adaptarse a un amplio rango de situaciones posibles. En el mundo dinámico, probabilístico e individualista en el cual competimos hace de la flexibilidad un requerimiento para la supervivencia a largo plazo”* (Davalos, 2019, p. 35). En el contexto de fabricación encontramos que este concepto se relaciona con *“la*

capacidad de responder a los rápidos cambios del mercado, a los ciclos de vida de los productos, a la reducción del trabajo manual, a la reducción sustancial de los costes de producción y a la máxima eficacia de los equipos de producción” (Katila, 2000, p. 12) y según (Katila, 2000) la pertinencia de este concepto para la implementación de una metodología TPM, concepto que se definirá más adelante en este documento, apunta a los resultados que se pueden obtener con el desarrollo de sus pilares y pasos, puesto que el despliegue que se realiza en cada puesto de trabajo habilita para tener un enfoque sistemático para comprender la función del equipo, su relación con la calidad del producto y la causa probable y frecuencia de las averías.

Finalmente, como lo menciona Katila, (2000) citando a Nakajima (1988) y Suzuki (1992) los conceptos principales que relacionan TPM con la flexibilidad son:

1. El TPM tiene por objeto maximizar la eficacia de los equipos mediante la optimización de su disponibilidad, rendimiento, eficacia y calidad del producto.
2. El TPM establece una estrategia de mantenimiento (nivel y tipo de MP, mantenimiento productivo) para toda la vida del equipo.
3. El TPM abarca todos los departamentos, como el departamento de planificación, los usuarios y el departamento de mantenimiento.
4. El TPM implica a todos los miembros del personal, desde la alta dirección hasta los trabajadores del taller.
5. El TPM promueve la mejora del mantenimiento a través de actividades autónomas en pequeños grupos.

Basado en lo anterior, se puede concluir que desarrollando propuestas basadas en TPM, se logrará obtener resultados coherentes y correlacionados con las estrategias organizacionales, enfocadas en la sostenibilidad y permanencia de la empresa y sus grupos de interés, razón por la cual, a continuación, se relaciona la definición y aspectos claves de la metodología de TPM, partiendo el concepto de mantenimiento, que se describe a continuación.

1.1.2 TPM

Todos los conceptos definidos anteriormente se concentran y se relacionan en la definición de TPM, según el gerente de producción de Auteco SAS, *“los conceptos Lean, los aspectos*

del control de la calidad y el TPM mismo, son la caja de herramientas mejor dotada y diversa que podría tener un mecánico. Dichas herramientas permiten disponer de ellas cuando los procesos y las condiciones las requieren, también entregan la oportunidad de hacer combinaciones y mezclas infinitas con el objetivo de otorgar un cambio, un mejoramiento o un restablecimiento de condiciones a cualquier operación de manufactura”.

Para abordar este tema Nakajima (1988) (como citado en Katila, 2000, p.17) para mencionar que *“TPM (Mantenimiento Productivo Total) es un enfoque sistemático para comprender la función del equipo, la relación del equipo con la calidad del producto y la causa probable y la frecuencia de las averías de los componentes críticos del equipo.”*

En el reporte técnico de Aplicación del Mantenimiento Productivo Total - Principios TPM en los Sistemas de Fabricación Flexible (Katila, 2000) habla de la historia de TPM referenciando a Nakajima (1988), donde expone que

Después de la Segunda Guerra Mundial, la industria japonesa se dio cuenta de que debía mejorar la calidad de sus productos para poder competir en el mercado mundial. Las empresas japonesas importaron las tecnologías de gestión y fabricación de EE.UU. y las adaptaron a sus necesidades.

Para ser eficaces en el mantenimiento importaron de EE.UU. el concepto de mantenimiento preventivo hace más de 40 años. Más tarde se importaron también los principios del mantenimiento productivo, la prevención del mantenimiento y la ingeniería de la fiabilidad.

La empresa Nippondenso co. fue la primera en comenzar con el mantenimiento productivo, en 1969 introdujeron el TPM, para hacer frente a los desafíos en la creciente cantidad de la automatización y las nuevas demandas, la automatización estaba creando para el mantenimiento y para toda la empresa. En 1971, la misma empresa obtuvo el primer "Premio a la Planta Distinguida", otorgado por el JIPM, Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (Katila, 2000)

Desde una visión más concreta y aplicable, se menciona que *“la concepción del TPM fue una respuesta a las exigencias de un mercado cada vez más competitivo que obligaba a las empresas a trazar algunas actitudes, como: eliminar los residuos, siempre obtener el mejor rendimiento de los equipos, reduciendo las interrupciones o paradas de producción (averías o intervenciones)”* (Rodríguez & Hatakeyama, 2006)

Pensar que TPM solo se enfoca en mantenimiento, es desconocer el potencial que tiene toda la metodología para impactar la organización en todos sus frentes, ya que, con la participación de todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operarios, en pro de una misma gestión se pueden desencadenar grandes cambios y resultados sostenibles, lo cual genera una transformación en los trabajadores, puesto que

conforme las actividades TPM empiezan a rendir resultados concretos (mejorando el entorno de trabajo, minimizando las averías, mejorando la calidad, reduciendo los tiempos de cambio de útiles, etc.), los trabajadores se motivan, aumenta su integración en el trabajo, y proliferan las sugerencias de mejora. Las personas empiezan a pensar en el TPM como parte necesaria de su trabajo cotidiano (Suzuki, 1995, p. 3)

Para desplegar la metodología TPM, según (Katila, 2000, p. 19) se usa una estrategia que abarca varios ámbitos de las organizaciones determinando e influyendo especialmente en

- La productividad mejora al reducirse las pérdidas en la empresa.
- La calidad también se ve mejorada como resultado de que los fallos y el mal funcionamiento se reducen y el orden y el método se centran.
- Los costes son más bajos, ya que se reducen las pérdidas y otros trabajos que no generan valor.
- Los plazos de entrega se pueden mantener mejor, porque la producción sin perturbaciones es más fácil de planificar.
- Mejoran el medio ambiente y la seguridad, porque se reducen las fugas.

- La motivación es mayor , porque se delega la responsabilidad y los derechos y se invierte en el personal , en forma de educación.

Además, TPM describe 8 pilares de acción y gestión que trabajan en sincronía y se complementan para generar un verdadero cambio en la mentalidad de los trabajadores. Estos pilares son mostrados por (Katila, 2000) citando a (Bundgaard, 1996) el cual menciona que

TPM es un programa, apoyado por "los ocho pilares" :

1. "Kobetsu - Kaizen", o la lucha contra las 6 grandes pérdidas a través de actividades transversales en pequeños grupos.
2. "Jishu - Hozen", o las actividades en las que cada operario realiza una inspección diaria a través de las actividades de limpieza. A través de estas actividades, el objetivo es que el operario asuma una responsabilidad cada vez mayor sobre su propio puesto de trabajo y su equipo.
3. Mantenimiento planificado basado en el mantenimiento correctivo, basado en el tiempo y predictivo.
4. Formación y educación de líderes, operarios y personal de mantenimiento. Parte de la formación de los operarios se realizará a través de "lecciones puntuales" impartidas por el personal de mantenimiento.
5. Establecer un sistema que garantice productos fáciles de fabricar y un sistema de producción fácil de utilizar.
6. "Hinshitsu- Hozen ", o actividades para establecer las condiciones de los equipos para eliminar los productos defectuosos.
7. Actividades en los departamentos de apoyo a la producción para garantizar el aumento de la eficiencia en las oficinas. (Office TPM)
8. Establecimiento de un entorno de trabajo seguro y sistemas de protección.

1.2 Marco contextual

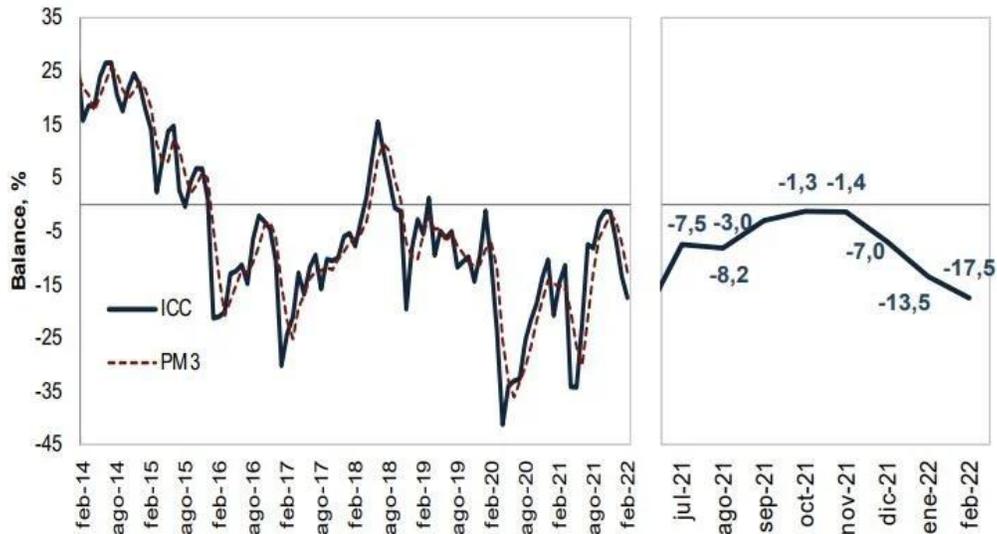
Con el objetivo de contextualizar a los lectores del presente proyecto, se presentan a continuación algunos aspectos importantes de la empresa Auteco SAS, la ensambladora líder de motocicletas en Colombia durante más de una década, y con 79 años de existencia en el entorno nacional.

1.2.1. Industria

El mercado de motocicletas en Colombia tiene su auge a inicios de la década del 2000, con la reactivación económica del país y el mejoramiento de las condiciones de seguridad, lo cual trajo unos niveles de crecimiento importantes y permitió el aumento del índice de confianza del consumidor, siendo este, el factor de análisis más usado por las industrias que comercializan bienes de consumo duraderos, ya que se ha demostrado a lo largo de los años, la estrecha correlación entre su resultado y la cantidad de ventas de carros, motos y electrodomésticos. Esto debido a que tal como se plantea en El contribuyente (2019) el Índice de Confianza del Consumidor (ICC), es un tipo de indicador económico que se encarga de estudiar y prever el comportamiento de los individuos de un país respecto a su consumo mediante la medición de la percepción que tienen de la economía de su país. Si la confianza del consumidor es mayor, es de esperarse que realicen más compras, lo que provoca un mayor crecimiento económico. Si la confianza del consumidor es menor, los consumidores suelen ahorrar más y gastar menos.

Figura 3. Índice de confianza del consumidor (ICC)

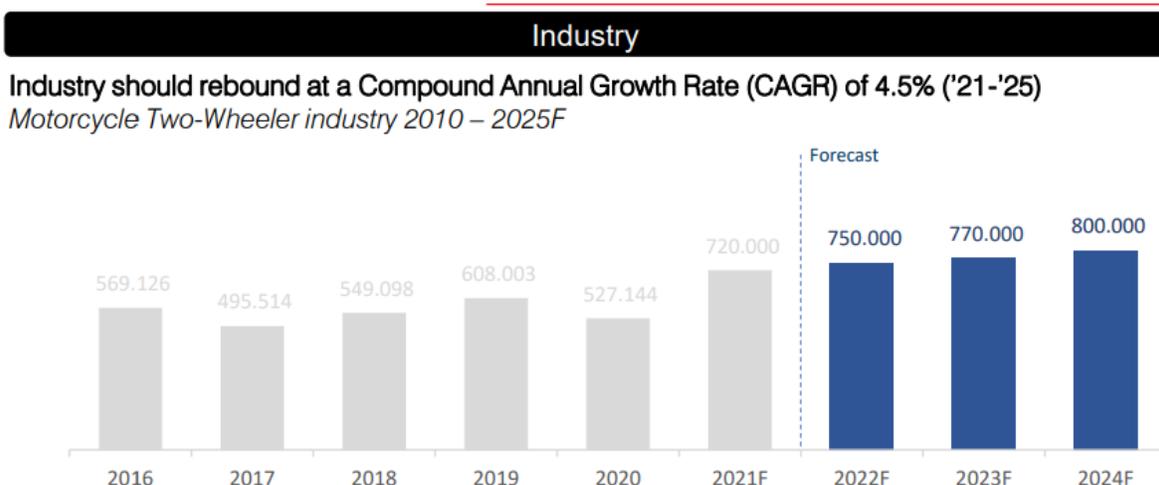
Gráfico 1. Índice de Confianza del Consumidor (ICC)



Nota: Tomado de (Valora Analitik, 2022)

Desde la pandemia se tiene un indicador desfavorable y nada alentador frente a las expectativas de venta que tenía la industria de motos (Ver **Figura 4**), ya que después de un 2017 desastroso, se confiaba en que el 2020 marcara un ascenso definido hasta llegar a los niveles que tuvo entre el 2015 y 2016, donde dicho producto reportó el más alto número de ventas en la historia del país, puesto que las ensambladoras presentaron propuestas de productos de grandes prestaciones y a menores costos, que lo acostumbrado.

Figura 4. Tasa de crecimiento anual proyectada de la industria de motocicletas



Nota: Tomado de fuentes internas de Auteco

1.2.2. Modelo de negocio

Ensambladora de motocicletas líder en Colombia. Nacida en Medellín, en 1941, y desde entonces ha aportado al país modelos emblemáticos que llevan progreso a los colombianos con un servicio confiable de clase mundial y resultados excepcionales.

