

**Desafíos e implicaciones en la implantación de la metodología TPM:  
percepción de un grupo de colaboradores en una organización  
manufacturera**

**Juan David Alzate López**

*jdalzatel@eafit.edu.co*

**Sebastián Aristizábal Pérez**

*saristizap@eafit.edu.co*

Trabajo presentado como requisito para optar al título de Magíster en Administración

Asesor

Juan Esteban Escalante

**Universidad EAFIT**

**Escuela de Administración**

**Maestría en Administración de Negocios**

**Pereira**

**2020**

## **Resumen**

Las organizaciones buscan implantar la metodología Mantenimiento Productivo Total (TPM, por sus siglas en inglés), con el objetivo de mejorar su ventaja competitiva en el mercado, sin embargo, se ven enfrentadas a una serie de desafíos que deben entender y superar para lograr el éxito del proceso. El propósito de este estudio es analizar los desafíos e implicaciones de una implantación de la metodología TPM, percibidos por un grupo de colaboradores de una organización manufacturera, por medio de la realización de un cuestionario estructurado a una muestra de 88 colaboradores, donde los resultados indican desafíos, exigencias y consecuencias advertidos por ellos durante la implantación de dicho modelo; los principales resultados están asociados a aspectos como la formación y capacitación, así como la adquisición de nuevas competencias y el compromiso que debe tener la dirección de la organización con el proceso.

**Palabras claves:** TPM (Total Productive Maintenance), Mejoramiento continuo, Manufacturera, Implantación.

## **Abstract**

In the market, organizations seek to establish the Total Productive Maintenance (TPM) to improve their competitive advantage. Nevertheless, to accomplish successfully those objectives organizations have to face various challenges in the processes to understand and overcome them. Through the realization of a structured questionnaire to a sample of 88 collaborators of a manufacturing organization, a group of collaborators has as a purpose of the study to analyze the challenges and implications of the implementation of the TPM methodology. The results of the questionnaire indicate challenges, demands and consequences noticed by them during the implementation of this model; the main results are associated with factors such as education and training, as well as the acquisition of new competencies and the commitment that the organization's management must have with the process.

**Key words:** Total Productive Maintenance (TPM), Continuous improvement, Manufacturing company, Implementation.

## Contenido

1. Introducción.....	5
2. Planteamiento del problema .....	6
3. Justificación .....	7
4. Objetivos.....	8
5. Marco de referencia conceptual.....	9
6. Metodología TPM.....	11
6.1 Implantación del TPM.....	14
6.2 Desafíos e implicaciones en la implantación del TPM .....	15
6.3 Factores de éxito en la implantación de TPM.....	16
6.4 Métodos y técnicas para alcanzar los objetivos .....	18
6.4.1 Tipo de estudio.....	18
6.4.2 Muestra.....	18
6.4.3 Instrumentos .....	19
7. Presentación y análisis de resultados .....	20
8. Conclusiones.....	27
Referencias .....	29

## Índice de tablas

Tabla 1. Relación entre objetivos específicos y categorías de rastreo de la información .....	19
---	----

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Tiempo de permanencia en la organización .....	20
Ilustración 2. Rango de edades de la muestra.....	20
Ilustración 3. Desafíos.....	21
Ilustración 4. Relación de desafíos vs tiempo de permanencia en la organización .....	21
Ilustración 5. Implicaciones .....	23
Ilustración 6. Exigencias nivel operativo .....	24
Ilustración 7. Exigencias nivel directivo .....	25
Ilustración 8. Consecuencias positivas.....	26
Ilustración 9. Consecuencias negativas.....	27

## **1. Introducción**

Los procesos de manufactura modernos requieren que las organizaciones alcancen niveles de clase mundial, siendo eficaces y eficientes en sus labores de mantenimiento (Attri, Grover y Dev, 2014); en las últimas tres décadas el sector manufacturero ha experimentado un grado de cambio sin precedentes, que abarca cambios radicales en los enfoques de gestión, desarrollo en las tecnologías de productos y procesos, satisfacción de las nuevas y más exigentes expectativas de los clientes, adaptarse a las actitudes de los proveedores y ajustarse al comportamiento competitivo (Ahuja y Khamba, 2008); para conseguir esto, las organizaciones deben invertir y adoptar TPM como una herramienta de administración que maximice las utilidades, mejorando la calidad y reduciendo los costos y desperdicios (Attri, Grover, Dev y Kumar, 2013).

La implantación de TPM no es una tarea fácil, solo el 10% de las organizaciones lo realiza de manera exitosa (Attri et al., 2013), esto debido a la barreras que aparecen durante las diferentes etapas de implementación, las cuales según Cooke (2000) están relacionadas con factores políticos, financieros, departamentales e interocupacionales de las organizaciones, sin embargo, durante la implementación de TPM el mejoramiento de los procesos debe ser reconocido como un beneficio tanto para la organización como para el trabajador (Robinson y Ginder, 1995), además, la literatura señala que un proceso exitoso requiere de cambios fundamentales en las culturas organizacionales y en los comportamientos de todos los recursos humanos, donde una alta dirección convencida, direccione y eduque a los empleados en los conceptos TPM (Poduval, Pramod y Jagathy Raj, 2013).

### **Tema**

Mantenimiento Productivo Total (TPM por sus siglas en inglés) es un programa que involucra nuevos conceptos para el mantenimiento de plantas y equipos (Venkatesh, 2005), donde las organizaciones manufactureras percibieron y aprobaron que el mantenimiento y su confiabilidad son estrategias importantes que pueden influir significativamente en la destreza de la organización, para competir eficientemente (Madu, 2000).

Las metas y los objetivos de TPM necesitan estar totalmente integrados con la estrategia y los planes de negocio de la organización, porque los afecta y no se limita solo a

producción (Digalwar & Nayagam, 2014), de ahí la importancia de tener una planificación y preparación cuidadosa como factores clave del éxito en la implementación de TPM, además del compromiso de los directivos para entender y creer en el concepto (Lycke, 2003).

Adicionalmente, promover la participación de los empleados en cada etapa de producción y mantenimiento, mejora el flujo de los procesos y optimiza los costos (Panneerselvam, 2012) y, a su vez, incrementa notablemente la producción, ya que los operadores tienen más conocimiento sobre las máquinas y pueden continuamente mejorarlas de manera autónoma (Munir, Zaheer, Haider, Rafique, Rasool y Saad Amjad, 2019), por lo tanto, la participación activa eleva la moral de los empleados y la satisfacción laboral de los mismos (Attri et al., 2013); en lo referente al ámbito individual, TPM directa o indirectamente, lleva a tener un mejor balance entre vida y trabajo, reduciendo las fallas y liberando tiempo para que los empleados disfruten más con sus familias (Poduval et al., 2013).

En este trabajo en particular, se analizarán los desafíos e implicaciones percibidos por el personal operativo desde una perspectiva de cambio y adaptación, durante la implantación de la metodología en una organización manufacturera.

## **2. Planteamiento del problema**

En estos tiempos donde la competencia es muy fuerte, una organización manufacturera puede ser exitosa, disfrutar sus utilidades y estar a la vanguardia, solo si provee servicios sin fallas, con alta calidad y libre de defectos, con productos de fácil manejo y útiles para el consumidor a un precio razonable; para conseguir esto, las organizaciones deben invertir y adoptar TPM como una herramienta de administración, que maximice las utilidades (Poduval et al., 2013); además, incorporar iniciativas de mantenimiento de última generación, con el fin de mejorar el desempeño organizacional (Ahuja & Khamba, 2008).

La literatura revela que la aprobación y total participación de la gerencia y toda la fuerza de trabajo, constituyen factores de impacto significativo en el éxito de la implantación de TPM en las organizaciones, además de alinear TPM al proceso de calidad, estrategia de

negocio y clientes, a través de una cultura de trabajo en equipo, cooperación y colaboración, y, asimismo, la selección de personal con conocimientos en TPM y priorización de proyectos, que son fundamentales (Charles, Okpala y Onyekachi, 2016).

