

**MODELO DE IMPLEMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE
LA PRODUCCIÓN, EN EL PROCESO DE MÁSTILES, BAJO LA FILOSOFÍA TPM EN
LA EMPRESA DIMEL INGENIERÍA S.A.**

LAURA ISABEL HERNÁNDEZ PEÑARANDA

VALENTINA PANESSO GÓMEZ

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CALI**

**MODELO DE IMPLEMENTACIÓN PARA EL SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE
LA PRODUCCIÓN, EN EL PROCESO DE MÁSTILES, BAJO LA FILOSOFÍA TPM EN
LA EMPRESA DIMEL INGENIERÍA S.A.**

LAURA ISABEL HERNÁNDEZ PEÑARANDA

VALENTINA PANESSO GÓMEZ

**Proyecto de Grado para optar el título de
Ingeniero Industrial**

Director proyecto

ING., MSc. JAIRO PANESSO TASCÓN

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CALI
2018**

CONTENIDO

RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN	9
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	10
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	13
2.1 Planteamiento del Problema.....	13
2.2 Formulación del Problema.....	13
2.3 Sistematización del Problema.....	13
2.4 Justificación del proyecto.....	14
3. OBJETIVOS	15
3.1 Objetivo General.....	15
3.2 Objetivos Específicos.....	15
3.3 Entregables.....	15
3.3.1 Alcance General.....	15
3.3.2 Alcances Específicos.....	15
4. MARCO DE REFERENCIA	16
4.1 Antecedentes o Estudios Previos.....	16
4.1.1 Antecedentes Científicos.....	16
4.1.2 Antecedentes Tecnológicos y prácticos.....	17
4.2 Marco Teórico.....	18
4.2.1 Desarrollo del Mantenimiento Productivo Total.....	18
4.2.2 Mantenimiento Productivo Total.....	19
4.2.3 Objetivos del Mantenimiento Productivo Total.....	19
4.2.4 Pilares del Mantenimiento Productivo Total.....	20
4.2.5 5'S.....	22
4.2.6 Six Sigma.....	25
4.2.7 Seis Grandes Pérdidas y OEE.....	26
4.2.8 Tipos de Mantenimiento.....	28
4.3 Impacto del Proyecto.....	29
5. METODOLOGÍA PROPUESTA	30
5.1 Clasificación del Proyecto.....	30
5.2 Proceso de Diseño.....	31
5.3 Cronograma.....	33
6. DESARROLLO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	34

6.1	Descripción y Análisis del Proceso.	34
6.2	Prediagnóstico del Proceso de Mástiles.	36
6.3	Diagnóstico del Proceso de Mástiles.	37
6.4	Seguimiento del Cumplimiento de los Objetivos Estratégicos.	41
6.5	Desarrollo de la Metodología para la Implementación del Sistema.	41
6.5.1	Proceso de implementación del TPM.	42
6.5.2	Barreras y facilitadores en la implementación del TPM.	46
6.5.3	Cambio de roles en los involucrados	47
6.6	Establecimiento del Posible Impacto y Beneficios de la Implementación.	47
6.7	Diseño del Programa de Capacitación en la Aplicación de la Metodología TPM.	48
7.	CONCLUSIONES	50
8.	RECOMENDACIONES	51
8.1	Trabajos Futuros.	51
8.2	Recomendaciones para la empresa.	51
9.	RESULTADOS	53
	BIBLIOGRAFÍA	54
	ANEXOS	55

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Pilares del TPM.	20
Ilustración 2. Operacionalización del DMAMC.....	25
Ilustración 3. Diagrama de Flujo del proceso de mástiles en Dimel Ingeniería.	34
Ilustración 4. Gráfico de ponderación de criterios del diagnóstico.	38
Ilustración 5. Metodología de Implementación de TPM en Dimel Ingeniería.	42
Ilustración 6. Diagrama de Flujo para la propuesta del desarrollo del programa de capacitación.	49

Lista de Tablas

Tabla 1. Cronograma duración de actividades principales en semanas.	33
Tabla 2. Resumen de la ponderación de los criterios del diagnóstico.....	37
Tabla 3. Porcentaje de cumplimiento por áreas.....	41
Tabla 4. Beneficios de la Implementación.....	48

Lista de Anexos.