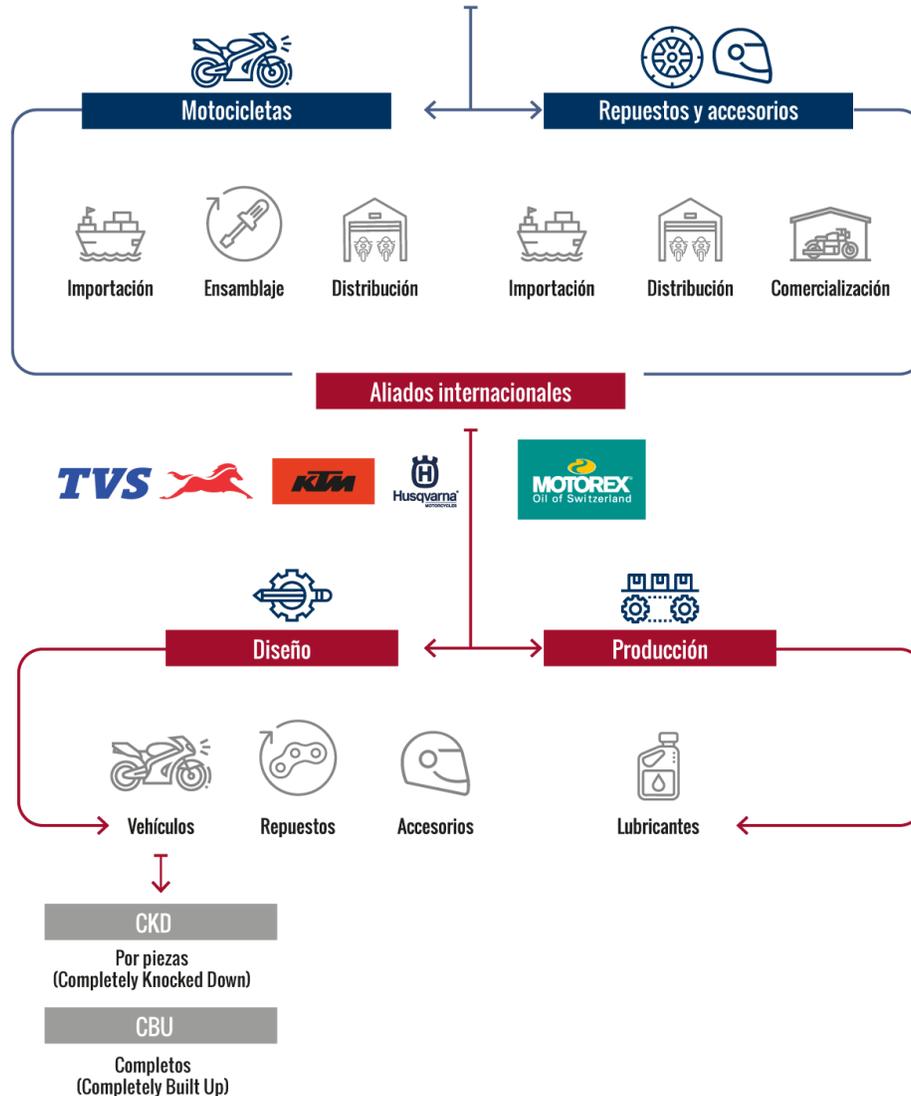
Su respaldo y solidez se sustentan en el conocimiento del consumidor y en un robusto portafolio de marcas que ha comercializado por cerca de 80 años.

Después de una escisión corporativa en 2019 (división de la empresa en 3 pequeñas empresas con enfoques individuales), proceso estratégico que marcó un hito relevante en el desarrollo de la empresa, donde una jugada audaz y visionaria dejó únicamente Bajaj de India (desde 1993), KTM de Austria (desde 2012) y Husqvarna de Suecia (desde 2018), como las marcas que representa. Además, cuenta con una línea de repuestos, lubricantes y accesorios de estas marcas para ofrecer una experiencia de servicio completa al cliente.

En el mes de septiembre del año 2020, el contrato de representación con Bajaj llega a su fin de manera bilateral después de 27 años de historia, y desde entonces la compañía da inicio a una nueva era de la mano de TVS.

En la **Figura 5** se observa el actual modelo de negocio de la compañía.

Figura 5. Modelo de negocio Auteco S.A.S



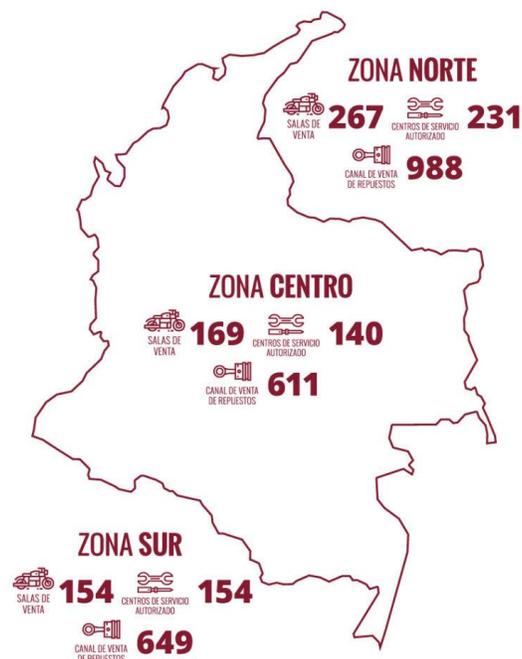
Nota: Tomado de (Auteco SAS, 2022)

Tal como se observa en la **Figura 5**, Auteco tiene 2 líneas de negocio, la primera está enfocada en la importación, ensamble y distribución de motocicletas y la segunda en la importación, distribución y comercialización de repuestos; cada una con unos aliados internacionales que le permiten a Auteco estar presente en varios nichos de mercado y continuar siendo la empresa líder en el mercado de motocicletas.

1.2.3. Presencia

Auteco SAS se encuentra en el territorio nacional con una capilaridad amplia y presencia en sus diversos canales, cuenta con una planta de ensamblaje en Cartagena, además de presencia en todo el país a través de puntos de venta de motocicletas, centros de servicio autorizados y venta de repuestos y accesorios. A modo de resumen se muestra la **Figura 6**, en la cual se observa toda la cobertura nacional de la compañía.

Figura 6. Mapa de cobertura de Auteco S.A.S a nivel nacional



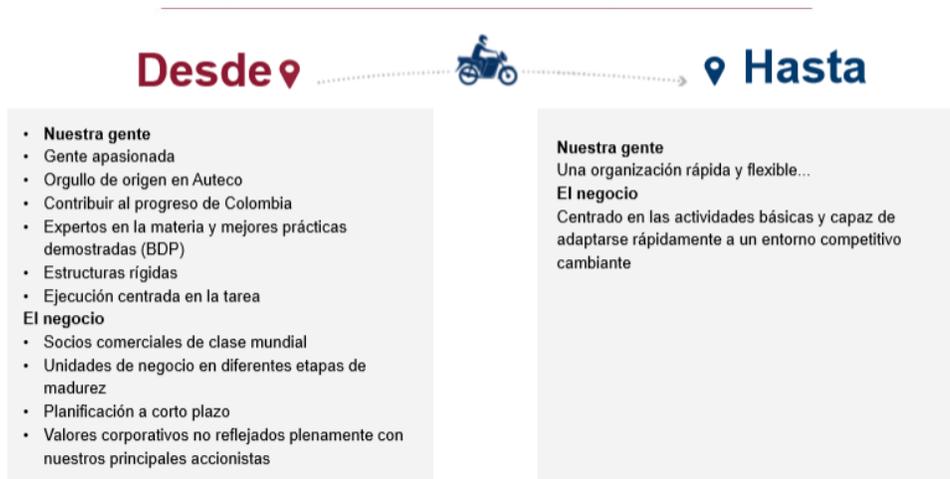
Nota: Tomado de (Auteco SAS, 2022)

1.2.4. Integrantes

Auteco SAS basa sus planes de negocio partiendo del valor de su gente, donde concentra gran parte de su inversión y proyección, marcado siempre desde una visión de futuro, o en

términos de motociclismo un destino y hoja de ruta clara, como se puede evidenciar en la **Figura 7.**

Figura 7. Hoja de ruta de Auteco S.A.S



Nota: Tomado de (Auteco SAS, 2019b)

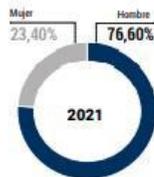
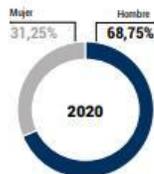
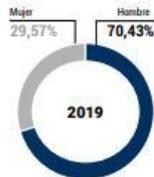
Donde se muestra que tanto el punto de partida como el destino de la empresa están enfocados principalmente en la gente, tanto interna como externa de la compañía, porque Auteco es una compañía que ha comprendido a lo largo de sus 79 años de experiencia que la sinergia es más que la suma de las partes, que trabajando en equipo y desarrollando tanto a socios comerciales, como proveedores nacionales y personal interno logrará llevar progreso a los colombianos mediante las mejores opciones de movilidad.

Es por ello que bajo el esquema de la gente declara que su intención de desarrollar el talento humano, en busca de la armonía entre la realización personal y laboral, comprometiéndose con su reto corporativo de construir máquinas para soñar, definición que encierra plenamente los conceptos por los cuales sus accionistas han dirigido la empresa, con la firme convicción de “humanizar el proceso de hacer dinero”. El equipo de trabajo se encuentra constituido como se muestra en la **Figura 8.**

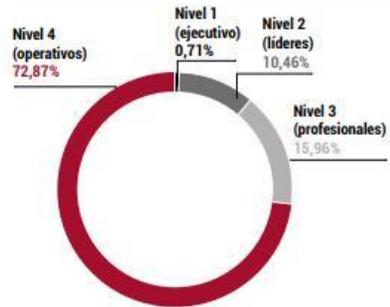
Figura 8. Estructura de los colaboradores de Auteco S.A.S



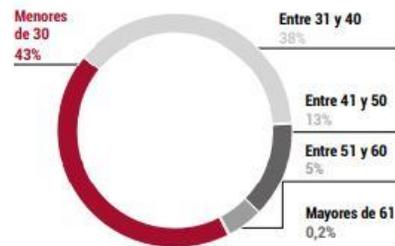
Distribución por género



Distribución por categoría laboral



(405-1) Distribución por rango de edad





Nota: Tomado de (Auteco SAS, 2022)

1.2.4. Descripción general del proceso de Desempaque y Ensamble

El proceso de Desempaque se refiere específicamente al desembalaje de las piezas que llegan a la compañía; mientras que el proceso de ensamble comprende la fijación de estas piezas y accesorios para obtener como producto final las motocicletas. Todos los modelos de motocicletas que se trabajan en la planta provienen de las casas matrices con una configuración específica del fabricante, que depende de la complejidad del ensamble, cilindraje del vehículo y parámetros de diseño. En el mundo de la fabricación de vehículos (carros, motos, 3W, entre otros) existen varias categorías de ensamble, tales como:

CKD: Completely Knocked Down: se refiere a la versión de ensamble en la cual las motocicletas vienen completamente desarmadas.

SKD: Semi Knocked Down: se refiere a la versión de ensamble en la cual las motocicletas vienen parcialmente desarmadas.

CBU: Completely Built up: se refiere a la versión de ensamble en la cual las motocicletas vienen completamente armadas y se le realiza un alistamiento basado en ajustes de aprietes, conexiones eléctricas y apariencia final.

Sin importar la categoría de ensamble, en todos los casos el motor se encuentra completamente armado y lo que se hace es fijarlo al chasis, realizar las conexiones eléctricas y de fluidos. Para entender de mejor manera el ensamble, se debe mencionar que las piezas a colocar o instalar están contenidas dentro del embalaje en el que viene la motocicleta, que determina la cantidad de unidades por lote o work order. Estas versiones de empaque son de dos tipos

- Cluster: Cajas segregadas por tipo de pieza.
- Set packing: Partes de una motocicleta en una misma caja.

En general, para cualquier modelo de motocicleta, los procesos de desempaque y ensamble comprenden los siguientes pasos:

Inicialmente, se extrae el empaque de cartón. Luego se extrae la batería y se lleva al área de “Carga de Baterías” para aplicarles ácido y su posterior puesta en carga, en muchos de los modelos viene contenida dentro del compartimento destinado para la misma dentro de las motocicletas. Posteriormente, se extraen las piezas y accesorios más grandes y se ubican en medios de manejo, para su envío a la línea de ensamble. Se continúa con el proceso de ensamble de acuerdo con los pasos establecidos mediante un manual elaborado por los líderes de proceso en la planta y respetando los estándares de los fabricantes.

Por último, se coloca la batería, se calibran las llantas, se nivela el aceite, se revisan luces, se revisa la bocina, se arranca y se hace el recorrido de prueba.

Posterior al proceso de ensamble, se llena una hoja, en la cual se colca el nombre del ensamblador, el modelo de la motocicleta, las partes ensambladas y las observaciones del operario en caso haya encontrado anomalías en el funcionamiento de esta. Lo anterior se

hace con el fin de que en caso se encontrara algún error de ensamble, en el proceso de chequeo de las motocicletas, se llame al operario para que haga la corrección que fuese necesaria. Además, si existen anomalías, esta es trasladada al taller que se encuentra dentro de la planta.

La jornada de trabajo en la Desempaque y Ensamble línea 1 de Auteco SAS es de lunes a viernes de 6:00 a.m. a 4:30 p.m, con tiempos para la alimentación, preparación física y descanso, con un resultado de 9,25 horas efectivas de trabajo.

El tiempo de ensamble varía de acuerdo con el modelo de motocicleta con la cual se esté trabajando ya que unas poseen pocas piezas a ser ensambladas mientras que otras el número de piezas a ensamblar es considerablemente mayor. Lo que se busca en el sistema de producción de la empresa es tratar de que los trabajadores tengan operaciones de ensamble con tiempos repartidos en forma equitativa por lo que se realiza una asignación operaciones de acuerdo con los tiempos de ciclo y las particularidades físicas de cada uno de los operarios.

Finalmente, a modo de referenciación del proceso general mencionado, se comparten las siguientes fotografías correspondientes al proceso de Desempaque y Ensamble línea 1 de Auteco SAS

Ilustración 1. Fotos de Desempaque y Ensamble Línea 1 de Auteco SAS





Nota: Tomado de fuentes internas de Auteco

Finalmente, se planteó desarrollar una propuesta basada en TPM en la línea de ensamble y desempaqué número 1 de Auteco SAS, buscando la sostenibilidad de la empresa en el tiempo, mediante el cumplimiento de sus indicadores y la generación de resultados. Los diferentes elementos desarrollados en el marco teórico proporcionaron conceptos y ejemplos de aplicabilidad de esta metodología para definir un plan de implementación ajustado a las necesidades y realidades de la empresa objeto del caso de estudio.

2. DISEÑO METODOLOGICO

2.1 Tipo de investigación y enfoque

El contenido y desarrollo del presente trabajo fue de carácter mixto, en el cual se incorporó un análisis de datos provenientes de estudios realizados en el campo e información recopilada de manera longitudinal en diferentes etapas del crecimiento de la empresa Auteco SAS, de igual forma se complementó con visitas de referenciación tanto a nivel nacional como internacional y la realización de una investigación experimental y descriptiva.