Por lo mencionado anteriormente, se debe desarrollar una red de coordinadores de TPM que promuevan y apoyen las actividades de implementación (R. Davis, 1995), valorando más la inversión en recursos humanos, que redunden en mejorar la utilización de los equipos, incrementar la calidad de producto y reducción de costos de mano de obra (Chan, Lau, Ip, Chan y Kong, 2005). Adicionalmente, lograr cambiar la mentalidad de los trabajadores, que por lo general tienen una resistencia al cambio, debido a que la mayoría de las veces no es gestionado, no es planeado y en ocasiones es incómodo (Lycke, 2003); es importante reconocer que sin el motivo del cambio la implementación no ocurrirá, por ende, es crucial entender que los cambios no pueden verse de manera aislada (Gilmore, 1998), por lo anterior, los colaboradores en ocasiones dudan en asumir las responsabilidades, pero en el caso de TPM, ellos cumplen un rol vital y determinante en la implantación (Munir, et al., 2019).

Considerando los argumentos previamente expuestos, se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los desafíos e implicaciones desde una perspectiva de cambio y adaptación, en la implantación de la metodología TPM, percibidos por un grupo de colaboradores en una organización manufacturera?

### **3. Justificación**

TPM ha sido desarrollado en las organizaciones como una estructura de mejora continua, que se esfuerza por optimizar la producción, mediante la identificación de las 6 grandes pérdidas de eficiencia a lo largo de todo el ciclo de vida del sistema productivo, las cuales son: fallas de equipo, ajuste de máquinas, averías menores, velocidad reducida, defectos en el proceso y arranques, esto a través de una participación activa de empleados en todos los niveles jerárquicos de la organización (Attri et al., 2013). Por lo tanto, para obtener beneficios tales como: evitar el desperdicio en un ambiente dinámico, producir bienes sin reducir la calidad, reducir los costos, producir en el menor tiempo posible y no entregar productos defectuosos a los clientes (Venkatesh, 2005), las organizaciones sienten la necesidad de implementar la metodología TPM, sin embargo, según la literatura, las

organizaciones deben tener en cuenta que el éxito de la implantación estará determinado por la superación de barreras que durante el proceso pueden surgir, tales como: resistencia al cambio, falta de disposición para asignar recursos, falta de compromiso de la alta dirección, cultura organizacional, falta de compromiso a largo plazo, falta de mecanismos de reconocimiento, necesidad de entrenamiento, entre otros (Poduval et al., 2013).

Una de las barreras más citadas en la literatura es la aprobación y participación de la alta dirección y todos los empleados en la implantación de TPM, ellos deben formar equipos que supervisen las actividades de la estrategia de manufactura, por lo tanto, el recurso humano juega un rol fundamental en la implementación, ya que debe ser efectivo y polivalente (Charles et al., 2016); por consiguiente, es esencial profundizar desde una perspectiva de cambio y adaptación, los desafíos e implicaciones que tienen los colaboradores de una organización manufacturera, sirviendo como base para planteamiento de estrategias y herramientas que permitan una implantación exitosa. Una vez analizada la pertinencia teórica y práctica del tema a tratar, se procede en la siguiente sección, a presentar los objetivos asociados al presente ejercicio investigativo.

#### **4. Objetivos**

##### **Objetivo general**

Identificar los desafíos e implicaciones desde una perspectiva de cambio y adaptación, en la implantación de la metodología TPM, percibido por un grupo de colaboradores en una organización manufacturera.

##### **Objetivos específicos**

- Caracterizar los desafíos y/o implicaciones desde una perspectiva de cambio y adaptación, en la implantación de la metodología TPM.
- Analizar las exigencias desde una perspectiva de cambio y adaptación, que tiene para la organización la implantación de TPM.
- Identificar las consecuencias positivas y negativas de la implantación de TPM.

## 5. Marco de referencia conceptual

El propósito de este apartado inicial es dar a conocer las tendencias que se evidencian en las investigaciones realizadas sobre la metodología TPM y su implantación. Para esto, se realizará un análisis a partir de artículos, relacionando las siguientes categorías: propósito general de la investigación, tipos de estudio, sujetos participantes, técnicas de recolección de información, y principales resultados o hallazgos.

La literatura señala la existencia de múltiples trabajos orientados al análisis de casos de éxito en la implementación de una metodología TPM (Ireland & Dale, 2001; Aranguren, 2015; Cardona, 2015), además en investigaciones que identifican barreras que se generan al momento de la implantación TPM (Cooke, 2000; Charles et al., 2016; Marín-García & Martínez, 2013) tales como los factores administrativos (García Alcaraz, 2011) y la importancia del recurso humano (Charles et al., 2016; López, 2009).

Por otro lado, se propone un modelo integrador para la correcta implantación de la metodología, teniendo en cuenta las barreras, facilitadores y causas más comunes de fallo (Munir et al., 2019; Marín García, Perello Marin, Maheut, & Vidal Carreras, 2010). La literatura revela una concentración en temas vinculados al efecto que tiene el desarrollo de la metodología, maximizando beneficios relacionados con variables como calidad, productividad, costos, reducción de fallas en máquinas y reprocesamientos (Attri et al., 2013).

Con relación al *tipo de estudio* de las diferentes investigaciones, se identifica que son, en su mayoría, de tipo cualitativo, las cuales según Lerma (2009), son estudios sobre el quehacer cotidiano de las personas, es decir, aquí interesa lo que la gente dice, piensa, siente o hace y sus patrones culturales; su función es la de generar una teoría a partir de los datos obtenidos. Estas investigaciones se pueden caracterizar en: investigativas (Ahuja & Khamba, 2008; Charles et al., 2016; García Alcaraz, 2011; López, 2009; Marín García et al., 2010), con los cuales se pretende realizar análisis descriptivos; y documentales (Aranguren, 2015; Cardona, 2015; Marín-García & Martínez, 2013) con los cuales se realiza una revisión conceptual que aporte a la implantación exitosa de la metodología TPM.

Los *sujetos participantes* de las investigaciones son en su mayoría organizaciones y sus empleados, que decidieron ejecutar el programa (Cooke, 2000; Aranguren, 2015;

Cardona, 2015; Charles et al., 2016; Marín-García & Martínez, 2013). Por su parte, García Alcaraz (2011) desarrolla su investigación con 769 gerentes y supervisores de mantenimiento, buscando entender e identificar los factores de éxito para la ejecución de la metodología desde los mandos medios-altos de algunas organizaciones, adicionalmente, se desarrollan investigaciones en donde se emplean modelos matemáticos (Wang, 2006; Digalwar & Nayagam, 2014) para identificar y categorizar barreras y factores de éxito en la implantación de TPM, así como su eficiencia.

En lo que se refiere a los *instrumentos de recolección de información y análisis*, los más usados son de tipo cualitativo y cuantitativo, utilizando referencias bibliográficas (Digalwar & Nayagam, 2014, Attri et al., 2014), encuestas (Wang, 2006; García Alcaraz 2011) y entrevistas (Attri et al., 2014), dichos estudios se desarrollaron en diferentes países con diferentes niveles de desarrollo como lo son EE.UU, Inglaterra, India, Colombia, entre otros.

En relación con las *principales conclusiones y resultados* de las investigaciones, se encuentra que una implantación exitosa de TPM debe tener como base una cultura de orden y aseo (Ahmed, Hassan y Taha, 2005), tener altos niveles de compromiso de la alta dirección y el recurso humano como factor clave en el desarrollo de la metodología (Attri et al., 2014). Adicionalmente, las organizaciones que logran desarrollar la implantación de manera exitosa, lo consiguen a través de la construcción de equipos de trabajo con alto grado de afiliación en búsqueda de un correcto aprendizaje (Wang, 2006) y son capaces de tener flexibilidad y adaptación, según las necesidades exigidas por la dinámica de las organizaciones (Aranguren, 2015; Cardona, 2015).