Anexo 1. Reporte de Cambios y Ajustes.	55
Anexo 2. Organigrama de Dimel Ingeniería S.A.	57
Anexo 3. Caracterización del Proceso de Mástiles de Gran Tamaño.	58
Anexo 4. Toma de tiempos.....	59
Anexo 5. Pre-Diagnóstico del Proceso de Mástiles.	60
Anexo 6. Diagnóstico del Proceso de Mástiles.	61
Anexo 7. Matriz Seguimiento Objetivos Estratégicos.	62
Anexo 8. Cambio de Roles.	63
Anexo 9. Encuesta Google.	64
Anexo 10. Cartilla Capacitación TPM.	65
Anexo 11. Evidencias fotográficas.	66

RESUMEN

El proyecto se desarrolló en el sector real en una empresa industrial de manufactura dedicada a la fabricación de postes metálicos de gran tamaño. Se logró la apropiación y aplicación de teorías que son fundamentales para las organizaciones enfocadas en la mejoría de sus procesos mediante el desarrollo de un modelo que permita una aplicación integral de la filosofía del TPM.

Este proyecto permitió llevar a la práctica en un proceso real, las teorías, modelos y metodologías estudiadas, beneficiando la empresa y permitió a los estudiantes fortalecer su proceso de formación y desarrollo profesional.

ABSTRACT

The project was developed in the real sector in an industrial manufacturing company dedicated to the manufacture of large metal poles. The appropriation and application of theories that are fundamental for organizations focused on the improvement of their processes was achieved through the development of a model that allows an integral application of the philosophy of the TPM.

This project allowed the theories, models and methodologies studied to be put into practice in a real process, benefiting the company and allowing the students to strengthen their training and professional development process.

INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el informe final de la propuesta de proyecto de grado presentada desarrollada en la empresa Dimel Ingeniería S.A. Se escogió para intervenir el proceso de fabricación de postes de gran tamaño (Mástiles).

La empresa no cuenta con un modelo integral, que se adapte a las condiciones y requerimientos actuales, como un sistema de administración de la producción bajo la filosofía de TPM, que permita solucionar los diferentes problemas que se presentan en el área de producción ligados al proceso, personal, maquinaria y mantenimientos.

Los primeros capítulos de la propuesta presentada no tuvieron ningún cambio significativo; a excepción del capítulo 4. del marco de referencia donde se complementó con la investigación bibliográfica realizada durante la ejecución del proyecto. Por otro lado, en el capítulo 6 se incluye la ejecución del proyecto y el cumplimiento de los objetivos propuestos y por ende los entregables comprometidos en el numeral 3.3 como alcances tanto el general cómo los específicos. En esta ejecución se siguió la metodología presentada en el capítulo 5 y las etapas establecidas en el proceso de diseño del numeral 5.2.

A continuación, se describe el desarrollo del proyecto presentado en este capítulo 6 y el análisis de los resultados obtenidos. Una vez reconocido, estudiado y analizado el proceso en el numeral 6.1 se procedió en los numerales 6.2 y 6.3 a realizar un prediagnóstico y un diagnóstico del proceso que permitió establecer su estado actual para diseñar la metodología de aplicación e intervención que era necesario desarrollar. En el numeral 6.4 se plantea una matriz para hacer el seguimiento al cumplimiento de los objetivos estratégicos que la empresa tiene para este proceso.

Siendo la filosofía TPM nueva en la empresa, se diseñó en el numeral 6.5 una metodología para su implementación en el proceso escogido que permita lograr involucrar y comprometer al personal encargado del proceso y a sus directivos, acerca de los beneficios que le aporta la buena implementación y ejecución del sistema de administración de la producción bajo la filosofía TPM. Se establece el posible impacto si se aplica la metodología diseñada en el numeral 6.6.

Se benefició la empresa desde el punto de vista metodológico con el diseño en el numeral 6.7 de un programa de capacitación para el personal el cual requiere de una didáctica especial que permita la interiorización y ejecución de todos los conceptos que implica la aplicación de manera gradual y permanente de la filosofía de administración de la producción bajo los principios y objetivos del TPM.

Finalmente se resumen los resultados obtenidos y se establecen recomendaciones para la empresa, así como las conclusiones obtenidas durante el desarrollo del presente proyecto en el capítulo 7.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

El proyecto se desarrolla en la empresa Dimel Ingeniería S.A. A continuación, se hace una breve descripción y reseña de la empresa y del proceso en el cual se desarrollará el proyecto.