El enfoque mixto se presentó mediante la recolección de datos de los indicadores y el nivel de desempeño de los procesos a intervenir, siendo estos las variables cuantitativas; por otro lado, se complementó con las teorías y los modelos de gestión de Lean Manufacturing, específicamente con la aplicación de TPM, evidenciándose un diseño de integración múltiple (DIM) (Sanchez, 2016) donde se analizaron ambos tipos de variables al tiempo y de manera exhaustiva, logrando así tener una visión holística de la investigación.

Por otra parte, la investigación se desarrolló en el campo, con una estrategia experimental, ya que las prácticas y tácticas para lograr encontrar el modelo que más se adaptara a esta organización se tuvieron que implementar y analizar directamente en el Gemba, el cual significa

lugar real" en japonés. Los pensadores Lean usan el término para referirse a un lugar real o una cosa real, o un lugar de creación de valor. Toyota y otras compañías japonesas a menudo complementan gemba con su término relacionado "genchi embutsu" para enfatizar el significado literal: "genchi" como gemba significa lugar real, y "gembutsu" significa cosa real... Y así, el gemba es donde vas para entender el trabajo y liderar. También es donde vas a aprender (Womack, 2011, p. 5)

Siendo en este caso en las áreas de desempaque y ensamble de línea 1 de Auteco SAS.

2.2. Fases del desarrollo metodológico

En este apartado por medio de la **Tabla 2** se presentan las fases que fueron desarrolladas en la investigación, relacionando los instrumentos, herramientas, métodos, productos obtenidos, actividades y alcance de cada una de ellas. Además, se adjunta el diagrama del diseño metodológico en la **Figura 9**.

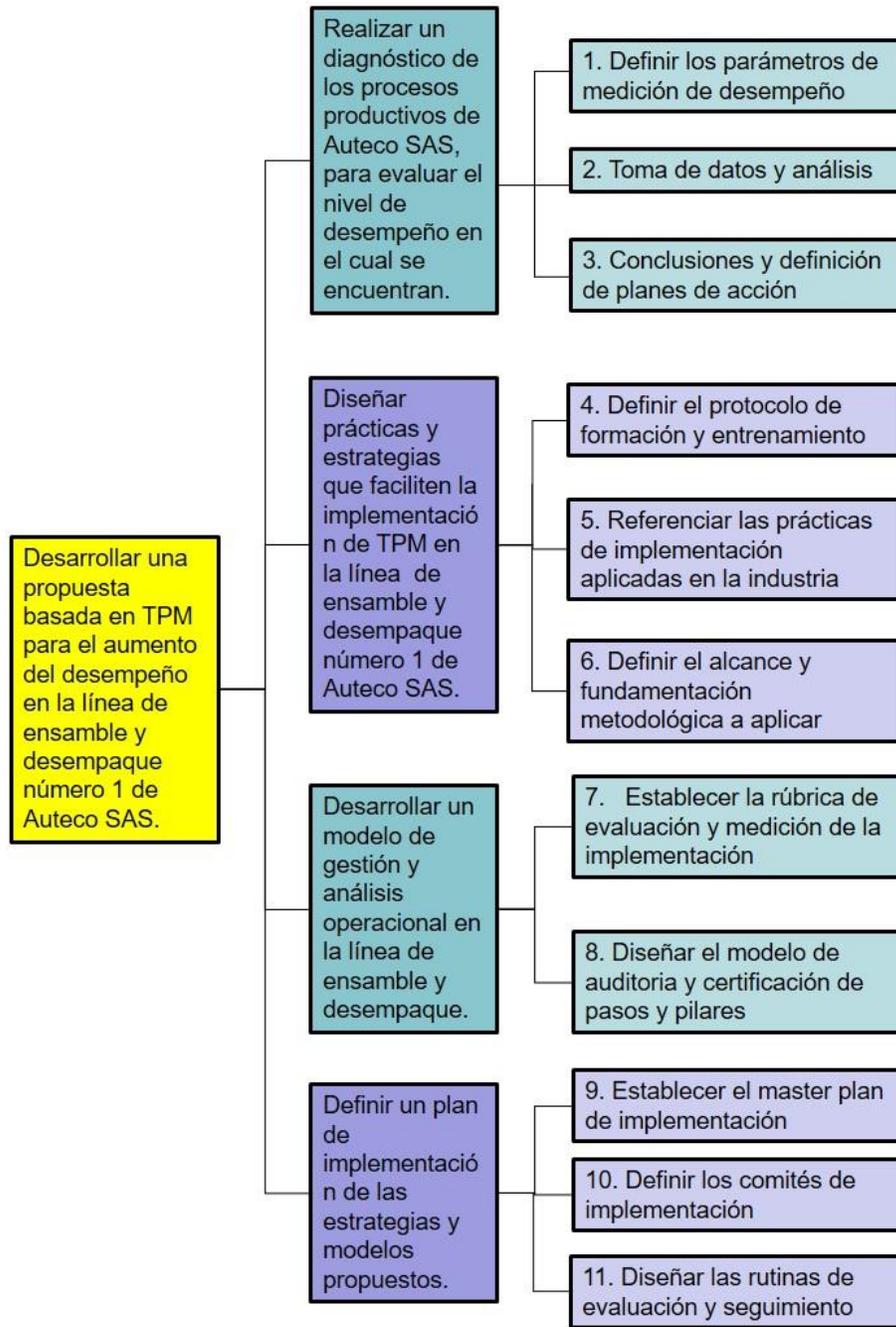
Tabla 2. Fases del desarrollo metodológico

Fase	Objetivo	Descripción	Actividades	Tipo de fuente
1	Realizar un diagnóstico de la línea de ensamble y desempaques número 1 de Auteco SAS, para evaluar el nivel de desempeño en el cual se encuentran.	Reconocimiento, análisis y evaluación de las áreas de desempaques y ensamble de línea 1 de Auteco S.A.S identificando los principales indicadores que evidencian su nivel de desempeño productivo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir los parámetros de medición de desempeño 2. Toma de datos y análisis 3. Conclusiones y definición de planes de acción 	<ul style="list-style-type: none"> * Primaria * Estudio de campo
2	Diseñar prácticas y estrategias que faciliten la implementación de TPM en la línea de ensamble y desempaques número 1 de Auteco SAS.	Partiendo de los resultados anteriores se seleccionarán las actividades, procesos, metodologías, pilares y procedimientos relacionados con TPM que sean aplicables a los procesos de interés pensando en la mejora del desempeño de los mismos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir el protocolo de formación y entrenamiento 2. Referenciar las prácticas de implementación aplicadas en la industria 	<ul style="list-style-type: none"> * Primaria * Bench marking y documentación digital

			3. Definir el alcance y fundamentación metodológica a aplicar
3	Desarrollar un modelo de gestión y análisis operacional en la línea de ensamble y desempaque.	Establecimiento de los documentos, parámetros, políticas y estructuras que permitan el seguimiento y mejoramiento de los procesos relacionados con la implementación de TPM en desempaque y ensamble de línea 1 de Auteco S.A.S.	1. Establecer la rúbrica de evaluación y medición de la implementación * Primaria 2. Diseñar el modelo de auditoría y certificación de pasos y pilares
4	Definir un plan de implementación de las estrategias y modelos propuestos.	Realización del plan maestro de implementación y gestión de TPM para el aumento del desempeño en la línea de ensamble y desempaque número 1 de Auteco SAS.	1. Establecer el master plan de implementación, incluyendo el presupuesto y el horizonte de tiempo requerido. * Primaria 2. Definir los comités de implementación

Nota: Elaboración propia (2020)

Figura 9.Diagrama del diseño metodológico



Nota: Elaboración propia (2020)

3 DESARROLLO METODOLÓGICO

A continuación, se presenta el desarrollo de cada uno de los objetivos específicos propuestos en el presente trabajo, mediante los cuales se buscó responder a la pregunta de investigación “¿Cómo implementar TPM en el sector automotriz para aumentar el desempeño del proceso productivo?” y Desarrollar una propuesta basada en TPM para el aumento del desempeño en la línea de ensamble y desempaques número 1 de Auteco SAS.

3.1 Diagnóstico del proceso

Realizar un diagnóstico de la línea de ensamble y desempaques número 1 de Auteco SAS, para evaluar el nivel de desempeño en el cual se encuentran.

Actividades:

1. Definir los parámetros de medición de desempeño
2. Toma de datos y análisis
3. Conclusiones y definición de planes de acción

3.1.1 Parámetros de medición de desempeño

Los parámetros seleccionados para la medición de desempeño de la línea de ensamble y desempaques 1 de Auteco SAS fueron 3 principalmente: el OLE (Overall Line Efficiency), la productividad y los costos. Estos parámetros fueron producto de una construcción propia de Auteco SAS, y se fundamentaron en la referenciación de sus aliados internacionales y la evolución de los sistemas de manufactura en general; dichos parámetros son:

1. **Overall Line Efficiency-OLE:** Proviene del indicador OEE que *“capta la reducción de las operaciones programadas con respecto a la eficacia del mantenimiento, la producción*

y la calidad” (Sohal et al., 2020), pero tiene una variación particular adaptada a líneas de ensamble, de allí el nombre de eficiencia global de la línea, considerando los elementos que se presentan a continuación:

$$OLE = \frac{\text{Tiempo disponible} - \text{Tiempo perdido}}{\text{Tiempo disponible}} \times \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Capacidad de producción}} \times \frac{\text{Unidades ensambladas sin defectos}}{\text{Unidades ensambladas}} \quad (1)$$

La primera variable de medición resaltada en color azul hace referencia a la disponibilidad e indica la utilización del tiempo disponible del proceso productivo con relación a los tiempos que se pierden por diferentes causas, tales como: cambios de referencia, problemas de calidad, cuellos de botella, entre otras causales.

La segunda variable de medición resaltada en color verde tiene que ver con el desempeño de la línea de ensamble y es el resultante de comparar las unidades producidas en un periodo de tiempo específico con respecto a la capacidad instalada de dicho proceso.

Finalmente, la tercera variable de medición que se encuentra en color negro es la calidad o paso directo como es llamado dicho indicador en la compañía, en el cual se calcula el cociente entre la cantidad de unidades que se producen perfectas a la primera y no requieren ningún tipo de reproceso Vs la cantidad de unidades producidas total.

2. Productividad: En este caso se definió como: el resultado mensual de tomar la cantidad de horas disponibles en cada proceso por la cantidad de personas que se tienen, para compararlo con el número de unidades producidas, expresado en motos x día x persona, esto partiendo de que la productividad como definición es “la relación entre el trabajo empleado y el producto generado” (Sladogna, 2017, p. 4)

$$\text{Productividad} = \frac{9,25}{9,25 \times \text{Cantidad de personas en el proceso} \times \text{Cantidad de días trabajados en el mes}} \times \text{Cantidad de unidades ensambladas en el mes} \quad (2)$$

Nota: El 9,25 es el tiempo estándar productivo definido por día en Auteco SAS.

- Costos:** Se midió el costo de transformación unitario (CTU), el cual incluye la mano de obra directa (MOD) y los Costos Indirectos de Fabricación (CIF= servicios públicos, mantenimiento de los equipos, herramientas, dispositivos, etc), con relación a las unidades producidas. Este indicador está expresa en miles de pesos colombianos.

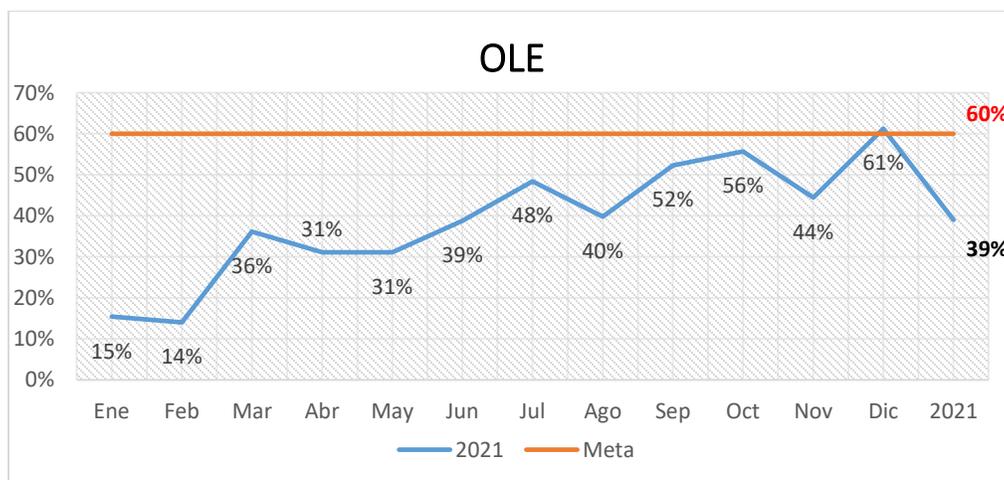
$$CTU = \frac{\text{Costo MOD} + \text{CIF}}{\text{Cantidad de unidades ensambladas en el mes}} \quad (3)$$

3.1.2 Toma de datos y análisis

A continuación, se presentan los datos obtenidos de los parámetros de medición de desempeño en ensamble y desempaque 1 de Auteco SAS en el año 2021, con los cuales se realizó el diagnostico para dar inicio al diseño de prácticas y estrategias que facilitaron la implementación de TPM en esta organización.