Finalmente, es necesario abarcar la teoría relacionada con la implantación de TPM, la cual ayuda a generar una estructura metodológica para su adecuado desarrollo y sostenimiento en el tiempo; es importante resaltar que el éxito de la implantación está determinado principalmente por la integración de los objetivos del programa con la estrategia organizacional y planes de negocio, porque TPM afecta toda la organización y no se limita solo al área productiva (Digalwar & Nayagam, 2014).

## 6. Metodología TPM

TPM es un concepto japonés innovador y su origen se remonta a 1951 cuando el mantenimiento preventivo se introdujo en Japón (Wireman, 2004), sin embargo, el concepto de mantenimiento preventivo fue tomado de EE.UU por la compañía Nippondenso del grupo Toyota, quienes fueron los primeros en implementar en toda la planta el mantenimiento preventivo en 1960, allí nace el concepto de mantenimiento autónomo. Según Gurinder (2006), son los operarios de producción quienes mejor conocen el estado de las máquinas o procesos y son ellos los que mejor pueden prevenir las averías que se producen, siendo necesaria su cooperación para efectuar un mantenimiento adecuado.

Posterior a esto, el grupo de mantenimiento de Nippondenso comenzó a realizar modificaciones en los equipos para mejorar la confiabilidad, por lo que aparece el concepto de prevención de mantenimiento que, junto al mantenimiento preventivo y a la mejora de la mantenibilidad, dieron origen al mantenimiento productivo (PM), que tenía como objetivo maximizar la efectividad de los equipos y de la planta, para lograr así el costo óptimo del ciclo de vida de los equipos productivos (Venkatesh, 2005). Para entonces, Nippondenso había hecho mejoras continuas con la participación de todos los empleados en la implantación de mantenimiento productivo.

En TPM la palabra ‘Total’ tiene principalmente tres significados: Total eficiencia económica y rentabilidad, Total mantenimiento, y Total participación de todos los trabajadores en el mantenimiento autónomo, efectuado por operarios a través de actividades de pequeños grupos (Shen, 2015). Entre los elementos básicos del TPM identificados por Seiichi Nakajima, considerado el padre del TPM, y aplicados al sector industrial, se pueden enumerar con su definición, según García Palencia (2004) como:

- *Cero Defectos*: Trata de eliminar las seis grandes causas de pérdidas como averías, preparación y ajuste, paradas menores y tiempos vacíos, velocidad reducida, defectos de calidad y reducción en rendimiento.
- *Inventarios Cero*: Con base al concepto de “justo a tiempo” y el aseguramiento de compra y venta, eliminando bodegaje.
- *Rentabilidad Total*: Desarrollo de sistemas Preventivo, Predictivo, Productivo y Prevención de Mantenimiento.

- *Productividad*: Esta debe ser maximizada, mejorando las relaciones entre producción, calidad, bajo costo, seguridad, entorno moral y costo de vida útil económica, con los recursos físicos y humanos, ingeniería y mantenimiento de planta, y control de inventarios.
- *Participación Total*: Es necesario la participación de todos y cada uno de los empleados de la compañía en forma consciente.
- *Mejora de la Eficacia*: Pretende que los equipos estén libres de mantenimiento y que el costo del ciclo de su vida útil sea económico.
- *Logística e Ingeniería de Mantenimiento*: Más equipos libres de fallas.
- *Mejoramiento de los Lugares de Trabajo*: Aplicación del Sistema de administración japonés de las 5S: SEIRI (Organización), SEITON (Orden), SEIKETSU (Pureza), SEISO (Limpieza), SHITSUKE (Disciplina).

El modelo del TPM considera 5 pilares en su versión “Production PM” Andreassen (citado por Marín-García y Martínez, 2013), versión original lanzada en 1971 en la empresa Nipponndenso y que contempla:

- *Entrenamiento*: Identificar los conocimientos específicos, capacidades, y habilidades de gestión que se desea tener y entonces programar la formación para lograr tal visión.
- *Mantenimiento autónomo*: Los operarios se involucran en el mantenimiento de rutina y en actividades de mejora que evitan el deterioro acelerado, controlan la contaminación, y ayudan a mejorar las condiciones de los equipos.
- *Mejora enfocada*: Son actividades de mejora orientada que se dirigen a temas específicos tales como un proceso, un flujo del sistema, una unidad de instalación o un procedimiento operativo.
- *Mantenimiento planificado*: Son actividades que resaltan la importancia de controlar los tiempos medios entre fallos (MTBF) y de usar ese análisis para especificar los intervalos de las tareas (calendarios de mantenimiento semanal, mensual, anual, etc.).

- Establecimiento de un programa de gestión inicial del equipo: Es la definición de actividades que permitan lograr rápida y económicamente productos que sean fáciles de fabricar y equipos de fácil utilización.

La versión “Company Wide TPM” del TPM fue adoptada en 1989 y requirió añadir 3 pilares más (Marín-García & Martínez, 2013):

- Establecimiento de un sistema de mantenimiento de la calidad: Es un método para fabricar con calidad “a la primera” y evitar los defectos a través de los procesos y equipos.
- Establecimiento de un sistema para la mejora de la eficiencia de los departamentos administrativos: Las actividades realizadas por los departamentos administrativos deben apoyar al TPM en la planta y, adicionalmente, deben reforzar sus propias funciones mejorando su organización y cultura.
- Establecimiento de un sistema para el control de la Seguridad y Salud, y el Medioambiente: Son actividades y/o programas orientados a la prevención de efectos adversos sobre la organización, combinados con prevención de accidentes y análisis de fallos, promoviendo sistemáticamente la seguridad.

La metodología para implantar TPM, según Susuki (1995), está soportada en 4 fases, *la preparación, la introducción, la implantación y la consolidación*, que a su vez, se desarrollan en 12 pasos:

#### *Preparación*

- Anuncio formal de decisión de Introducir el TPM
- Educación sobre TPM introductoria y campaña de publicidad
- Crear una organización para promoción interna del TPM
- Establecer los objetivos y políticas básicas TPM
- Diseñar un plan maestro para implantar el TPM

#### *Introducción*

- Introducción lanzamiento del proyecto empresarial TPM

### *Implantación*

- Crear una organización corporativa para maximizar la eficacia de la producción
- Crear un sistema para la gestión temprana de nuevos equipos y productos
- Crear un sistema de mantenimiento de calidad
- Crear un sistema administrativo y de apoyo eficaz
- Desarrollar un sistema para gestionar la salud, la seguridad y el entorno

Durante la fase de implantación, se deben realizar actividades para lograr los objetivos del plan maestro, ajustando el orden y duración de las actividades (pasos) para adaptarlos a las características particulares de la empresa, división, o planta (Suzuki, 1995).

### *Consolidación*

- Consolidar la implantación del TPM y mejorar las metas y objetivos legales

A continuación, y tras presentarse los lineamientos fundamentales de la metodología de forma genérica, se procede al análisis y descripción de casos específicos de implantación en organizaciones manufactureras.

## **6.1 Implantación del TPM**

Las industrias están de manera constante interesadas en el mejoramiento de las condiciones existentes de la planta y el incremento del conocimiento y las habilidades, para llevar a cabo las metas de cero accidentes, cero defectos y cero paradas (Aranguren, 2015). TPM en una industria inicia con la implementación del programa 5S (base de TPM), dado que los problemas no se pueden ver de manera clara si el espacio de trabajo está desorganizado, por el contrario, en un espacio de trabajo ordenado ayuda a visualizar los problemas, siendo este el primer paso para abordarlos (Venkatesh, 2005).