- **Historia de la empresa.**

Dimel Ingeniería S.A. es una empresa colombiana fundada en 1989 en el Valle del Cauca, Colombia; que surge como un proyecto de tres ingenieros electricistas: Luis Fernando Gutiérrez Cerón, Jorge Isaac Mosquera Lasso y Gustavo Adolfo Ortiz Navia.

Es una empresa dedicada a la prestación de servicios para obras civiles y eléctricas, servicios de recubrimiento para la industria regional y fabricación de postes en acero galvanizado y fibra de vidrio.

Por más de 27 años, Dimel Ingeniería S.A. se ha caracterizado por ofrecer productos y servicios innovadores de alta calidad, permitiéndoles ser los líderes en Colombia y posicionarse en el mercado latinoamericano.

Hitos más importantes en la historia de Dimel Ingeniería S.A.:

- En el año 1989, la empresa inicia con proyectos de diseños y montajes eléctricos para constructoras privadas en instalaciones internas de edificaciones comerciales, industriales y residenciales.
- En 1998, comienza el proceso de fabricación de postes troncocónicos poligonales galvanizados en caliente bajo la marca DIPOLE®.
- En el 2000, se realiza la primera exportación de postes. Actualmente los postes DIPOLE se encuentran en: Perú, Chile, Panamá, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Trinidad y Tobago, Jamaica, y República Dominicana.
- En el año 2005, se adquiere la empresa “Estructuras RL” en Cali con un 60% de participación para fabricación de estructuras metálicas. Para en el 2008, prestar servicios de obras civiles a través de la empresa “Estructuras RL”.
- En 2013, diversifica a una nueva unidad estratégica de negocio de obras eléctricas, división encargada de montaje de redes eléctricas de alta, media y baja tensión. Trabajando para clientes tan importantes como EPSA, CODENSA, EPM entre otros.
- En el 2014, se incorpora “Estructuras RL” a Dimel Ingeniería, y se crea la UEN de Obras Civiles y estructuras metálicas.
En el 2015, se inicia en la ciudad de Yumbo la planta de producción de postes en poliéster reforzado con fibra de vidrio, como estrategia de diversificación del portafolio DIPOLE®. Diversifica el portafolio de servicios de la compañía abriendo al mercado servicios de galvanizado en caliente bajo la marca DIGALVA®.
- En 2016, Dimel Ingeniería cambia su imagen corporativa. La empresa es el principal exportador de postes de acero galvanizado de Colombia, principal proveedor de postes de acero de Panamá y se ubica en el puesto 166 de las 500 empresas con mayores ventas del departamento Valle de Cauca en Colombia.

En la actualidad Dimel ingeniería S.A cuentas con tres unidades de negocio: Dipole, obras civiles y eléctricas, Divalga.

(Dimel Ingeniería S.A, s.f.)

- **Misión.**

Somos una empresa dedicada a satisfacer las necesidades de los sectores eléctrico, telecomunicaciones y de construcción, mediante el diseño, fabricación, suministro de diversos productos y servicios de ingeniería, con innovación y recurso humano comprometido con la calidad, seguridad y medio ambiente. Generando desarrollo económico y social a nuestros colaboradores, proveedores, clientes y accionistas.

(Dimel Ingeniería S.A, s.f.)

- **Visión.**

Para el año 2020, seguir siendo la primera empresa colombiana fabricante de postes en ventas y calidad e incursionar en otros mercados del sector con diversos productos y servicios complementarios, posicionando nuestra marca DIPOLE en el mercado, con el 40 % de nuestra producción vendida en el mercado internacional y consolidar nuestros servicios de ingeniería en Colombia.

(Dimel Ingeniería S.A, s.f.)

- **Valores Corporativos.**

La empresa Dimel Ingeniería S.A. está comprometida con la aplicación de las mejores prácticas de gestión existentes, en cada uno de sus procesos, es por esto por lo que para la compañía es muy importante la seguridad de sus colaboradores, la calidad de sus productos y servicios, la protección del medio ambiente, el control y disminución de sus riesgos e impactos a todas las partes involucradas.