Parámetro de medición de desempeño 1: OLE

Figura 10. Histórico del OLE en Línea de ensamble y desempaque 1 en el 2021



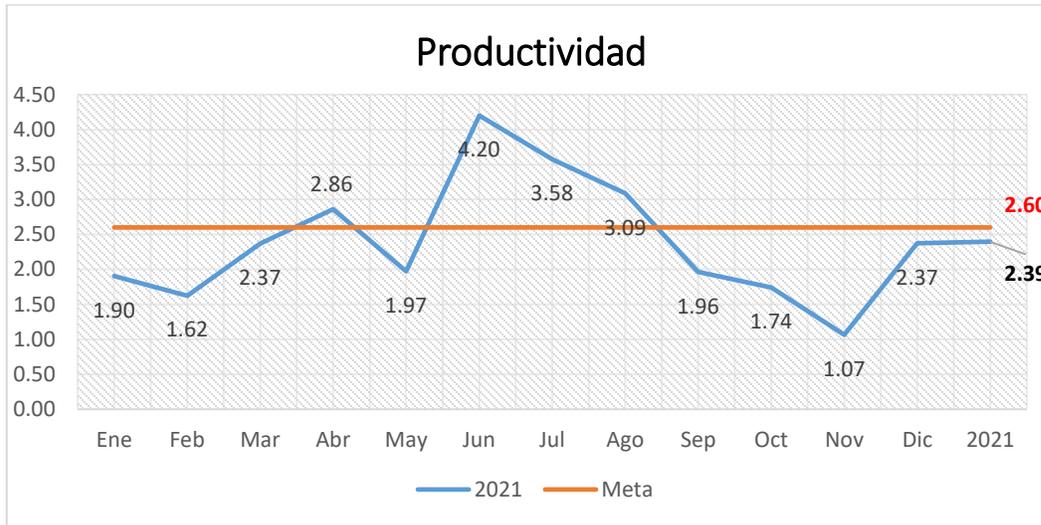
Nota: Elaboración propia basado en datos internos de la compañía (2021)

Partiendo de la **Figura 10**, es importante mencionar que la gerencia de producción de Auteco SAS planteó que el elemento clave para analizar el OLE es el referente internacional de las plantas de manufactura de la industria automotriz (esto según los proveedores y visitas de referenciación realizadas a lo largo del crecimiento de la empresa, desde hace más de 80 años), donde se tiene establecido un parámetro de clase mundial mayor al 85%. Inicialmente, Auteco SAS planteó una meta del 60% debido a la brecha tan grande que se tenía con respecto a las demás compañías, ya que hasta el momento de la realización del presente proyecto en Auteco SAS no se habían implementado metodologías de Lean Manufacturing como TPM, solamente se habían trabajado estrategias básicas como 5's y Kaizen, las cuales tal como ya se había mencionado, no fueron exitosas ni lograron permear la cultura de Auteco SAS, lo cual se evidencia en el no cumplimiento de la meta del OLE en 91,67% de los meses del año.

Por su parte, al momento de analizar la productividad, la cual es el segundo parámetro de medición de desempeño seleccionado, en la **Figura 11** se evidencia una tendencia decreciente de este indicador, además, de estar en promedio 0,21 motos/día/persona por debajo de la meta de 2,6, sin cumplirse o por lo menos igualarse la meta en el 67% de los meses del año.

Parámetro de medición de desempeño 2: Productividad

Figura 11. Histórico de productividad en Línea de ensamble y desempaque 1 en el 2021



Nota: Elaboración propia basado en datos internos de la compañía (2021)

En la gráfica de productividad se refleja la irregularidad y dispersión de los datos, básicamente por la falta de consistencia en el número de unidades producidas, dicha variable es difícil de controlar puesto que está atada a un requerimiento de demanda que no siempre es constante. El planteamiento con este indicador debía apuntar a normalizar los datos y minimizar la variabilidad con estrategias que apuntaran a un mejor control de la variable del recurso humano disponible, ya que es en la cual se pueden implementar estrategias internas.

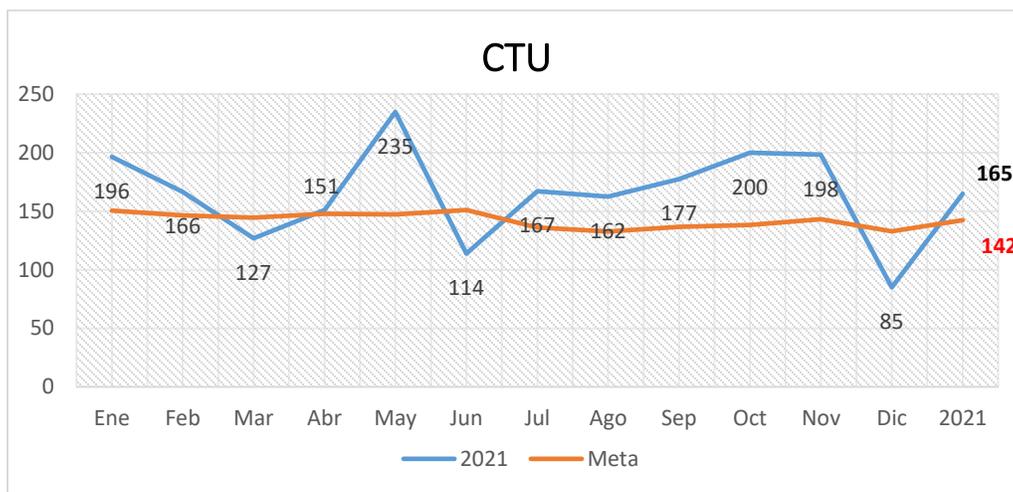
En los meses en los cuales el indicador estuvo por debajo de la meta, la principal causa del resultado se debe a un nivel de producción inferior y un exceso de recursos; es difícil flexibilizar la disponibilidad de recursos humanos puesto que la plantilla de trabajo no puede crecer o decrecer tan rápido como lo hace la demanda, debido al nivel de especialización requerida de la mano de obra y a las condiciones laborales favorables que se deben proporcionar, por tal motivo se debían tener estrategias claras para la utilización de ese exceso y no afectar el indicador de productividad, en otras palabras, tener el personal justo para la producción requerida y determinar un plan de trabajo, formación u otras

actividades para el personal ocioso (lo cual se plantea en el numeral 3.2.1 del protocolo de formación y entrenamiento).

Finalmente, con respecto al Costo de Transformación Unitario-CTU, como se observa en la **Figura 12**, se encontró que el 75% de los meses estuvo por encima de la meta de este indicador, estando en promedio 23.000 \$ pesos colombianos más costosa cada motocicleta ensamblada.

Parámetro de medición de desempeño 3: CTU

Figura 12. *Histórico del CTU en Línea de ensamble y desempaques 1 en el 2021*



Nota: Elaboración propia basado en datos internos de la compañía (2021)

Con respecto al CTU la situación no es muy diferente al análisis de la productividad, puesto que a menor volumen de producción y unos costos fijos homogéneos el indicador no va a cumplir la meta. El parámetro de análisis en este caso debe ser anual, puesto que la realidad de una planta de producción es que los costos anualizados logren mostrar todas las variaciones o requerimientos que se dan durante el año los cuales no están asociados a un mes específico, es decir, no son estacionales, por ejemplo, según la ley laboral colombiana el costo de mano de obra será mayor debido al pago de la prima de servicios legal, pero la organización no podrá garantizar un volumen de producción óptimo en dichos meses, ya

que la demanda es una variable exógena a la empresa. Dicho lo anterior, las estrategias encaminadas a reducir el costo debían abarcar el periodo anual completo, eso sí, teniendo un seguimiento mensual que sirviera de referencia de comportamiento, pero proyectando los resultados anuales y haciendo los ajustes a tiempo; la clave está en controlar los CIF en especial aquellos que tienen que ver con los incorporables (elementos de consumo requeridos en la fabricación de motocicletas), los no incorporables (elementos requeridos para el personal ejecutar la labor de producción) y los servicios públicos (agua, energía eléctrica y gas).

3.1.3 Conclusiones y definición de los planes de acción

Finalmente se evidencia que los parámetros de medición no se cumplían en desempaque y ensamble de la Línea 1 de Auteco SAS, por lo cual, se generó la necesidad de implementar prácticas y estrategias que posibilitaran el logro de la sostenibilidad de la compañía, a través de la evolución de los sistemas de mejoramiento, donde la base está en el TPM como se planteó en este proyecto, buscando establecer los estándares y mejores prácticas de trabajo que permitieran tener un control total de los recursos requeridos para el resultado productivo.

En este orden de ideas, el plan de acción tomado por la compañía y el cual se planteó en los siguientes capítulos de este trabajo, es la implementación de TPM siguiendo los 8 pilares planteados por la metodología y corroborados en la revisión de la literatura, estructurándolos para el caso de Auteco SAS de la siguiente manera:

Fase 1: Preparación

Etapa 1: Declaración de la alta Dirección; se anuncia formalmente la decisión de introducir TPM por medio de reuniones internas y/o publicaciones internas.

Etapa 2: Formación en TPM; se realiza educación introductoria al TPM y entrenamiento de los grupos de liderazgo. Niveles de entrenamiento según el

alcance. Se apoyó el entrenamiento por medio de consultoría o personal interno con manejo de la metodología según correspondiera.

Etapa 3: Definición de la estructura traslapada de TPM; se creó una organización de promoción de TPM. Conformación de comités y subcomités. Oficina de promoción de TPM.

Etapa 4: Establecimiento de los principios básicos y las metas del TPM para cada una de las etapas del proceso.

Etapa 5: Construcción del Máster Plan de implementación; se estableció el plan maestro el cual abarca desde la fase de preparación hasta la fase de consolidación y se determinaron las actividades de cada pilar con las tareas de seguimiento.

Fase 2: Fase de Introducción

Etapa 6: Kick Off. Lanzamiento oficial de la implementación de TPM en la compañía.

Fase 3: Fase Implementación

Etapa 7: Despliegue metodológico de los pilares básicos, en esta etapa se seleccionó como ya se ha mencionado en el presente proyecto, a la línea de ensamble y desempaque 1 para realizar el piloto en el cual se aplicó toda la metodología. En este paso se implementaron los pilares de Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planeado, Educación y Entrenamiento y Mejoramiento Kaizen.

Etapa 8: Seguridad, Higiene y Medio Ambiente; Se desarrolla un sistema para manejar la salud, la seguridad y medio ambiente. Pilar SHE.

Etapa 9: Control Inicial; Se Construye un sistema de manejo temprano para nuevos productos y maquinaria, equipos fáciles de usar. Trabajo activo con innovación (ideas atrévete, Kaizen).

Etapa 10: Mantenimiento de la Calidad; se Construye un sistema de mantenimiento de la calidad. Se activa el pilar de Calidad.

Etapa 11: TPM Administrativo; Se construye un sistema efectivo de administración y soporte. Se activa el pilar de Eficiencia Administrativa.

Fase 4: Fase Consolidación

Etapa 12: Consolidación. Se mantiene la implementación y aumentan los niveles o áreas de aplicación del TPM.

A modo resumen, el plan de acción se presenta en la **Figura 13**

Figura 13.Planes de acción a implementar en Desempaques y Ensamble Línea 1 Auteco SAS

Fase	Etapas
Preparación	1. Declaración de la alta Dirección ★
	2. Formación en TPM
	3. Definición de la estructura traslapada de TPM
	4. Establecimiento de los principios básicos y metas
	5. Construcción del Máster Plan de implementación
Lanzamiento	6. Kick off / Lanzamiento oficial de TPM ★
Implementación	7. Despliegue metodológico pilares básicos → 7.1 Mejoras Enfocadas
	8. Seguridad, Higiene y Medio Ambiente → 7.2 Mantenimiento Autónomo
	9. Control Inicial → 7.3 Mantenimiento Planeado
	10. Mantenimiento de la Calidad → 7.4 Educación y Entrenamiento
	11. TPM Administrativo
Consolidación	12. Aplicación continua ★

Nota: Elaboración propia basado en metodología TPM (2021)

3.2 Prácticas y estrategias para la implementación de TPM

Diseñar prácticas y estrategias que faciliten la implementación de TPM en la línea de ensamble y desempaque número 1 de Auteco SAS.

Actividades:

1. Definir el protocolo de formación y entrenamiento
2. Referenciar las prácticas de implementación aplicadas en la industria
3. Definir el alcance y fundamentación metodológica a aplicar

Partiendo del plan de acción establecido anteriormente, y después cumplir la etapa 1, la cual se enfocó en la declaración de la alta Dirección y se anunció formalmente la decisión de introducir TPM por medio de publicaciones internas, para continuar con el diseño de prácticas y estrategias que facilitarían la implementación de TPM en la línea de ensamble y desempaque número 1 de Auteco SAS, se planteó el protocolo de formación y entrenamiento.

3.2.1 Protocolo de formación y entrenamiento

La formación de las personas tiene el propósito de transferir el conocimiento e integrarlos a la metodología necesaria para desarrollar la totalidad de los pilares del TPM, por ello, se debía diseñar un programa de capacitación que permitiera transmitir al personal un conjunto de técnicas y procedimientos empleados para el desarrollo de los pasos de TPM, basándose en la metodología Monozukuri Gemba, donde se considera al trabajador como eje de la producción.

El mejoramiento de las habilidades y destrezas del trabajador, así como el conocimiento pleno de su oficio, generaron empoderamiento, sentido del trabajo, y finalmente una significativa mejora de los indicadores de productividad. El elemento habilitador para este

fin, fue la Escuela de Destreza, donde se permite desarrollar capacidades específicas de cada industria, en tiempos cortos pero estructurados. Estos espacios permiten fortalecer el sistema de polivalencia, y disminuir los errores y problemas de calidad.

La escuela de destreza es uno de los elementos de éxito para la competitividad en la industria automotriz, empresas como Renault, TVS Motor Company y KTM Motorcycles, aprovechan esta herramienta de entrenamiento para desarrollar las habilidades de sus trabajadores, y que estos puedan ejecutar sus actividades productivas con bajo condiciones de seguridad y ergonomía, manteniendo los altos estándares de calidad y productividad.

Estas capacitaciones se ejecutan en el aula de clases y se perfeccionan en planta con los trabajadores de línea y personal de soporte, se buscó entregar conocimiento y empoderar a cada uno de los miembros del equipo en la filosofía TPM, se utilizaron herramientas audiovisuales, pedagógicas y prácticas para transmitir el mensaje de manera clara y coherente. Además, se estableció una plataforma virtual de disseminación de conocimiento, llamada “La U Auteco” donde las personas pueden acceder a los temas relevantes y ejecutar cursos virtuales de manera asincrónica.

Una vez recibidas las bases teóricas necesarias, el resultado esperado fue el desempeño de ellos en forma correcta, con las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos, a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario. Para lograr esto el TPM requería de un personal que hubiera desarrollado habilidades en las siguientes actividades:

1. Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos.
2. Comprender el funcionamiento de los equipos.
3. Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
4. Capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros.
5. Habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas con los procesos.

La primera etapa introductoria fue entregar el “qué”, donde se les dio a conocer de qué se trata la herramienta, su enfoque hacia los cero accidentes, cero defectos y cero averías. Debido a que fue el personal el punto clave en el desarrollo de la metodología TPM, se debió dar toda la relevancia al primer momento de contacto con la metodología, se debió entregar elementos que ilustraran cual era el objetivo, como cambiar la mentalidad de las personas y finalmente el beneficio rápido y tangible de TPM.

Luego se debió profundizar con los supervisores y líderes del área, ellos debían conocer al detalle la metodología TPM ya que serán las personas encargadas de dirigir su personal a cargo. Aquí se debió enseñar el panorama completo de los pilares y, mediante ejemplos prácticos, se les dio a conocer el pilar que se iba a implementar como eje inicial (Mantenimiento Autónomo) y lo fundamental que era la interacción de cada uno de ellos.