Según Rey Sacristán (2001), la industria debe identificar bien y dar a conocer la diferencia entre lo que se está haciendo y lo que puede aportar la implantación de TPM, construyendo un proyecto organizacional que tenga como dinámica la mejora continua. Realizar un diagnóstico previo con una autoevaluación para decidir la implantación del TPM es un ejercicio fundamental, decidiendo la conveniencia a través de preguntas como: ¿los volúmenes de producción de las líneas están a nivel de los especificados en el diseño? Si no es así, ¿Pueden ser aumentados sin inversiones importantes?, dicho aumento ¿es una

necesidad o una prioridad? ¿La industria ha reducido su personal a un mínimo aceptable?  
¿La organización va a diseñar en calidad total?

Por su parte Cardona (2015), plantea que una tendencia muy común para iniciar con la implantación de TPM es definir una línea piloto, que permita identificar cambios, inversión, aspectos relacionados con la capacitación, cultura, aspectos relacionados con la gestión del cambio, entre otros. Visualizando beneficios, barreras y estrategias que apalanquen el proyecto macro e identificando mejores prácticas, para contagiar al resto del personal con los beneficios obtenidos y facilitar la implantación en otras líneas o procesos de la industria.

Como lo plantea Susuki (1995), es vital elaborar cuidadosa y prolijamente los fundamentos para un programa TPM. Si la planificación es descuidada, se necesitarán repetidas modificaciones y correcciones durante la implantación. Según Cardona (2015), se recomienda asignar el proyecto TPM a un directivo que ocupe una posición en cualquier área funcional de la empresa, por ejemplo, jefes de mantenimiento, jefes de producción, coordinador de mejora continua, entre otros, logrando un gestor visible con indicadores concretos y seguimiento continuo.

Adicionalmente, el éxito de la implementación depende del grado de integración y cooperación entre departamentos que conforman la organización industrial (Maggard & Rhyne, 1992), ya que requiere un entrenamiento y no debe reconocerse como un programa de reparación a corto plazo, TPM es un trabajo continuo a través de una cultura "PULL" en lugar de una cultura "PUSH" y con el compromiso total de la organización (Gupta, Tewari y Sharma, 2006). Dado lo anterior y teniendo en cuenta que implantar TPM afecta toda la organización, aparecen los desafíos e implicaciones inherentes a este proceso.

## **6.2 Desafíos e implicaciones en la implantación del TPM**

Según Poduval et al (2013), la implementación del TPM aunque es fácil en el papel, es difícil de alcanzar, principalmente por la reluctancia de la organización para entender e implementar los conceptos vinculados y no darse cuenta de los beneficios; la falta de compromiso por la alta dirección y su involucramiento harán que la implementación falle, puesto que ellos son los encargados de entregar los beneficios del programa hacia los demás niveles de la organización. Adicionalmente, se genera un desafío por la

incapacidad de las empresas de crear insatisfacción con la situación actual (Maggard & Rhyne, 1992).

Para Marín-García & Martínez (2013), las dificultades de liderazgo y la incapacidad de alinear la metodología con la misión de la organización, redundan en la formulación de un plan estratégico con deficiencias en su ejecución y tiempos no definidos que provocan fallas en la implantación TPM, debido a falta de visión a largo plazo, políticas mal definidas y selección de personas sin las habilidades necesarias.

La falta de entrenamiento y educación es considerado uno de los mayores obstáculos y fallos durante la implantación de TPM (Attri et al., 2013), es por esto que Panneerselvam (2012), indica que es fundamental que los colaboradores reciban un conjunto de nuevas habilidades y conocimientos, inclusive en fases previas de la implantación, y antes de que inicie el programa piloto.

Los procesos de formación y capacitación son fundamentales para transformar la cultura organizacional, donde según Charles et al. (2016), existen barreras asociadas a burocracias innecesarias entre directivos y operativos en las organizaciones, estas deben descartar toda la cultura negativa y todos los departamentos, y los empleados deben participar en procesos de toma de decisiones, compartir experiencias y aprovechar todas las habilidades disponibles.

Lo anterior está alineado con lo expuesto por Munir et al. (2019), quienes exponen una clasificación de las barreras de la implantación de TPM en comportamentales y culturales, derivadas de la estrategia, operacionales y técnicas, donde las más relevantes son las asociadas al comportamiento humano, convirtiéndolo, por consiguiente, en uno de los factores de éxito clave dentro de una implantación.

### **6.3 Factores de éxito en la implantación de TPM**

Según Jain, Singh, & Bhatti (2018), los factores de éxito de implantaciones de TPM se pueden relacionar con factores humanos, de trabajo, de mantenimiento, de conocimiento, organizacionales y relacionados con los clientes. Estos factores en su mayoría se relacionan con la gestión del recurso humano, identificando sub-factores como involucramiento de todos los empleados, coordinación entre departamentos, empoderamiento y el rol que desempeña la alta gerencia.

Respecto a este tema, autores como Marín-García & Martínez (2013), precisan que el *compromiso de la alta dirección* es fundamental para soportar el cambio que supone el desarrollo del TPM y su capacidad para alinear la estrategia TPM con la misión de la organización, con un compromiso claro que contagie de manera directa todos los niveles, desde los estratégicos y gerencias hasta las jefaturas, coordinaciones y operativas, siendo estas últimas las que mayor concentración de empleados tienen dentro de las organizaciones.

Según Susuki (1995), los colaboradores operativos participan en la mayoría de los 12 pasos para la implantación del programa TPM, siendo los que conforman los grupos o estructuras de trabajo, que permiten materializar estrategia en práctica; desarrollando sentido de propiedad, autonomía y responsabilidad en sus actividades (Charles et al., 2016); por consiguiente, las transformaciones culturales son necesarias para modificar paradigmas y lograr el éxito y sostenibilidad del desarrollo del TPM (García Alcaraz, 2011).

El cambio cultural debe estar impulsado, entre otros elementos, por un programa de entrenamiento, considerado como un factor de éxito en la implantación, capaz de generar una disciplina TPM en todos los niveles de la organización (Gupta et al., 2006); de manera que, invertir en el entrenamiento y educación de los empleados tiene un costo mucho menor respecto a los beneficios que se pueden alcanzar (Poduval et al., 2013), adicionalmente, se mejoran las competencias y habilidades para una implantación exitosa (Charles et al., 2016).

Según Chan et al., (2005), se deben hacer evidentes los beneficios que se obtienen para mantenimiento y producción a través de los programas de entrenamiento y capacitación y, adicionalmente, expone otros factores de éxito como seleccionar un equipo de trabajo con actitud positiva y apertura ante los cambios, con el compromiso de la alta dirección para garantizar que la moral de los operadores de producción y mantenimiento sea alta, se sientan reconocidos y mantengan la motivación antes, durante y después del proceso de implantación.

Tras presentarse los principales factores de éxito en la implementación de TPM, a continuación se procede a presentar los métodos y técnicas para alcanzar los objetivos especificados en el presente estudio.

## **6.4 Métodos y técnicas para alcanzar los objetivos**

### **6.4.1 Tipo de estudio**

El tipo de investigación fue *descriptivo*, debido a que se realizó un análisis de las percepciones de los colaboradores operativos de una organización manufacturera, toda vez que los estudios descriptivos miden y evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar (Hernández-Sampieri y Torres, 2018). Adicionalmente, se caracterizó por ser de carácter no experimental, ya que se recolectan datos en forma pasiva sin introducir cambios o tratamientos por parte del investigador, es decir, se observan situaciones ya existentes (Monje Álvarez, 2011).

El presente estudio se caracteriza por utilizar el método *cuantitativo*, debido a que utiliza instrumentos para recolección de información (Lerma, 2009), en este caso, una encuesta que será aplicada a colaboradores operativos de una única organización manufacturera y donde los investigadores tuvieron una participación activa en la definición de las preguntas a partir de su experiencia.