Este compromiso estratégico está respaldado por sus accionistas y todos los colaboradores, al igual que son requisitos exigidos a sus proveedores y contratistas, quienes deben estar comprometidos y alineados con todos los procesos de la empresa encaminados a cumplir todos nuestros estándares en salud, seguridad, medio ambiente y calidad (HSEQ), y la legislación vigente y los requisitos de otra índole.

(Dimel Ingeniería S.A, s.f.)

- **Organización de la Empresa.**

Se entiende por estructura organizacional, el sistema formal de tareas y relaciones de autoridad que controla como las personas coordinan sus acciones y utilizan los recursos para lograr las metas de la organización (Gareth, 2008, p.7).

La estructura organizacional de Dimel Ingeniería S. A se puede observar en el **anexo 1**. Fue suministrada por la empresa, donde se puede observar, que la organización está establecida de manera vertical, es decir, una organización en donde existe un mando mayor como el presidente o director general, y luego sus respectivas divisiones, en donde están los mandos medios y supervisores, los cuales son los encargados de cada área de la empresa. Un objetivo que se pretende en el transcurso de este proyecto es precisamente que la compañía pueda ser flexible en esta estructura, para así fomentar una nueva cultura organizacional, en donde los operarios, supervisores, gerentes y todos los colaboradores de la organización, estén enterados sobre la nueva forma en la administración de la producción de la compañía.

- **Unidades de Negocio.**

La empresa Dimel ingeniería S.A presta sus servicios a través de tres principales unidades de negocios:

- **Dipole:** Esta unidad se comprende de la fabricación postes con diseños y funciones variadas, como: postes de comunicación, de distribución, de tipo aguja, ganso, gaviota, etc. Además, de la fabricación de mástiles de corona móvil, de canastilla rectangular, redonda ente otras. Cabe resalta, que es la única de las 3 unidades que es exportada.
- **Obras civiles y eléctricas:** En esta unidad de negocio se concentra la elaboración de obras civiles y eléctricas, donde las estructuraciones de estas son fabricadas en acero al carbono. Algunos de los proyectos realizados por Dimel Ingeniería son: Estación del Comercio Mio – Cali, Prepasarelas del Abordaje – Aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón, Cúpula Hotel Spiwak – Cali, entre otros.
- **Divalga:** Se creó a partir de la necesidad de la compañía de darle identidad a sus tres unidades estratégicas de negocio. Esta unidad de negocio se enfoca en servicios de recubrimiento mediante el proceso de galvanizado, tanto para productos fabricados en las otras unidades de negocio o para clientes externos.

(Dimel Ingeniería S.A, s.f.)

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del Problema.

La empresa actualmente presenta problemas relacionados a la existencia de averías, maquinaria limitada, retrasos, malos mantenimientos, pérdidas de diferentes naturalezas (energía, materia prima e insumos) y desperdicios, generando reprocesos y tiempos ociosos.

Es decir, que no cuentan con un modelo integral, que se adapte a las condiciones y requerimientos de la empresa, como un sistema de administración de la producción bajo la filosofía de TPM, que permita solucionar los diferentes problemas que se presentan en el área de producción ligados al proceso, personal, maquinaria y mantenimientos.

Por ejemplo, el proceso de fabricación de postes de gran tamaño (Mástiles) carece de dicho sistema, y para mejorar la eficiencia del proceso, que conlleve a una mejoría de la calidad de los productos, es necesario identificar las fallas y pérdidas en el proceso, mediante un diagnóstico. Igualmente, la empresa tiene objetivos estratégicos que deben ser supervisados mediante una matriz de control del cumplimiento de dichos objetivos del proceso.

Por otro lado, siendo la filosofía TPM nueva en la empresa, es necesario diseñar una metodología para su implementación en el proceso escogido y lograr involucrar y comprometer al personal encargado del proceso y a sus directivos, acerca de los beneficios que le aporta la buena implementación y ejecución del sistema de administración de la producción bajo la filosofía TPM.

2.2 Formulación del Problema.

¿Es posible mejorar el proceso de fabricación de mástiles de gran tamaño de Dimel Ingeniería S.A., escogiendo un modelo que permita aplicar un sistema de administración de la producción bajo la filosofía TPM?

2.3 Sistematización del Problema.

¿Es posible evaluar la situación actual del proceso de Mástiles?

¿Es factible plantear los criterios para controlar el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa, para el proceso de Mástiles?