Finalmente se buscó que se fuera estructurando una cultura de diseminación de conocimiento desarrollando a cada integrante como formador de formadores, con el fin de que los elementos llegaran de forma directa y clara a cada uno de los puestos de trabajo.

Después de tener claro y establecido el protocolo de formación y entrenamiento, también fue importante referenciar en la industria automotriz algunas prácticas utilizadas en la implementación de TPM.

3.2.2 Prácticas de implementación aplicadas en la industria

De algunas referenciaciones nacionales e internacionales realizadas por el Gerente de Producción de Auteco SAS, se logró concluir que sin importar las prácticas utilizadas o las estrategias implementadas, la experiencia propia y la presencialidad son elementos claves para el entendimiento real de las culturas y las formas de ejecución, tener la fortuna de ver con tus propios ojos la evolución de los sistemas de producción y la simplicidad de cómo lo hicieron, es algo que enriquece y llena de elementos valiosos la perspectiva de futuro.

En este sentido, la industria automotriz ha tenido una evolución especial frente a temas de mejoramiento continuo, puesto que se desenvuelve en mercados agresivos, complejos y

cambiantes, por tal motivo el desarrollo y gestión de sus recursos ha sido clave para lograr mantenerse vigentes. Durante la elaboración de este proyecto se tuvo la posibilidad de visitar plantas de ensamblaje de vehículos en India, como la planta de Hosur, en la provincia de Tamil Nadu, perteneciente a TVS Motor Company, y la planta de Chakan, en la provincia de Maharashtra, perteneciente a Bajaj Auto Ltd., por mencionar dos de las más grandes y tecnificadas, pero con la misma ideología de TPM fomentada por la expansión de conocimiento japonesa. Esta relación Indo-japonesa tiene orígenes hace casi cinco siglos, pero después de la segunda guerra mundial las grandes industrias de motos japonesas, como Honda, Suzuki y Kawasaki encontraron en el mercado indio una gran oportunidad de ampliar su crecimiento. Una combinación perfecta de mano de obra creciente y económica, y el valor agregado de la abundancia de materiales, permitieron que los indios adoptaran como propias todas las filosofías de mejoramiento que Japón llevaba varios años desarrollando, y para los japoneses, fue una gran forma de expandir sus negocios y su doctrina productiva.

Para efectos de este trabajo, el centro de la información corresponde a visitas a plantas de fabricación de TVS Motor Company en el 2021, donde se evidenciaron los resultados superlativos que pueden obtenerse al implementar TPM, eso sí, no es algo que ocurra de un día para otro, la verdadera fuerza de TPM radica en la paciencia, disciplina y constancia para implementarse a través de los años. En el caso puntual de TVS Motor Company, es un proyecto que lleva casi veinte años y aún sigue perfeccionándose cada día, convirtiéndose en un estilo de vida para sus empleados.

El principal elemento que se vio en estas empresas fue la alineación de las iniciativas con la estrategia macro del negocio, y por consiguiente la devoción de las personas por ajustarse a los parámetros y obtener la mejora continua. Es de resaltar que cada empleado llevaba consigo un plegable (Ver **Figura 14**) que contenía los elementos más representativos de TPM y lo usaba como una fuente constante de consulta para afrontar las diferentes situaciones que suceden en una planta de producción, esto permitía lograr el verdadero

cambio de mentalidad y orientar las acciones de forma ordenada hacia el mejor resultado posible.

Figura 14. Plegable de bolsillo Plan TPM en TVS

TVS

TPM

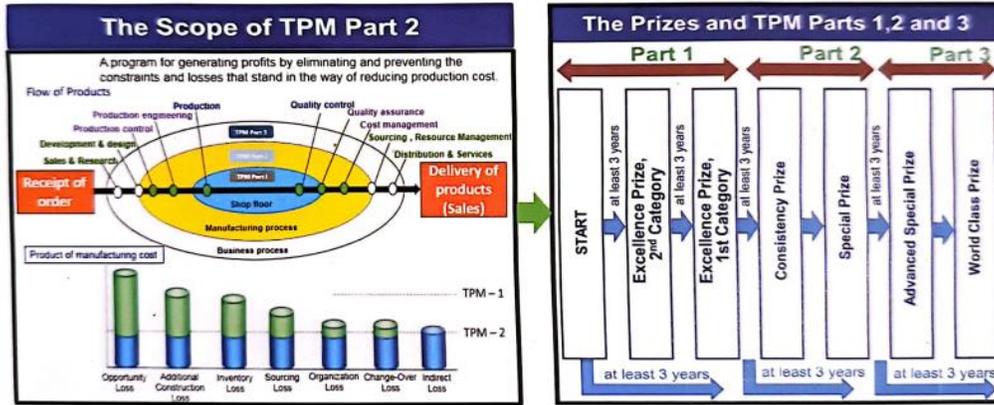
ELIMINATE MAJOR LOSS

Sixteen Major Losses

- Equipment failure loss.
- Set-up & adjustment loss.
- Cutting tool and jig change loss.
- Start-up loss.
- Minor stoppage and idling loss.
- Reduced speed loss.
- Defects & rework loss.
- Shutdown loss.
- Management loss.
- Operating motion loss.
- Line organization loss.
- Logistics loss.
- Measurement and adjustment loss.
- Energy loss.
- Die, Tool and jig loss.
- Yield loss.

Mind Set Change

TPM Part – 1	TPM Part – 2
• Approach towards production cost	➤ Approach changed to product cost
• Focus on Shop floor process	➤ Focus on Manufacturing Process
• Implement 8 pillar structure	➤ Additional pillar added based on business need
• Emphasize the QCD targets in plant level	➤ Reinforce QCD → QCT
• Establish systems for using TPM indicators to evaluate business performance	➤ Establish TVS Production system (TPS)
• Autonomous Maintenance	➤ Autonomous Management



COMPANYWIDE JISHU HOZEN

7 Step of Jishu Hozen (Autonomous Maintenance)

- Initial clean-up.
- Counter measures for the cause of forced deterioration and improving hard to access area.
- Preparation of tentative Jishu Hozen Standards.
- General Inspection.
- Autonomous Inspection.
- Standardization.
- Autonomous Management.

Nota: Tomado de TVS Motor Company (2021)

Lo anteriormente evidenciado en TVS cobra mucha relevancia, ya que como ya se mencionó, la base para el despliegue de TPM fue el entrenamiento de las personas, y no se trataba de tener personas rápidas y ágiles en su oficio simplemente, se trataba de que cada operador pensara y actuara bajo condiciones de seguridad, calidad y productividad, justamente en ese orden y sin alterar las demás. Para esto, TVS contaba con un Training Center donde recibía jóvenes recién egresados de escuelas técnicas y empezaba a formarlos para convertirse en operadores de sus diferentes procesos fabriles. Para darse un idea de la importancia del entrenamiento, un operario llegaba a ejecutar su operación productiva luego de tener dos años de estudio técnico posterior al grado de secundaria, además de tres meses de entrenamiento general en tópicos de TPM, un mes en entrenamiento teórico de las funciones a desarrollar y por ultimo dos meses de entrenamiento con un tutor en el puesto de trabajo, es decir, que un empleado que ingresaba a estas empresas, recibía seis meses de entrenamiento antes de empezar a generar valor al negocio, está claro que el costo de tener esta dinámica es muy elevado, pero asegura que los procesos de producción se ejecutaran a la perfección.

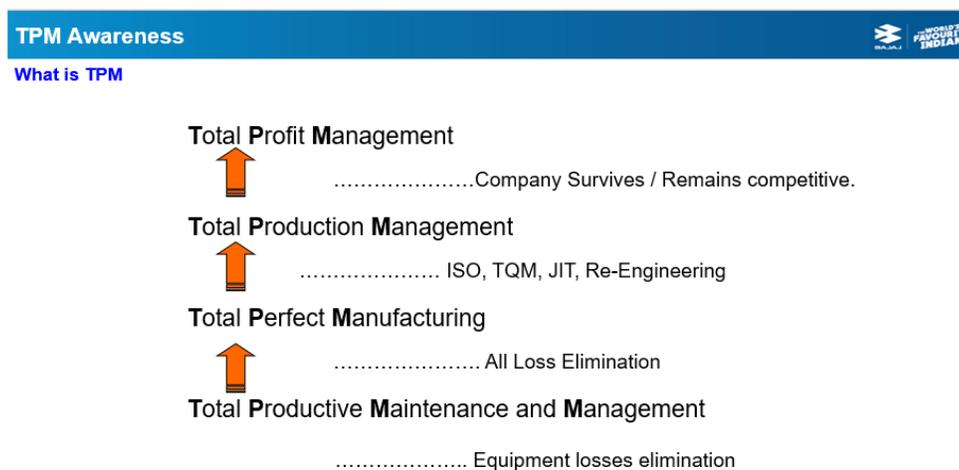
Finalmente, aunque en la propuesta planteada por temas de costos no se realizó el entrenamiento tan profundo como el mencionado anteriormente, si se hizo un símil de este Training Center entre la Escuela de Destrezas y La U Auteco, tal como se planteó en el protocolo de formación y entrenamiento del numeral anterior, todo esto teniendo en cuenta que esta etapa pertenecía a la fase 1 de Preparación, específicamente enfocado en el entrenamiento de TPM; siendo aquí donde al identificar diferentes limitaciones para el desarrollo de una propuesta basada en TPM para el aumento del desempeño en la línea de ensamble y desempaque número 1 de Auteco SAS se debió establecer de manera clara el alcance y fundamentación de la metodología a aplicar.

3.2.3 Alcance y fundamentación metodológica a aplicar

El común del mercado cuando se habla de TPM, es desarrollar un modelo de gestión vitalicio, ya que es una metodología amigable con el cambio, convive con la novedad y se retroalimenta a sí misma, por eso a la hora de definir el alcance se debieron tener bases muy claras, pero no escritas en piedra, esto quiere decir, que cuando se evidencia que las empresas que han desarrollado TPM llevan 20 años haciéndolo y aún siguen evolucionando, es una clara muestra de que es un camino a la excelencia amplio y largo.

Algunas empresas tienen una evolución de TPM particular donde el enfoque migra hacia la maximización de las utilidades, y aunque es difícil de entender como una metodología fabril logra impactar las rentabilidades de un negocio, si se piensa con calma se puede concluir que en una empresa donde sus operarios no se ausentan del trabajo, la conciencia de la calidad es alta y centrada en el cliente, y además, se tiene un foco en el uso razonable y preciso de los recursos, será una empresa habilitada para competir y generar valor. Muestra de esto es la evolución de la metodología en algunas empresas indias, como Bajaj, que llevan un proceso largo de implementación y hoy disfrutan de los beneficios; como se muestra en la **Figura 15**.

Figura 15. Evolución de TPM según Bajaj



Nota: Tomado de formación dictada por Bajaj Auto Limited (2020)

Para el caso de Auteco SAS el alcance o intención que se tuvo con TPM vino en una línea muy similar a la de las empresas indias, esto tuvo que ver con su relación estrecha a nivel comercial que permitió evidenciar que TPM si funciona, por otro lado, esta metodología llegó como una gran solución para consolidar un sistema de producción coherente con la intención del negocio y las dimensiones del mercado de motos en Colombia.

El primer paso en Auteco SAS, tal como se mencionó anteriormente, en la etapa 1 de preparación, fue incluir la metodología dentro del MBS (Market Business Strategy), tal como se evidencia en la **Figura 16**, donde se muestra la hoja de ruta para el despliegue de la planeación estratégica, y coherente con la importancia del programa y el compromiso de la dirección, se ubicó la implementación de TPM como una de las metas por alcanzar para el periodo 2021 -2025.

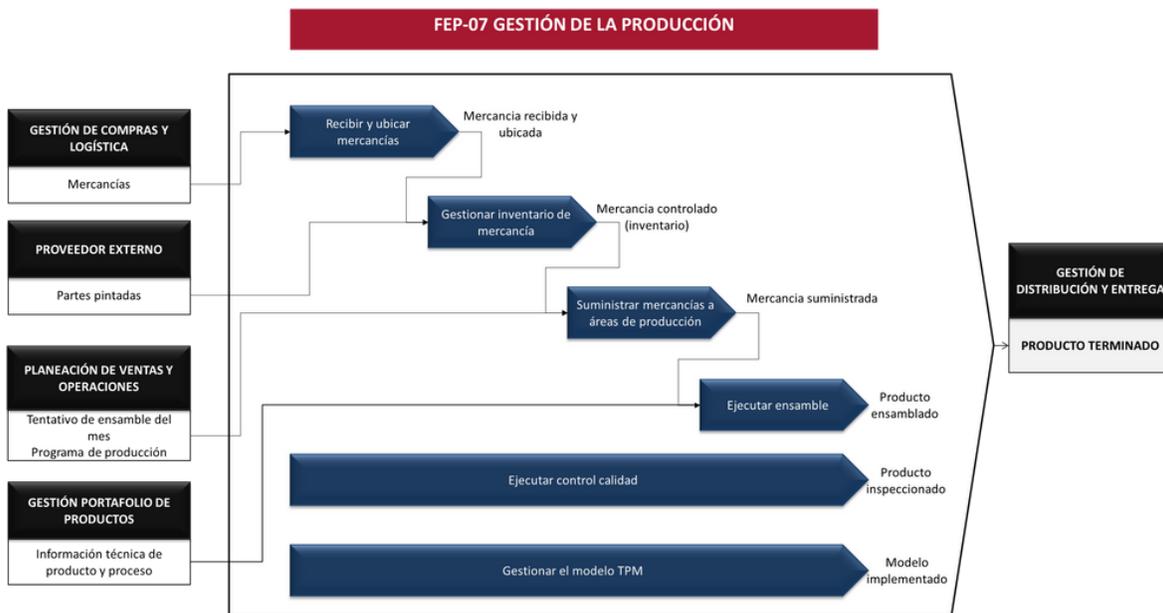
Figura 16.MBS Auteco SAS



Nota: Tomado de MBS de Auteco SAS (2021)

El siguiente paso fue que la metodología TPM conviviera con los demás enfoques de la organización y fuese parte del ADN de los procesos. Por tratarse de una implementación que empezaba en la planta de producción, la responsabilidad del despliegue estaba en el proceso de Gestión de la producción y en el primer alcance de 3 años tenía como personal objetivo todos aquellos que tengan relación directa con el ensamble de motocicletas, iniciando con la línea número 1 de desempaques y ensamble, tal como se muestra en la **Figura 17**.