Con relación al tiempo, se trató de un estudio transversal, ya que los datos son recogidos en un punto en el tiempo, por medio de cuestionario o entrevistas estructuradas para los datos de colección, con la intención de generalizar a partir de una muestra definida de la población objetivo de estudio (Creswell, 1994).

### **6.4.2 Muestra**

Los sujetos que participaron de esta investigación fueron 88 colaboradores operativos de una organización manufacturera, ubicada en la zona industrial de la ciudad de Manizales, dedicada a la transformación de materias primas para obtener productos alimenticios. La muestra fue seleccionada de manera aleatoria, teniendo en cuenta que la población es de 510 colaboradores distribuidos en las diferentes plantas y que pertenecen al área de Producción. No se tuvo en cuenta ni el sexo ni la edad, las personas objeto de estudio debían tener mínimo 3 meses de antigüedad en la compañía, tener alguna participación en cualquiera de las fases de la implantación de la metodología TPM y pertenecer a los diferentes niveles de experticia establecidos por la organización, los cuales son Junior, Junior Avanzado, Senior y Master.

La selección de la muestra se realizó de manera aleatoria, por consiguiente, el presente estudio es de carácter probabilístico; adicionalmente, se define un nivel de confianza del

95%, el cual se toma como estándar industrial y un margen de error del 10%, el cual se considera aceptable por la característica del estudio.

### 6.4.3 Instrumentos

La recolección de la información se realizó a través de un cuestionario estructurado de elaboración propia y teniendo como referencia las siguientes categorías de análisis: *Desafíos y/o implicaciones desde una perspectiva de cambio y adaptación en la implantación de la metodología TPM, exigencias desde una perspectiva de cambio y adaptación que tiene para la organización la implantación de TPM y consecuencias positivas y negativas de la implantación de TPM.*

**Tabla 1.** Relación entre objetivos específicos y categorías de rastreo de la información

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Categorías de rastreo /análisis de datos</b>
Caracterizar los desafíos y/o implicaciones desde una perspectiva de cambio y adaptación, en la implantación de la metodología TPM	Desafíos y/o implicaciones desde una perspectiva de cambio y adaptación, en la implantación de la metodología TPM percibidas por un grupo de colaboradores de una organización manufacturera
Analizar las exigencias desde una perspectiva de cambio y adaptación, que tiene para la organización la implantación de TPM	Exigencias desde una perspectiva de cambio y adaptación, que tiene para la organización la implantación de TPM percibido por un grupo de colaboradores de una organización manufacturera
Identificar las consecuencias positivas y negativas de la implantación de TPM	Consecuencias positivas y negativas de la implantación de TPM, percibidas por un grupo de colaboradores de una organización manufacturera

Fuente: Elaboración propia, 2020.

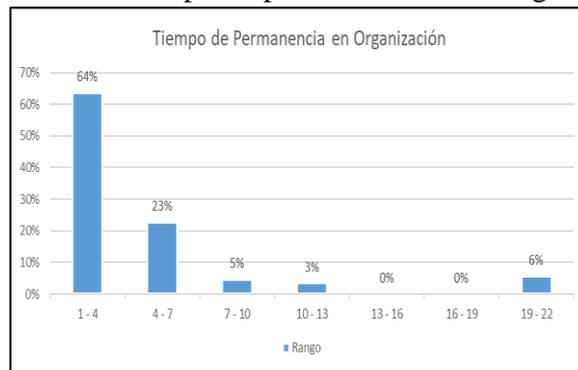
Una vez definida la muestra y el instrumento, y aplicado este último, se procede a presentar y analizar los resultados obtenidos.

## 7. Presentación y análisis de resultados

TPM es una metodología que es implementada cada vez más por organizaciones a nivel mundial, buscando mejorar la eficiencia de sus equipos y obtener ventajas en términos de costo y calidad en los mercados en los que se desempeñan. Los equipos de trabajo son fundamentales y determinantes del éxito o fracaso de las implantaciones TPM (Hj.Bakri, Abdul Rahim, Yusof, Widya, Mohd, Tohid & Ismail, 2014) y es crucial identificar los desafíos e implicaciones desde una perspectiva de cambio y adaptación que tienen los colaboradores.

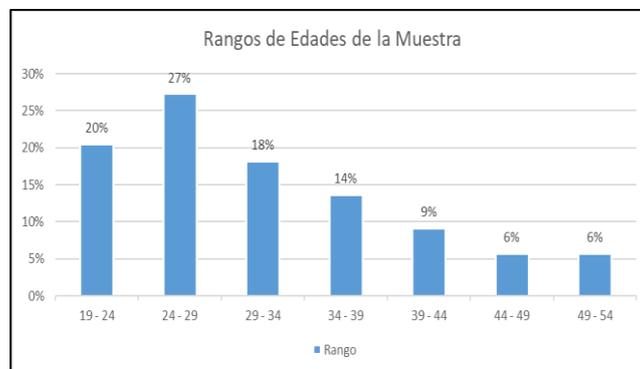
En el presente estudio se ha aplicado un cuestionario estructurado como una referencia útil para la toma de decisiones tácticas y/o estratégicas dentro de las organizaciones, especialmente las manufactureras. De los 88 cuestionarios realizados se obtiene la siguiente información de contexto:

**Ilustración 1.** Tiempo de permanencia en la organización



Fuente: Elaboración propia, 2020.

**Ilustración 2.** Rango de edades de la muestra

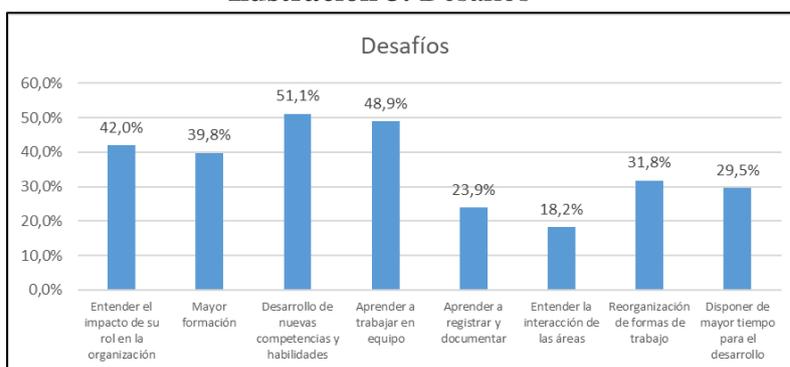


Fuente: Elaboración propia, 2020.

Del total de la muestra seleccionada, el 64% de los colaboradores tienen un tiempo de permanencia en la organización entre 1 y 4 años y el 23% entre 4 y 7 años, en total, el 87% de los colaboradores tienen un tiempo de permanencia entre 1 y 7 años y, por el contrario, intervalos entre 7 y 10 años y mayores de 13 años hasta 19 años no se presentan de forma considerable, esto se debe a que es común ver una rotación de personal alta en los niveles operativos de la organizaciones, sobre todo, después de 7 años de permanencia, en este caso. Es importante resaltar que el 6% de la muestra corresponde al intervalo de 19 a 22 años de permanencia en la organización, esto refleja esa población de colaboradores que es probable que proyecten el fin de su vida laboral dentro de la organización.

Los resultados específicos de los cuestionarios se muestran a continuación:

**Ilustración 3. Desafíos**



Fuente: Elaboración propia, 2020.