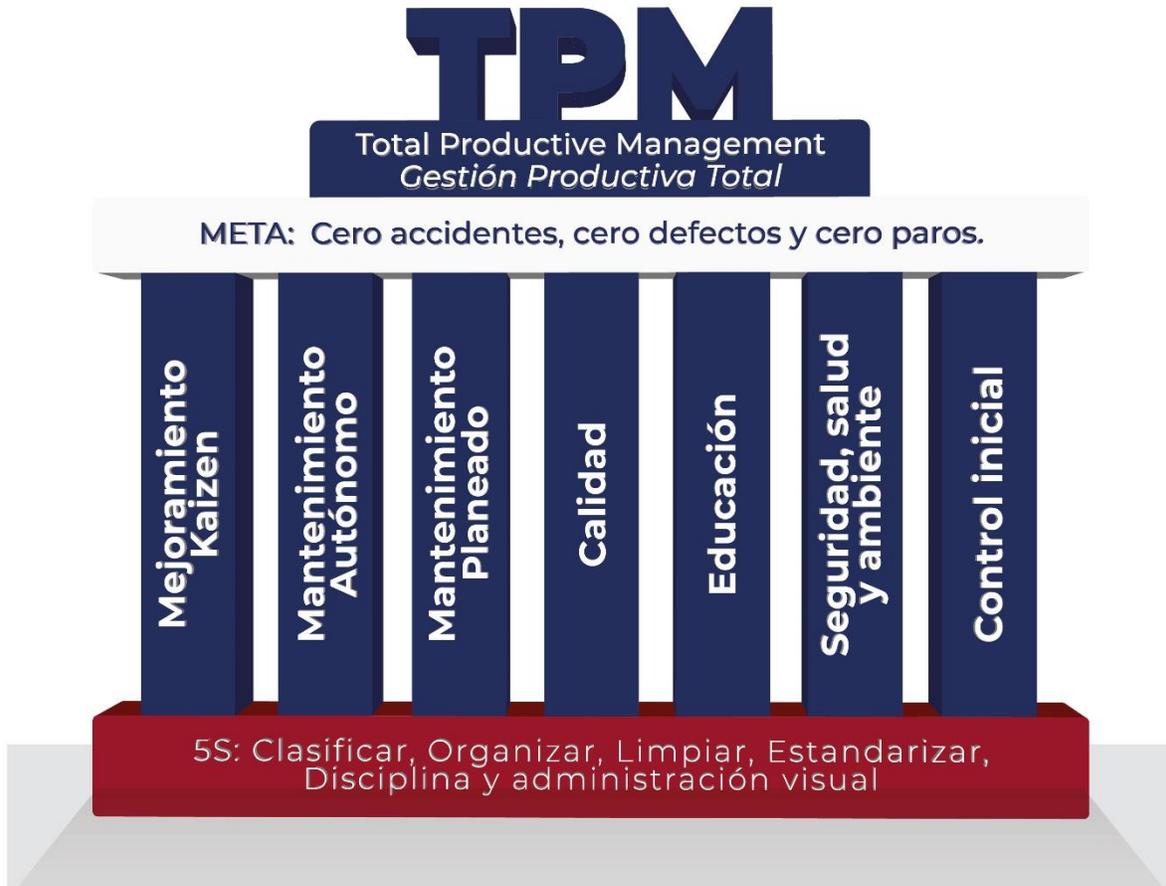
Figura 17.Diagrama de Procesos de Gestión de la Producción



Nota: Tomado de Auteco SAS (2021)

Continuando con las etapas planteadas en el plan de acción generado en este proyecto, específicamente con las etapas 3 y 4: se realizó la definición de la estructura de TPM y se creó una organización de promoción de TPM, a través del planteamiento de los 7 pilares del TPM de Auteco SAS, los cuales se presentan en la **Figura 18**. Además, siguiendo la etapa 4 se establecieron las estrategias del TPM para cada uno de dichos pilares, las cuales se pueden observar en la **Tabla 3**.

Figura 18. Pilares TPM en Auteco SAS



Nota: Tomado de Auteco SAS (2021)

Tabla 3. Estrategias para cada pilar de TPM en Auteco SAS

Mejoramiento Kaizen	Mantenimiento autónomo	Mantenimiento planeado	Calidad	Educación	Seguridad, salud y ambiente	Control inicial
Investiga todas las pérdidas financieras a través del árbol de pérdidas	Aproxima el operador al equipo	Dedica el tiempo para ejecutar el papel de especialista	Trabaja la eliminación de los defectos de la calidad a partir de las 4M's	Desarrolla todo el conjunto de competencias y habilidades necesarias para la implementación del TPM	Implementa metodología de prevención para eliminar accidentes, exposición y contaminación	Incorpora el aprendizaje de los pilares, para ejecutar proyectos más eficientes y sin problemas
Ofrece metodología para eliminación de las grandes pérdidas	Restaura las condiciones básicas y normales de operación	Implementa planes de prevención y técnicas de diagnóstico				
Contabiliza las mejoras en los 8 pilares	Ejecuta rutina de inspección, detecta anomalías y realiza reparaciones menores	Alcanza cero fallas y optimiza costos	Establece "puntos Q" que el operador pasa a controlar durante su rutina			Trabaja para disminuir el tiempo entre el proyecto y la partida con producto aprobado
Da visibilidad a la implementación y define prioridades						

Nota: Elaboración propia basado en metodología TPM (2021)

El detalle de cada una de las estrategias planteadas se presenta a continuación en la **Tabla 4.**

Tabla 4. Actividades de las estrategias para cada pilar de TPM en Auteco SAS

Estrategia	Métrica	Responsables	Tiempo de aplicación
Investiga todas las pérdidas financieras a través del árbol de pérdidas	* Motos producidas por hora	Equipo pilar Mejoramiento Kaizen	En la figura 19 relacionada más adelante se pueden comprender los tiempos de implementación, considerando la variabilidad de los tiempos de ejecución por tratarse de un sistema de mejoramiento a largo plazo.
Ofrece metodología para eliminación de las grandes pérdidas	* Motos producidas por hombre	Equipo pilar Mejoramiento Kaizen	
Contabiliza las mejoras en los 8 pilares	* Productividad por línea	Equipo pilar Mejoramiento Kaizen	
Da visibilidad a la implementación y define prioridades	* CTU (Costo de transformación)	Equipo pilar Mejoramiento Kaizen	
Aproxima el operador al equipo	* Adherencia al plan de vigilancia * Paros de línea	Equipo pilar Mantenimiento Autónomo	
Restaura las condiciones básicas y normales de operación	* Ejecución del plan de 5'S	Equipo pilar Mantenimiento Autónomo	
Ejecuta rutina de inspección, detecta anormalidades y realiza reparaciones menores		Equipo pilar Mantenimiento Autónomo	
Dedica el tiempo para ejecutar el papel de especialista	* Costo de mantenimiento	Equipo pilar Mantenimiento Planeado	

Implementa planes de prevención y técnicas de diagnóstico	* MTBF (tiempo medio entre fallas) * MTTR (tiempo medio de reparación)	Equipo pilar Mantenimiento Planeado	
Alcanza cero fallas y optimiza costos		Equipo pilar Mantenimiento Planeado	
Trabaja la eliminación de los defectos de la calidad a partir de las 4M's	* Paso directo * PDI (inspección previa al despacho)	Equipo pilar Calidad	
Establece "puntos Q" que el operador pasa a controlar durante su rutina	* Reclamaciones de los usuarios	Equipo pilar Calidad	
Desarrolla todo el conjunto de competencias y habilidades necesarias para la implementación del TPM	* Horas de entrenamiento por persona	Equipo pilar Educación	
Implementa metodología de prevención para eliminar accidentes, exposición y contaminación	* Accidentes de trabajo * Incidentes de trabajo * Primeros Auxilios	Equipo pilar Seguridad, Salud y Ambiente	
Incorpora el aprendizaje de los pilares, para ejecutar proyectos más eficientes y sin problemas	* Resultado preserie de producto	Equipo pilar Control Inicial	

Trabaja para disminuir el tiempo entre el proyecto y la partida con producto aprobado	* Costo del proyecto	Equipo pilar Control Inicial	
---	----------------------	------------------------------	--

Nota: Elaboración propia (2022)

En este orden de ideas, fue importante establecer rubricas de evaluación y medición para la implementación, así mismo, que los modelos de auditorías y certificación para cada pilar, lo cual se desarrolló en la siguiente etapa del presente proyecto.

Partiendo de la definición dada por la (RAE, 2023) de lo que es un modelo “arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo”, a continuación, se presentan una serie de puntos que pueden ser comprendidos como un modelo de gestión de mejoramiento continuo basado en TPM; los cuales son planteados partiendo de las referencianes realizadas por el gerente de producción a plantas de ensamble de motocicletas de diferentes países como la India. En el modelo se establecen las rubricas de evaluación y medición de la implementación, además de que se diseña como tal el modelo de auditoría basado en 3 puntos o tipos de auditorías a 3 niveles, adicional de los elementos de referencia para la certificación de los pasos y pilares de TPM establecidos en el presente proyecto.

3.3 Modelo de gestión y análisis operacional

Desarrollar un modelo de gestión y análisis operacional en la línea de ensamble y desempaque.

Actividades:

1. Establecer la rúbrica de evaluación y medición de la implementación
2. Diseñar el modelo de auditoría y certificación de pasos y pilares

3.3.1 Rubricas de evaluación y medición de la implementación

Con la implementación de la metodología TPM, se buscó consolidar la cultura alineada al trabajo en equipo para lograr la excelencia operacional y fortalecer la cultura del cero accidentes, cero defectos y cero pérdidas.

El indicador para medir el despliegue de TPM en Auteco SAS, se estableció como la relación de las actividades ejecutadas y las actividades planeadas,

$$\text{Indicador despliegue Tpm} = \frac{\text{Actividades ejecutadas}}{\text{Actividades planeadas}} \times 100\% \quad (4)$$

tales actividades fueron estipuladas en el Plan Maestro TPM con miras a la certificación de pasos de los equipos de mejoramiento en el pilar de mantenimiento autónomo, todo esto dando cumplimiento a la etapa 5 planteada en el apartado de plan de acción del objetivo específico 2.

El plan maestro se debe estipular cada año y se realizaron revisiones de avances cada 15 días con la dirección de operaciones; las actividades fueron planeadas en un marco de tiempo en el cual los equipos de mejoramiento en acompañamiento de los pilares establecidos lograran la certificación en cada paso trabajado.

Inicialmente la metodología se implementó con el equipo piloto, en el cual se desplegaron las actividades del Plan Maestro y luego de acuerdo con las lecciones aprendidas, se ajustaron dichas actividades y se replicaron en los otros equipos de mejoramiento que actúan en los diferentes procesos, el despliegue se midió en comparación con un Target o meta del 95%, el cual se estableció por parte de la dirección de operaciones, apoyado en el gerente de producción.

Otro elemento importante fue asociar el despliegue de la metodología en una medición por equipos, las actividades giraron en torno a la Seguridad, la Calidad y la Eficiencia, el plan consistió en unir este despliegue a la bonificación salarial que da la empresa como parte de su programa de beneficios.

El componente de Seguridad tenía un peso del 45% y se distribuyó de la siguiente manera: Cumplimiento plan de gestión, Conformidad de auditoría y Planes de acción de auditoría.

El plan de gestión hacía referencia a la realización de una serie de actividades que tenían como finalidad hacer habito la gestión y autodesarrollo en el puesto de trabajo al colaborador, lo anterior mediante el uso del Checklist operacional diario en el que se revisaron condiciones de seguridad, orden y aseo, cumplimiento del plan de vigilancia y reuniones de respuesta rápida. El plan de gestión tenía un aporte de 25 puntos. Para la consecución de los indicadores se realizó seguimiento semanal con los lideres y de acuerdo con esto se rastreó el nivel de cumplimiento y se logró gestionar de forma oportuna los resultados; la meta esperada por equipos se planteó que fuera superior al 95% de las actividades ejecutadas sobre las actividades planeadas, como se mencionó anteriormente. Para el caso de Conformidad de auditoría, hacía referencia a los resultados de los ejercicios de auditoría, donde se midió el cumplimiento y la conformidad de la aplicación de las 5'S en cada equipo, se registró en un formato de hallazgos por equipos el cual se hace una vez por semana. Estas auditorías tendrían un aporte de 10 puntos. Se realizó una revisión de avances semanalmente para la gestión oportuna de resultados, y estos resultados se archivaron en una carpeta por cada equipo, de forma que se contara con evidencia de los hallazgos. Se esperaba un Target o meta superior al 70% de conformidad en las auditorias, esto partiendo de una preauditoria realizada como diagnóstico y el consenso en los comités de TPM.

Por último, en los planes de acción de auditoría se midió la gestión de los hallazgos y la definición, seguimiento y cierre a las acciones correctivas o de mejora, que resultaron de los dos ejercicios anteriores (plan de gestión y conformidad de auditoria) con miras a al cumplimiento de los tiempos estipulados. Los planes de acción tenían un aporte de 10 puntos.

El 55% restante estaba relacionado con la calidad y la eficiencia, para las cuales se establece el modelo de auditorías y certificación de pasos y pilares que se presenta a continuación.

3.3.2 Modelo de auditorías y certificación de pasos y pilares

La certificación de pasos se realizó para garantizar que los equipos de mejoramiento y las actividades ejecutadas cumplieran con sus estándares, requisitos y criterios en cada paso del pilar de Mantenimiento Autónomo (MA).

Auditoría Nivel 1: Esta auditoría estaba dirigida por el líder de pilar MA y el líder del equipo de mejoramiento, teniendo en cuenta cumplimiento de los requisitos de paso y el dominio de los temas por parte de los integrantes del equipo; inicialmente se debía hacer una preauditoría por parte del equipo, con el fin de enunciar los contenidos generales, estos temas se debían verificar en el área donde se esté desempeñando el equipo y la correspondiente evidencia en el tablero de gestión. Los resultados de la auditoría se llevaron en un indicador porcentual de acuerdo con el cumplimiento de los puntos.

Auditoría Nivel 2: De acuerdo con los resultados de la auditoría de nivel 1 se realizaba seguimiento al cierre de brechas encontradas, seguido a esto se debía programar Auditoría de nivel 2 con el mismo formato de preauditoría y con los mismos auditores en donde se realizaba un énfasis en los puntos de bajo desempeño de la anterior auditoría y se esperaba obtener un indicador de cumplimiento superior al 90%.

Auditoría Nivel 3: Esta auditoría fue realizada por el Gerente de Planta en compañía de los líderes de Pilar; la finalidad era poder realizar para la certificación de cada paso del pilar de Mantenimiento Autónomo a los equipos de mejoramiento, el indicador que se esperaba obtener era superior al 95%; esto después de auditar evidencias en el tablero de gestión de acuerdo al paso en el que se encontraran, por ejemplo, si el equipo estaba certificado en paso uno se verificaba el cumplimiento y aplicación de los conocimientos y habilidades alcanzadas en anteriores pasos.

Los demás pilares se desarrollaron de manera paralela y fueron apoyando el desarrollo de los pasos de MA.

Finalmente, el detalle de implementación de la propuesta basada en TPM para el aumento del desempeño en la línea de ensamble y desempaque número 1 de Auteco SAS se detalla en el siguiente apartado del presente proyecto.

3.4 Plan de implementación

Definir un plan de implementación de las estrategias y modelos propuestos.

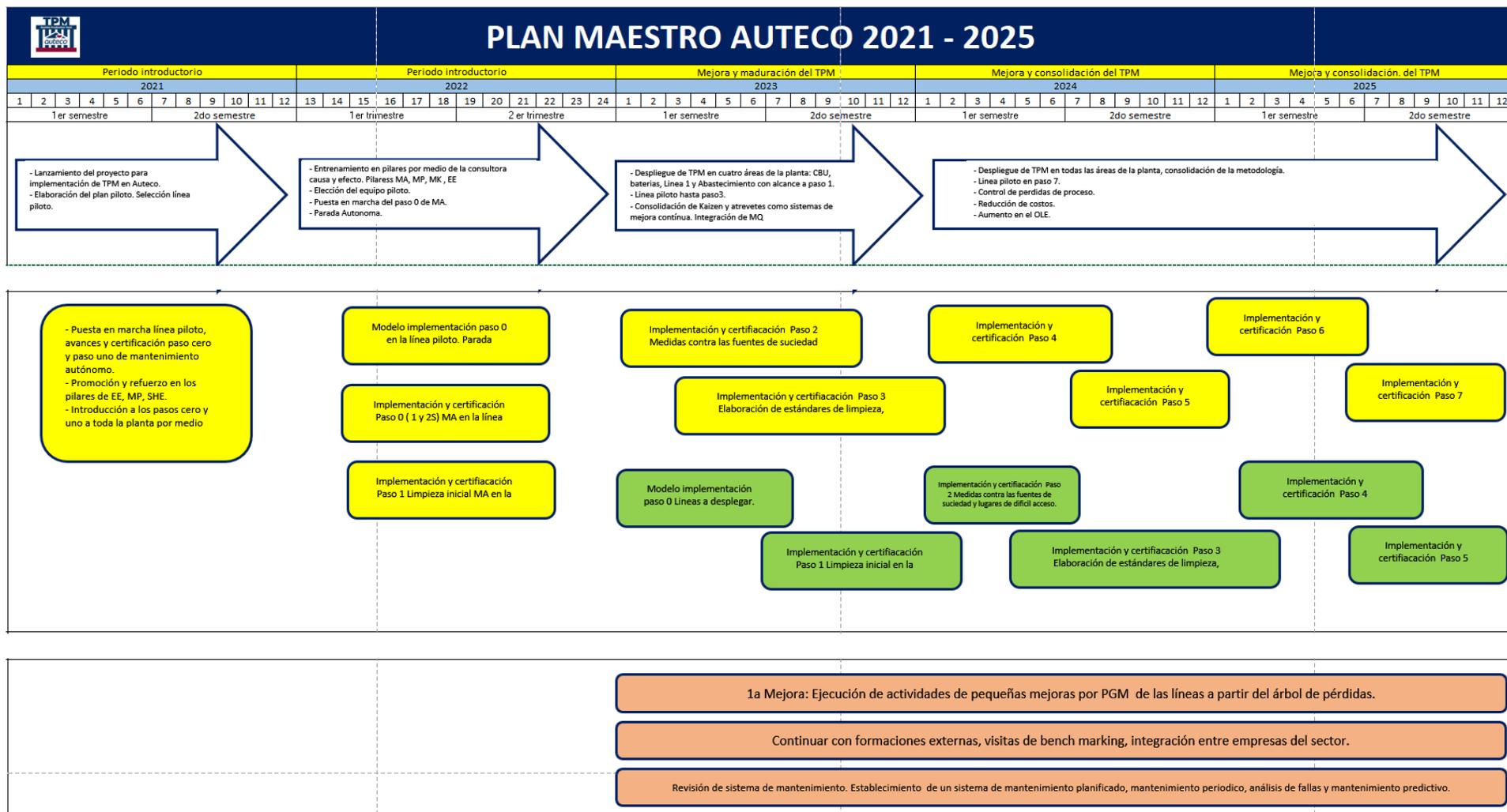
Actividades:

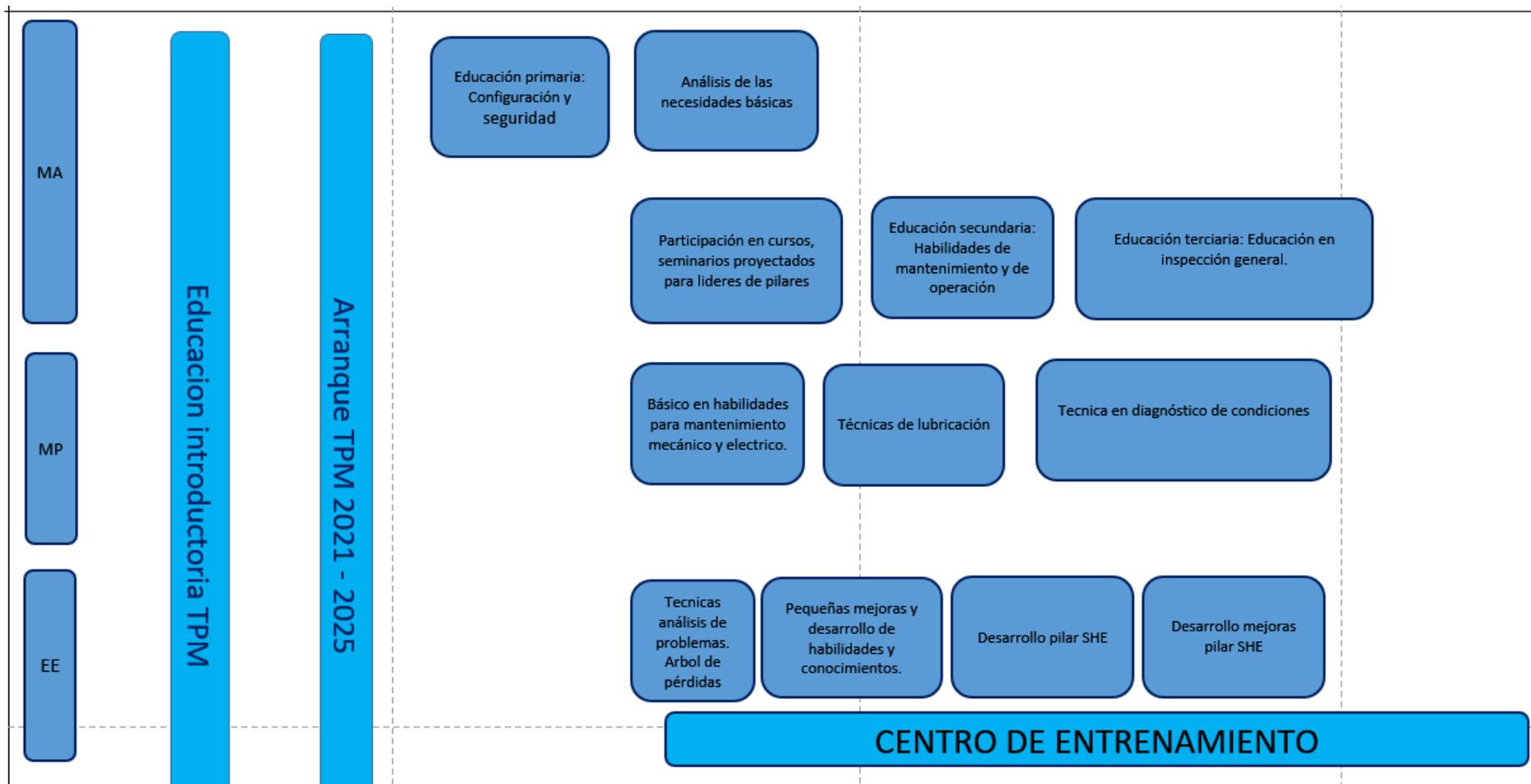
1. Establecer el máster plan de implementación, incluyendo el presupuesto y el horizonte de tiempo requerido.
2. Definir los comités de implementación

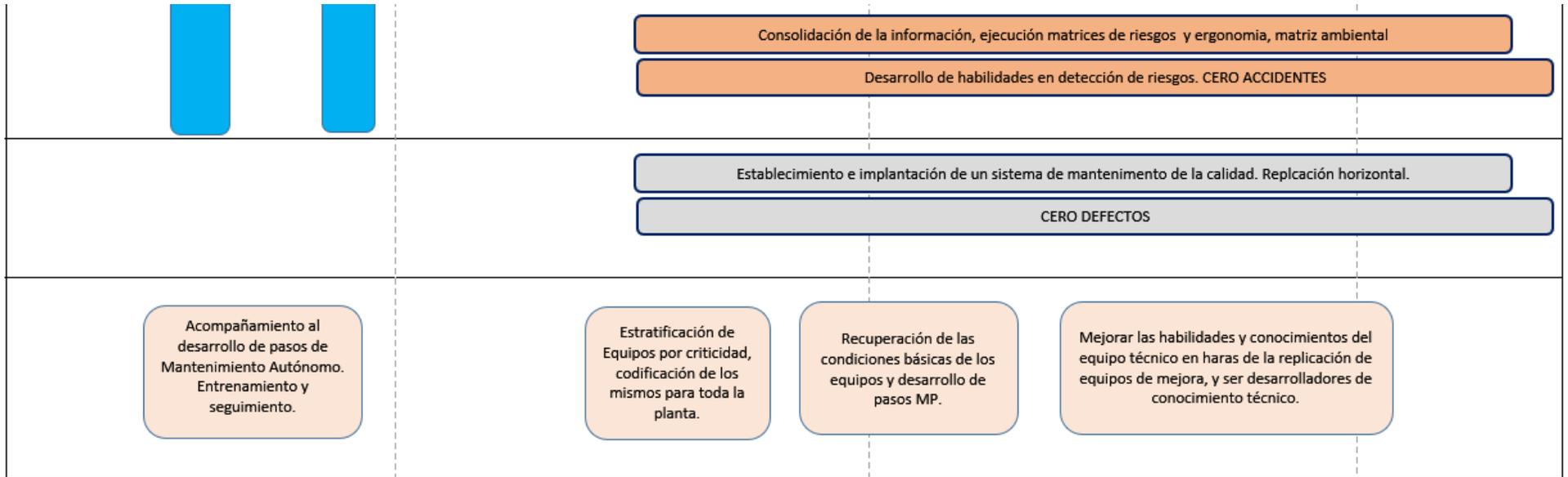
3.4.1 Máster plan de implementación

A continuación, se presenta el Máster Plan de implementación de la propuesta basada en TPM para lograr el aumento en los indicadores de desempeño planteados en la Línea de desempaque y ensamble 1 de Auteco SAS.

Figura 19. Máster Plan TPM Auteco







Nota: Elaboración propia basado en propuesta de aplicación de TPM (2021)

3.4.2 Comités de implementación

Después del planteamiento de lo anteriormente mencionado en este proyecto, Auteco SAS encontró que la disciplina y el control del avance del programa era clave para lograr los objetivos, ya que más allá de auditar los entregables o cuestionar su resultado, la rutina gerencial que planeara debería estar diseñada para aportar y remover los obstáculos que se presentaran, porque de no ser así no se lograría el éxito en la implementación de esta metodología. Por rutina gerencial, se deberían entender todos aquellos espacios formales de reunión, presentación, auditoria o validación en campo, de las metodologías que se desarrollen bajo el programa TPM; estos espacios debían contar con un grupo de personas seleccionadas para poder participar y tomar decisiones, velando por todos los intereses de la organización y desarrollo del proyecto.

Los roles identificados desde las observaciones realizadas a otras plantas de producción, los cuales eran requeridos para estos espacios son:

- **Project Manager:** Sería el encargado del seguimiento y desarrollo del programa, haciendo las veces de director del programa, pero a su vez desarrollando competencias y habilidades para la ejecución de todos los pasos. Planeaba y ejecutaba el presupuesto económico, entregaba elementos y herramientas a todos los pilares y miraba globalmente el proyecto para no quedarse en cosas pequeñas y seguir avanzando.
- **Sponsors:** Serían las personas que apalancaban el programa y quienes velaban por el logro de los resultados, en la estructura de Auteco SAS, serían los cargos más altos de las áreas de operaciones y talento humano.
- **Owner:** Debería ser la persona responsable de la planta de producción, y quien jerárquicamente, directa o indirectamente, liderara todas las personas que van a desarrollar la metodología TPM, además hacia seguimiento general al Máster Plan para informar a los sponsors algún cambio importante.

- **Pillar leader:** Para cada uno de los 7 pilares se establecieron unos líderes para el desarrollo de estos, se buscaba que cada líder tuviera un rol coherente y afín con el pilar, por ejemplo, el jefe de mantenimiento sería el encargado del pilar de mantenimiento planeado. Estas personas acompañaron el desarrollo específico de los contenidos de cada pilar y estuvieron alineando dichas actividades con los demás pilares, para finalmente tener una línea de implementación unificada y estandarizada.
- **Team Leader:** Cada equipo de mejoramiento, estaba conformado por los integrantes de cada unidad funcional. En Auteco SAS se tenía una estructura operativa agrupada por funciones o áreas de desempeño, es decir, que se tenían diferentes subgrupos de trabajo, según la particularidad de cada función. Estos equipos contaban con entre 10 y 20 operarios, que estaban acompañados por una persona de mayor experiencia quien daba las instrucciones operativas, resolvía temas puntuales de operación para garantizar el flujo, acompañaba y permitía los requerimientos del personal y brindaba los recursos básicos para la seguridad y ejecución del trabajo.
- **Strategic Partner:** Diferentes personas o equipos que se requirieron para acompañar algún proceso o entregar conocimiento. Usualmente fueron los expertos o responsables de diferentes áreas del negocio, que participaron de forma esporádica y temporal en el desarrollo de la rutina.