**Ilustración 4. Relación de desafíos vs tiempo de permanencia en la organización**

Total Muestra	88						
Muestra por Rango	56	20	4	3	0	0	5
Rangos de Permanencia en la organización	1 - 4	4 - 7	7 - 10	10 - 13	13 - 16	16 - 19	19 - 22
Desafío/Clase	A	B	C	D	E	F	G
Entender el impacto de su rol en la organización	22	9	2	0	0	0	4
Mayor formación	23	7	2	0	0	0	3
Desarrollo de nuevas competencias y habilidades	29	11	1	0	0	0	4
Aprender a trabajar en equipo	28	9	3	0	0	0	3
Aprender a registrar y documentar	14	4	0	1	0	0	2
Entender la interacción de las áreas	8	5	1	0	0	0	2
Reorganización de formas de trabajo	16	8	0	1	0	0	3
Disponer de mayor tiempo para el desarrollo	15	7	1	1	0	0	2
Nuevas Competencias y Habilidades/Total muestra	33%	13%	1%	0%	0%	0%	5%
Nuevas Competencias y Habilidades/Total Encuestados entre rango	52%	55%	25%	0%	0%	0%	80%
Aprender a trabajar en equipo/Total Encuestados entre rango	50%	45%	75%	0%	0%	0%	60%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En los resultados obtenidos respecto a la caracterización de los principales desafíos y/o implicaciones, desde una perspectiva de cambio y adaptación, en la implantación de la

metodología TPM, los principales resultados muestran una relación con las capacidades, competencias y habilidades que requiere el personal operativo durante una implantación, donde el 33% de las personas que llevan entre 1 y 4 años en la compañía identifican como principal desafío el desarrollo de nuevas competencias y habilidades, esta misma percepción se ve en mayor medida en los colaboradores que llevan entre 19 y 22 años, donde el 80% de ellos lo perciben como principal desafío. Lo anterior puede suponer que los colaboradores con más antigüedad dentro de una organización, requieren un mayor esfuerzo para el desarrollo de las nuevas competencias y habilidades necesarias para la implantación de la metodología TPM, esto puede deberse a que son colaboradores resistentes al cambio por su largo tiempo de permanencia en la organización y, sobre todo, por la costumbre de operar de la misma forma durante ese tiempo.

Desde otra perspectiva, el 48,9% de los colaboradores consultados consideran que aprender a trabajar en equipo es uno de los principales desafíos que se tienen en el proceso de implementación de la metodología, donde los que tienen un tiempo de permanencia mayor a 7 años en la organización son los que más lo perciben. Esto supone, a su vez, un desafío para la organización en lo relacionado con estructurar y ejecutar programas de formación y capacitación, que sirvan como herramientas para superar esta barrera.

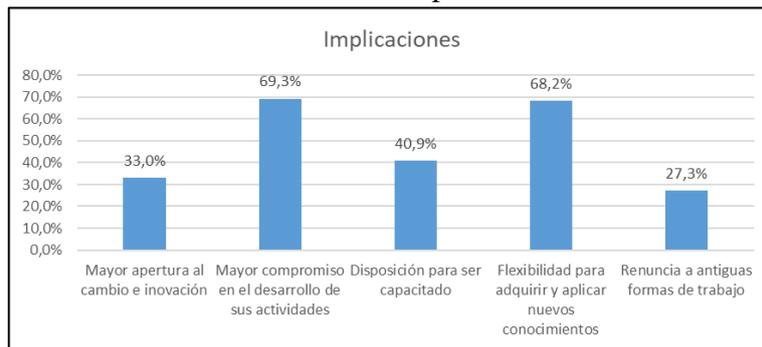
De los consultados, el 42% perciben como desafío principal entender el impacto de su rol dentro de la organización, seguido de mayor formación con un 39,8%; una potencial causa de estas percepciones puede ser la falta de fortalecimiento por parte de los niveles directivos de una estrategia de comunicación asertiva, donde se establezcan de manera clara los roles y las responsabilidades necesarios en el personal operativo para la implantación, acompañado de programas de formación y capacitación efectivos que acompañen el proceso.

Adicionalmente, los desafíos percibidos que están relacionados con la reorganización de formas de trabajo y disponer de mayor tiempo para el desarrollo, corresponden al 61,3% de la muestra consultada, estas percepciones pueden deberse a los requerimientos inherentes de la implantación de una nueva metodología, es decir, de una nueva forma de hacer las cosas, lo que supone vencer paradigmas a nivel operativo, a través de la adaptación de diferentes formas de trabajo y, a su vez, la disposición de invertir mayor tiempo en ello.

Por último, el 42,1% de los colaboradores percibe como desafíos aprender a registrar y documentar y entender la interacción entre las áreas, esto va directamente relacionado al

cambio en la operación, en donde el seguimiento se realiza a través de registros y documentos necesarios para monitorear la implementación de TPM al detalle y los posibles beneficios que traería para la organización dicho proceso; adicionalmente, aparece la interacción entre las áreas como desafío más bajo entre las percepciones con un 18,2%, lo que puede indicar que los colaboradores ya entienden y asumen que la interacción entre áreas es necesaria, no solo para el proceso de implantación sino para el desarrollo de sus actividades diarias.

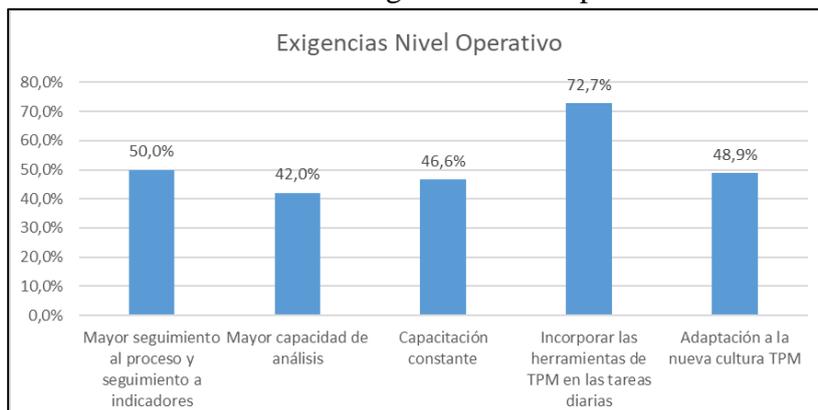
**Ilustración 5. Implicaciones**



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Las implicaciones identificadas más comunes dentro de la muestra fueron Mayor compromiso en el desarrollo de sus actividades con un 69,3% seguida de flexibilidad para adquirir y aplicar nuevos conocimientos con el 68,2%, evidenciando una relación estrecha con los desafíos más representativos identificados en el estudio, por lo tanto, una organización debería crear y/o fortalecer los programas que permitan una adecuada gestión del cambio y adaptación de los colaboradores a la nueva metodología de trabajo, que sirvan como estrategia para abordar las implicaciones percibidas; el 40,9% de los colaboradores percibieron como implicación la disposición para ser capacitados, reflejando posiblemente la necesidad de reforzar los programas relacionados con desarrollo del talento humano dentro de la organización y comunicar efectivamente el “porqué” y “para qué” de estos programas.

### Ilustración 6. Exigencias nivel operativo



Fuente: Elaboración propia, 2020.

En los resultados obtenidos respecto a las exigencias que identifican el grupo de colaboradores que conformaron la muestra, se puede reconocer que la incorporación de herramientas de TPM en las actividades diarias es una de las principales percibidas, dado que son exigidas por la metodología y son los colaboradores operativos los llamados a ejecutarlas. Por otra parte, el 50% y el 42% percibieron como exigencias el mayor seguimiento al procesos e indicadores, así como mayor capacidad de análisis respectivamente, esto es consecuencia de la necesidad de monitorear el desempeño organizacional y evitar posibles desviaciones en la ejecución, esto a través del fortalecimiento de los análisis realizados por el nivel operativo, gracias a las herramientas definidas por la metodología TPM.

Finalmente, es necesario que las organizaciones identifiquen las oportunidades relacionadas con los cambios culturales necesarios para una implantación exitosa, dado que los colaboradores pueden percibir esto como una exigencia durante el proceso, muestra de ello, es que en la organización analizada el 48,9% de los colaboradores consultados así lo expresó.

### Ilustración 7. Exigencias nivel directivo

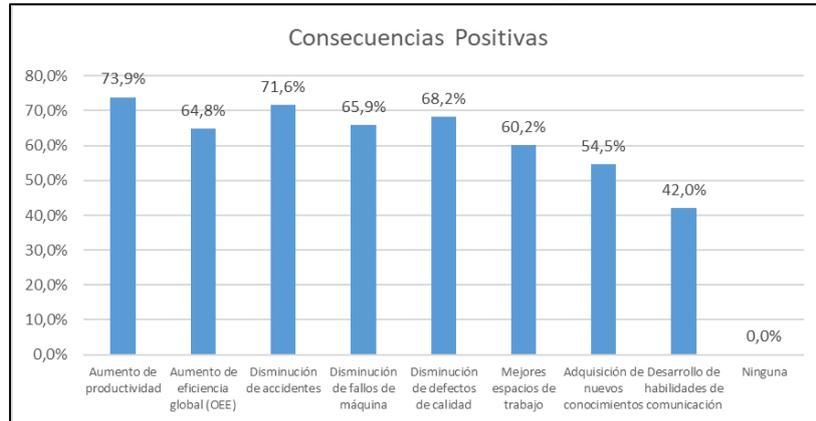


Fuente: Elaboración propia, 2020.

Respecto a las exigencias del nivel directivo percibidas por los colaboradores, se puede identificar que el compromiso de la dirección es fundamental para generar credibilidad y alineación con los objetivos en toda la organización, estableciéndose como agente movilizador hacia los colaboradores y un factor de éxito para el proceso. Adicionalmente, el conocimiento de la metodología es una de las exigencias mayor valoradas por los colaboradores con un 59,1 %, ya que los directivos son los que deben tener la capacidad de guiar a los colaboradores y la responsabilidad de cerrar brechas de conocimiento que se den durante el proceso, generando confianza en los grupos de trabajo y facilitando la implementación.

Por otra parte, los colaboradores perciben que los directivos están llamados a crear y ajustar las estrategias organizacionales, logrando que sean entendidas y aplicadas de manera eficaz y eficiente por cada colaborador, de igual manera, el 39,5 % identifica la inversión en recursos como una exigencia, dado que es necesario reestablecer condiciones básicas de los equipos y acondicionar los procesos e instalaciones para una correcta implantación de la metodología TPM.

### Ilustración 8. Consecuencias positivas



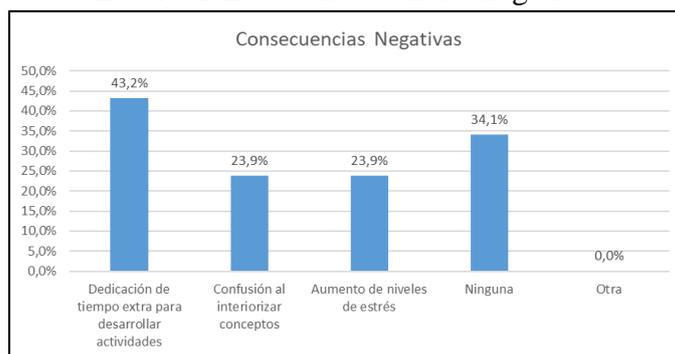
Fuente: Elaboración propia, 2020.

Las consecuencias positivas de la implantación de TPM percibidas en el estudio están relacionadas con factores como aumento de productividad, disminución de accidentes y disminución de defectos de calidad, las cuales están alineadas con los principales objetivos de la metodología TPM y por qué las organizaciones buscan implantarla.

Asimismo, la disminución de fallos de máquina se evidencia con un 65,9% como consecuencia positiva, esto se debe a que es una de las principales oportunidades de mejora en los sistemas productivos compuestos por máquinas, además, se puede suponer que los colaboradores entienden que deben desarrollar autonomía y mayor conciencia en el uso y mantenimiento de los equipos; lo anterior impacta directamente la eficiencia de la planta, la cual es medida generalmente a través del OEE (Overall Equipment Effectiveness) y es percibida como beneficio de TPM con el 64,8%.

A su vez, el 60,2% considera que se generan mejores espacios de trabajo, esto puede deberse a que uno de los fundamentos de TPM es la cultura de orden y aseo, la cual tiene sus bases en el método 5S y una vez implantado origina cambios sustanciales en los espacios de trabajo, en la seguridad industrial y eficiencias en los movimientos del operario durante el proceso; por otra parte, el 42% de los colaboradores percibieron como consecuencia positiva el desarrollo de nuevas habilidades de comunicación, donde se puede suponer que es una consecuencia directa de la implantación de TPM, la cual exige comunicación, sinergia entre las áreas de trabajo y espacios de discusión y socialización alrededor de los datos que se obtienen. Es importante resaltar que la totalidad de la muestra expresa que la implantación de la metodología genera algún beneficio para la organización y para ellos.

### Ilustración 9. Consecuencias negativas



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Respecto a las consecuencias negativas percibidas, las más destacadas tienen que ver con el tiempo extra que deben invertir los colaboradores en actividades relacionadas con la metodología TPM, con un 43,2% de los consultados, lo que supone un esfuerzo adicional durante las jornadas de capacitación e implementación de las nuevas actividades a ejecutar, adicionalmente, posibles confusiones en los conceptos y aumento de niveles de estrés como resultado de la ejecución de las actividades propias del rol en simultáneo con actividades relacionadas con la implantación y metodología TPM.

El 34% de los consultados considera que no hay consecuencias negativas, lo que puede evidenciar una buena disposición y adaptación al cambio dentro de la organización, lo que puede suponer una buena comunicación de resultados obtenidos durante la implantación, y que los colaboradores vean reflejado su trabajo a través de dichos resultados; como consecuencia de esta percepción, se puede generar reconocimiento, sentido de pertenencia y, por ende, transformación cultural dentro de la organización, facilitando la implantación de la nueva metodología.

## 8. Conclusiones

Posterior al análisis de los resultados, se identifica que el desarrollo de nuevas competencias y habilidades para la adopción de nuevas formas de trabajo es el desafío más común percibido por los colaboradores, condición que supone para las organizaciones un reto en diseñar y ejecutar programas de formación y capacitación, que logren el desarrollo permanente de los colaboradores y sienten las bases de la transformación de la cultura organizacional; adicionalmente, que los colaboradores

perciban el trabajo en equipo como el factor común necesario en las actividades que conforman las diferentes etapas de la implantación de TPM, teniendo su rol claro y entendiendo el impacto de este en cada una de ellas; lo anterior dependerá de una estrategia asertiva de comunicación por parte de los niveles directivos de la organización, que son los encargados de liderar la estrategia de implantación de la metodología.

Por otra parte, los niveles directivos de las organizaciones tienen la responsabilidad de adquirir el conocimiento y apropiarse de la implantación, promoviendo el uso de las herramientas TPM en las actividades diarias y realizando el seguimiento a los procesos, a través de los indicadores establecidos para tal fin, a su vez, son los llamados a desarrollar tácticas para asegurar la correcta ejecución de la estrategia y disponer de los recursos necesarios para una implantación exitosa. Por su parte, los niveles operativos tienen la responsabilidad de adaptarse a las nuevas formas de trabajo establecidas por la metodología TPM, exigiéndose mayor capacidad de análisis y participando de espacios colaborativos que fomenten la construcción y el sostenimiento de la cultura TPM; el aumento en los indicadores de productividad, determinado por el incremento en la OEE, también está dado por el desarrollo de colaboradores autónomos, capaces de mantener las condiciones básicas de sus equipos a través de una operación correcta, disminuyendo la cantidad de fallos, disminuyendo los riesgos asociados a los procesos y mejorando la calidad de los productos.