Los espacios de reunión o rutina estuvieron diseñados acorde a la metodología identificada y como se ilustra en la **Figura 20** y se debía procurar por usar solo estos espacios para el desarrollo del programa, ya que, si se saturaban las agendas de los integrantes, las personas podrían tender a restar importancia y relevancia al proyecto.

Figura 20. Rutinas Gerenciales TPM Auteco SAS

	Comité TPM	Comité de Pilar	Respuesta rapida	Auditoria Nivel 1	Auditoria Nivel 2	Auditoria Nivel 3
Objetivo	Seguimiento, revision y avance del programa. Definiciones claves	Avance de cada pilar y validacion de la alineacion de todos los pilares	Revisar los resultados diarios y determinar planes de accion	Auditoria Nivel 1	Auditoria Nivel 2	Auditoria Nivel 3
Integrantes	Project Manager ✓	Project Manager ✓	Project Manager ✓	Project Manager ✓	Project Manager ✓	Project Manager ✓
	Sponsor ✓	Sponsor	Sponsor	Sponsor	Sponsor	Sponsor
	Owner ✓	Owner ✓	Owner	Owner	Owner	Owner ✓
	Pillar leader ✓	Pillar leader ✓	Pillar leader ✓	Pillar leader ✓	Pillar leader ✓	Pillar leader ✓
	Team Leader	Team Leader	Team Leader ✓	Team Leader ✓	Team Leader ✓	Team Leader ✓
	Strategic partner	Strategic partner ✓	Strategic partner	Strategic partner	Strategic partner	Strategic partner
Frecuencia	Quincenal	Semana	Diaria	Según requerimiento		
Duracion	120 min	60 min	15 min			

Nota: Elaboración propia (2022)

Finalmente, aquí se dio paso al inicio de la fase 3 del plan de acción, donde se comenzó la implementación de todo lo planteado en el presente, con el objetivo de mejorar el OLE, la productividad y el CTU de la línea de ensamble y desempaques número 1 de Auteco SAS.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

a. Conclusiones

- ✓ Con el desarrollo del presente proyecto se puede concluir que independiente del estado evolutivo de la organización y la trayectoria que tenga en el mercado, TPM siempre será una gran opción para mejorar los sistemas productivos, tal como se evidencia en Auteco, una compañía con más de 80 años en el mercado colombiano con una historia entrelazada con grandes proveedores estratégicos, que han logrado permear su cultura heredada de Japón y apalancar el crecimiento de la industria de motos del país.

- ✓ Asociado al objetivo específico número 1, relacionado con el diagnóstico de desempeño, se logró la implementación unos parámetros de desempeño estratégicos, coherentes y explícitos del funcionamiento de la línea de ensamble y desempaque, de allí se parte con el desarrollo de TPM que buscaba una sinergia para maximizar los resultados del negocio, además de establecer una hoja de ruta para la implementación de la metodología.

- ✓ Los ejes de implementación definidos en Auteco SAS fueron Seguridad, Calidad y Eficiencia en ese orden específico, traduciendo estos objetivos en palabras sencillas y fáciles de asimilar para cada integrante de la organización: cero accidentes, cero defectos y cero desperdicios, para lograr así la filosofía TPM en el día a día de cada miembro de la organización, esto fue posible gracias a las actividades desarrolladas en el objetivo específico número 2, donde se logró concluir que la aplicación de TPM no es un simple programa temporal que sea rápido o fácil de implementar, sino que justamente requiere de un compromiso real de la alta dirección de las compañías y

de todas las personas que harán parte de la metodología, ya que se convierte en una filosofía o estilo de trabajo transversal a toda la organización. La forma en la cual se logró imprimir esta intención en la realidad de Auteco SAS partió de su inclusión en la estrategia, específicamente dentro del MBS (Market Bussiness Strategy) y en el diagrama de procesos de gestión de la producción, asegurando que todos los procesos convivieran con la metodología y la hicieran parte de su día a día.

- ✓ Se logra definir de manera clara un indicador de despliegue de TPM enfocado en la relación entre el cumplimiento de manera porcentual de las actividades ejecutadas Vs las actividades planeadas; estableciéndose un seguimiento de manera quincenal por parte de los equipos de mejoramiento establecidos. Este componente evaluativo proporciona el rigor necesario para mantener la disciplina y ver los resultados, en especial por tratarse de una metodología que atraviesa las personas y genera cambios significativos en su cultura laboral y personal.

- ✓ El cierre de la propuesta basada en TPM se consolida con el planteamiento de un máster plan de implementación que abarca un horizonte de 5 años y cubre los diferentes pilares y competencias que se deben desarrollar en el personal tanto operativo, como administrativo. Este resultado entregado por el objetivo específico número 4, se convierte en la carta de navegación para cuidar la debida implementación, apoyada en los comités interdisciplinarios y los diferentes recursos de la organización.

- ✓ Para finalizar, es relevante resaltar la importancia que esta investigación entrega a la organización y la industria, ya que los problemas que enfrentó Auteco SAS no son diferentes a los de otras organizaciones, y cuando se conocen y entienden las necesidades, la solución se podrá articular con los diferentes sistemas que tenga la

organización. Usualmente las organizaciones se ven abrumadas por metodologías de mejora que prometen resultados rápidos, efectivos y de fácil promoción, esto lleva a la generar el deseo de implementarlas y obtener esos ansiados beneficios, lo importante aquí es que primero se debe pensar en la organización como un sistema complejo y completo, donde cada uno de sus elementos debe estar sincronizado y adherido, para que los resultados se vean y sean sostenibles en el tiempo.

b. Recomendaciones

- Si bien existe bastante bibliografía y casos de éxito de la implementación de TPM en la industria automotriz y manufacturera, se encuentran pocas implementaciones de esta metodología en los campos de los servicios, logística, entre otros, lo cual es una clara invitación a considerar su aplicación en estos campos de trabajo y dejarse sorprender por la riqueza y complejidad de la metodología, de hecho cuando se permite profundizar en las definiciones y secuencias de implementación, se podrá desarrollar un componente financiero que muestre el buen resultado y gestión de todas las áreas de la compañía, y es allí, donde se avanza de un simple sistema de mantenimiento a un sistema robusto de gestión de la rentabilidad.

- El despliegue de TPM en una organización tiene diferentes versiones y/o adaptaciones según el país, el tamaño de la empresa, la industria, etc, pero como se resaltó en este proyecto es una metodología amigable y compatible con otros desarrollos o elementos de mejoramiento. Se debe asimilar y aprender usar esa “caja de herramientas”, ya que la variabilidad de las economías, las exigencias de los mercados y la evolución humana por si misma, exigen cada vez más tener el máximo control posible sobre cada una de las variables de un proceso productivos.

- Sintetizando en una sola frase la mejor forma de abordar TPM podría decirse que: “todo es TPM y TPM es todo”. Desarrollar al interior de la organización esta visión permite que las diferentes áreas y procesos se alineen bajo el mismo foco, suele ocurrir que cuando se trata de mejoramiento, cada quien tiene su gusto personal y quiere imponer su versión propia, por eso la clave es integrar todo en la misma estela de impacto, para tener la apertura de recibir, adaptar y adoptar las medidas que ya estén corriendo y darse la oportunidad de vivir las nuevas competencias y habilidades que aporta TPM.

REFERENCIAS

- Alcalde, P. (2019). *Calidad-Fundamentos, herramientas y gestión de la calidad para pymes* (3rd ed.).
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=sjqlDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=calidad&ots=GTTaKqZ6sy&sig=2eY6nm-2qXKSUw6X6GDtKesAfVg#v=onepage&q=calidad&f=false>
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=sjqlDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=calidad&ots=GTTaKqZ6sy&sig=2eY6nm-2qXKSUw6X6GDtKesAfVg#v=onepage&q=calidad&f=false>
- Attri, R., Grover, S., Dev, N., & Kumar, D. (2013). An ISM approach for modelling the enablers in the implementation of Total Productive Maintenance (TPM). *International Journal of Systems Assurance Engineering and Management*, 4(4), 313–326.
<https://doi.org/10.1007/s13198-012-0088-7>
- Auteco SAS. (2019a). *Construimos máquinas para soñar*. www.tallerdeedicion.co
- Auteco SAS. (2019b). *Construimos máquinas para soñar*.
- Auteco SAS. (2022, January). *Quienes somos*.
<https://www.auteco.com.co/nosotros/quienes-somos/>.
- Ayoví-Caicedo, J. (2019). Trabajo en equipo: clave del éxito de las organizaciones. *Revista Científica FIPCAEC (Fomento de La Investigación y Publicación En Ciencias Administrativas, Económicas y Contables)*. ISSN : 2588-090X . Polo de Capacitación, Investigación y Publicación (POCAIP), 4(10), 58–76.
<https://doi.org/10.23857/fipcaec.v4i10.39>
- Bakri, A. Hj., Rahim, A. R. A., Yusof, N. Mohd., & Ahmad, R. (2012). Boosting Lean Production via TPM. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65(ICIBSoS), 485–491.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.153>
- Cabrera Calva, R. C. (2014). *Manual de Lean Manufacturing: TPS Americanizado*.
- Camisón Zornoza, C., Cruz, Sonia., & González, T. (2006). *Gestión de la calidad : conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Pearson/Prentice Hall.
- Davalos, K. (2019). *Herramientas de ingeniería industrial en manufactura flexible*.

- Dávila, L. F., & Dávalos, J. L. (2019). Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basada en el TPM para evaluar el efecto en la disponibilidad de flota en la operación remota Sausacocha, de la empresa automotriz.
- Duarte Castillo, J. L. (2004). Factores determinantes y críticos en empresas de servicios, para la obtención de ventajas competitivas sostenibles y transferibles a estrategias de globalización.
- Gámbaro, D. (2020). Proyecto de diseño e implementación de TPM en industria automotriz.
- García, M., Quispe, C., & Ráez, L. (2003). Mejora continua de la calidad en los procesos. 6, 89–94.
- Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Chaikittisilp, S., & Tan, K. H. (2018). The effect of lean methods and tools on the environmental performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Economics*, 200(March), 170–180. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.03.030>
- González, M. G., Alonso, M. V., & Tato, M. G. (2016). Innovación, capacidad productiva, formación en el puesto de trabajo y productividad. *Cuadernos de Gestion*, 16(2), 77–92. <https://doi.org/10.5295/cdg.140513mg>
- Huang, P. (1991). World Class Manufacturing in the 1990s: Integrating JIT, TQC, FA, and TPM with Worker Participation. *Modern Production Concepts*.
- Jimenez, G., Santos, G., Sá, J. C., Ricardo, S., Pulido, J., Pizarro, A., & Hernández, H. (2019). Improvement of Productivity and Quality in the Value Chain through Lean Manufacturing – a case study. *Procedia Manufacturing*, 41, 882–889. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.011>
- Katila, P. (2000). Applying Total Productive Maintenance-TPM Principles in the Flexible Manufacturing Systems.
- Llontop Mendoza, L. A. (2018). Propuesta de implementación de TPM en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la agroindustria Pomalca SAA.
- Monge Carlos, Cruz Jesús, & López Fabián. (2013). Impacto de herramientas de mejora en la eficiencia operacional y responsabilidad ambiental en plantas de manufactura de México (Vol. 14).

- Morales Méndez, J. D., & Rodríguez, R. S. (2017). Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 92(1–4), 1013–1026. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0052-4>
- Nieminen, H. (2016). Improving maintenance in high-volume manufacturing.
- Pascale, L., Mainea, M., Patric, P. C., & Duta, L. (2012). Mathematical decision model to improve TPM indicators. In *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)* (Vol. 14, Issue PART 1). IFAC. <https://doi.org/10.3182/20120523-3-RO-2023.00303>
- Patrón Osuna, O. E., & Vargas Hernández, J. G. (2019, June). Factores internos y externos a la empresa que propician entornos de productividad en el sector privado. *Libre Empresa*, 64–78.
- RAE. (2023). Definición de modelo. <https://dle.rae.es/modelo>
- Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing* (Diaz de Santos, Vol. 1).
- Real Academia Española. (2021). Equipo. <https://www.rae.es/>
- Ribeiro, I. M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019a). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, 38, 1574–1581. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128>
- Rincón-Guio, C., Alfonso-Bermeo, E., & Castaño, O. J. (2020). Dinámica empresarial del sector manufacturero en el sur Colombiano. *Experiencia 2012 - 2017. Ingeniería Industrial*, 41(1), 1–11.
- Rodrigues, M., & Hatakeyama, K. (2006). Analysis of the fall of TPM in companies. *Journal of Materials Processing Technology*, 179(1–3), 276–279. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2006.03.102>
- Sahoo, S., & Yadav, S. (2020). Influences of TPM and TQM Practices on Performance of Engineering Product and Component Manufacturers. *Procedia Manufacturing*, 43, 728–735. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.111>
- Sanchez, R. (2016). Investigación mixta. <http://investigacionmixtablog.blogspot.com/>

- Sladogna, M. (2017). Productividad-Definiciones y perspectivas para la negociación colectiva.
- Socconini, L. (2019). Lean Mnaufacturing paso a paso.
- Sohal, A., Olhager, J., O’neill, P., & Prajogo, D. (2020). Implementation of OEE – issues and challenges.
- Sun, H., Yam, R., & Ng, W. K. (2003). The implementation and evaluation of Total Productive Maintenance (TPM) - An action case study in a Hong Kong manufacturing company. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 22(3–4), 224–228. <https://doi.org/10.1007/s00170-002-1463-3>
- Suzuki, T. (1995). TPM en industrias de proceso.
- Torres, J. (2014). Critical Success Factors Related to the Implementation of TPM in Ciudad Juarez Industry. *Lean Manufacturing in the Developing World: Methodology, Case Studies and Trends from Latin America*, 9783319049(3051), 1–584. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-04951-9>
- Universidad de los Llanos. (2020). Mejora Continua. <https://sig.unillanos.edu.co/index.php/mejora-continua>
- Valora Analitik. (2022). Indice de confianza del condumidor. <https://www.valoraanalitik.com/?s=>
- Womack, J. (2011). Gemba Walks.
- Zambrano Vargas, S. M. (2017). La Competitividad En Los Sectores Manufacturero Y De Servicios. *Estudio De Caso. Criterio Libre*, 10(17), 177. <https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.17.1146>