Si bien dentro de las organizaciones la implantación tiende a tener una percepción positiva y actitud de apertura por parte de los colaboradores, es importante que se gestione el proceso de implantación desde la perspectiva de cambio y adaptación del personal que participa en el proceso, con el objetivo de mantener un equilibrio entre el desempeño del rol diario y las actividades requeridas por la implantación, evitando niveles de estrés innecesarios en los colaboradores y permitiendo que “las nuevas formas” se establezcan dentro de la cultura organizacional, allanando el camino para una implantación exitosa de la metodología TPM.

## Referencias

- Ahmed, S., Hassan, M. H., & Taha, Z. (2005). TPM can go beyond maintenance: Excerpt from a case implementation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 11(1), 19–42. <https://doi.org/10.1108/13552510510589352>
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 25(7), 709–756. <https://doi.org/10.1108/02656710810890890>
- Aranguren M, J. A. (2015). *Implantación exitosa de TPM en la industria Colombiana*. (Tesis de Maestría). Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.
- c. A graph theoretic approach to evaluate the intensity of barriers in the implementation of total productive maintenance (TPM). *International Journal of Production Research*, 52(10), 3032–3051. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.860250>
- Attri, R., Grover, S., Dev, N., & Kumar, D. (2013). Analysis of barriers of total productive maintenance (TPM). *International Journal of Systems Assurance Engineering and Management*, 4(4), 365–377. <https://doi.org/10.1007/s13198-012-0122-9>
- Cardona M, D. L. (2015). *Estudio de Casos de Implantación Exitosa de Tpm en Industrias*. (Tesis de Maestría). Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.
- Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., & Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International Journal of Production Economics*, 95(1), 71–94. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.10.021>
- Charles, E., Okpala, C., & Onyekachi, E. E. (2016). Benefits and Challenges of Total Productive Maintenance Implementation. *International Journal of Advanced Engineering Technology E- Int J Adv Engg Tech*, 196–200.
- Cooke, F. L. (2000). Implementing TPM in plant maintenance: Some organisational barriers. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 17(9), 1003–1016. <https://doi.org/10.1108/02656710010378789>
- Creswell, J. W. (1994). *Research Design : Qualitative and Quantitative Approaches*. California: Sage publications.
- Digalwar, A., & Nayagam, P. (2014). Implementation of Total Productive Maintenance in Manufacturing Industries: A Literature-Based Metadata Analysis. *IUP Journal of Operations Management*, 13(1), 39–53. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Implementation+of+Total+Productive+Maintenance+in+Manufacturing+Industries+:+A+Literature+e-Based+Metadata+Analysis#0>
- García Alcaraz, J. L. (2011). Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total. *Revista Facultad de Ingeniería*, 60, 129–140.

- García Palencia, O. (2004). El mantenimiento productivo total y su aplicabilidad industrial. *Ciencias Aplicadas e Interdisciplinarias, TPM*. <http://www.revistavirtualpro.com/biblioteca/el-mantenimiento-productivo-total-y-su-aplicabilidad-industrial#sthash.ZHx58RCw.dpuf>
- Gilmore, A. (1998). Quality in management decision making within a changing context. *Journal of Management Development*, 17(2), 106–120. <https://doi.org/10.1108/02621719810206014>
- Gupta, S., Tewari, P. C., & Sharma, A. K. (2006). TPM concept and implementation approach. *Quality*, 679, 1–18. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.110.1906&rep=rep1&type=pdf>
- Gurinder, S. B. (2006). Keeping the wheels turning [total productive maintenance]. *Manufacturing Engineer*, 85(1), 32–35. <https://doi.org/10.1049/me:20060105>
- Hernández-Sampieri, R., & Torres, C. P. M. (2018). *Metodología de la investigación*. México DF: McGraw-Hill Interamericana.
- Hj.Bakri, A., Abdul Rahim, A. R., Yusof, N. M., Widya, W. K., Mohd. Tohid, M. Z. W., & Ismail, S. A. (2014). Issues in total productive maintenance (TPM) implementation: Justification of employing case study methodology. *Applied Mechanics and Materials*, 660(December 2016), 988–994. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.660.988>
- Ireland, F., & Dale, B. G. (2001). A study of total productive maintenance implementation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 7(3), 183–191. <http://www.emerald-library.com/ft>
- Jain, A., Singh, H., & Bhatti, R. S. (2018). Identification of key enablers for total productive maintenance (TPM) implementation in Indian SMEs: A graph theoretic approach. *Benchmarking*, 25(8), 2611–2634. <https://doi.org/10.1108/BIJ-02-2016-0019>
- Lerma, H. (2009). Metodología de la investigación. In *Metodologia De La Investigación*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- López, E. (2009). El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación. *Universidad Javeriana*, 1–136.
- Lycke, L. (2003). Team development when implementing TPM. *Total Quality Management and Business Excellence*, 14(2), 205–213. <https://doi.org/10.1080/1478336032000051395>
- Madu, C. N. (2000). Competing through maintenance strategies. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 17(9), 937–949. <https://doi.org/10.1108/02656710010378752>
- Maggard, B. N., & Rhyne, D. M. (1992). Total productive maintenance. A timely

- integration of production and maintenance. *Production and Inventory Management Journal*, 33(4), 6–10.
- Marín-García, J. A., & Martínez, R. M. (2013). Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. *Intangible Capital*, 9(3), 823–853. <https://doi.org/10.3926/ic.360>
- Marín García, J. A., Perello Marin, M. R., Maheut, J., & Vidal Carreras, P. (2010). Causas de fallo en la implantación del TPM y modelo de puesta en marcha integrador. *WPOM-Working Papers on Operations Management*, 1(1), 12. <https://doi.org/10.4995/wpom.v1i1.792>
- Monje Álvarez, C. A. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica. *Universidad Surcolombiana*, 1–216. <http://carmonje.wikispaces.com/file/view/Monje+Carlos+Arturo+-+Guía+didáctica+Metodología+de+la+investigación.pdf>
- Munir, M. A., Zaheer, M. A., Haider, M., Rafique, M. Z., Rasool, M. A., & Saad Amjad, M. (2019). Problems and Barriers Affecting Total Productive Maintenance Implementation. *Technology & Applied Science Research*, 9(5), 4818–4823. [www.etasr.com](http://www.etasr.com)
- Panneerselvam, M. K. (2012). TPM implementation to invigorate manufacturing performance: an Indian industrial rubric. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 3(6), 1–10.
- Poduval, P. S., Pramod, V. R., & Jagathy Raj, V. P. (2013). Barriers In TPM Implementation In Industries. *International Journal of Sceintific & Technology Research*, 2(5), 28–33.
- R. Davis (1995). *Productivity Improvements through TPM*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Rey Sacristán, F. (2001). *Mantenimiento total de la producción. Proceso de implantación y desarrollo*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Robinson C. J. and Ginder A. P. (1995). *Implementing TPM: The North American Experience*. Portland: Productivity Press.
- Shen, C. C. (2015). Discussion on key successful factors of TPM in enterprises. *Journal of Applied Research and Technology*, 13(3), 425–427. <https://doi.org/10.1016/j.jart.2015.05.002>
- Suzuki, T. (1995). TPM en industria de proceso. In *Journal of Chemical Information and Modeling*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Venkatesh, J. (2005). *An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)*. <https://doi.org/10.1038/nrg1090>
- Wang, F. K. (2006). Evaluating the efficiency of implementing total productive maintenance. *Total Quality Management and Business Excellence*, 17(5), 655–667.

<https://doi.org/10.1080/14783360600588232>

Wireman, T. (2004). *Total productive maintenance*. Industrial Press.  
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=UfKRG56P1-QC&oi=fnd&pg=PA1&dq=beginning+of+tpm&ots=skzhQh-qHl&sig=HqTkAFhI4J3vvWQoKjqLJHB65zw#v=onepage&q&f=false>