¿Es posible diseñar una metodología para aplicar TPM en el mejoramiento del proceso de Mástiles?

¿En qué medida la implementación del sistema de TPM aporta al mejoramiento del proceso de Mástiles?

¿Es viable diseñar un programa de capacitación para involucrar y comprometer a los directivos y demás empleados, en la implementación, importancia y beneficios del TPM?

2.4 Justificación del proyecto.

El proyecto permite la apropiación y aplicación de teorías que son fundamentales para las organizaciones enfocadas en la mejoría de sus procesos, contribuyendo a la integración de conocimientos y asignaturas estudiadas durante la carrera.

De igual manera, este análisis y manejo de la teoría permite el diseño de un modelo para entender y aplicar la filosofía TPM; y posteriormente el desarrollo de una metodología para llevar a cabo el proceso de ejecución en una empresa. Igualmente, desde el punto de vista metodológico se diseña un programa de capacitación para el personal, el cual requiere de una didáctica especial que permita cambios en la cultura empresarial.

Es decir, este proyecto permite llevar a la practica en un proceso real, las teorías, modelos y metodologías estudiadas, con el propósito de beneficiar el sector industrial y permite a los estudiantes fortalecer su proceso de formación y desarrollo profesional.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General.

Escoger un modelo que permita la implementación del sistema de administración de la producción para mejorar el proceso de Mástiles, bajo la filosofía TPM, en la empresa metalmecánica Dimel Ingeniería S.A. de forma efectiva y escalonada.

3.2 Objetivos Específicos.

- Diagnosticar la situación actual que presenta la empresa en el proceso de Mástiles del área de conformado.
- Plantear las pautas para evaluar el cumplimiento de los objetivos estratégicos del proceso de Mástiles.
- Establecer una metodología para la incorporación del sistema de administración de la producción en el proceso de Mástiles, bajo la filosofía TPM.
- Evaluar el impacto de la implementación del TPM en la eficiencia del proceso escogido.
- Diseñar un plan de capacitación, para facilitar la inducción de directivos y colaboradores del proceso sobre el TPM.

3.3 Entregables.

3.3.1 Alcance General.

Un modelo para la implementación del sistema de administración de la producción en el proceso de Mástiles, bajo la filosofía TPM de forma efectiva y escalonada.

3.3.2 Alcances Específicos.

- Diagnostico actualizado del proceso de Mástiles, mediante una evaluación basada en los objetivos y pilares de la filosofía TPM; identificando las pérdidas, los factores que inciden en la eficiencia del proceso y la calidad del producto.
- Matriz de control que permita llevar un seguimiento del cumplimiento de los objetivos estratégicos del proceso; comparando el estado actual de las metas logradas y las metas futuras establecidas.
- Metodología para la implementación del sistema de administración de la producción; donde se involucren los diferentes pasos y estrategias que deben llevarse a cabo paulatina y escalonadamente en el proceso de Mástiles.
- El posible impacto y beneficios que llevando de manera adecuada la implementación del sistema TPM, se tendrá en la eficiencia del proceso.
- Programa de capacitación, que permita tanto a los directivos como a los empleados encargados del proceso conocer los principios y pilares de la filosofía TPM, y cómo aplicar el TPM en la administración del proceso productivo.

4. MARCO DE REFERENCIA

Se realizó una investigación bibliográfica sobre el sistema de administración de la producción de procesos bajo la filosofía TPM y la aplicación e implementación de este; arrojando diferentes textos, tesis, proyectos y artículos, para así tener evidencia de antecedentes científicos, investigativos y prácticos que soporten y faciliten la viabilidad del proyecto planteado, y que posteriormente aporten al desarrollo de los objetivos propuestos.

4.1 Antecedentes o Estudios Previos.

4.1.1 Antecedentes Científicos.

- Investigaciones Internacionales.

En la Universidad Politécnica Valencia, Valencia, España, 2013, se desarrolló un artículo sobre las barreras y facilitadores de la implementación de TPM. Basándose en la literatura existente, se analiza el impacto positivo en las organizaciones, la amplia utilización del TPM en las industrias y la complejidad de su implementación; además, se explican tres propuestas generales para entender e implementar el TPM; aportando de esta manera un análisis de las barreras para tener en cuenta para una exitosa implementación del TPM.

La revista técnica Tono, Cuba, 2012, elaboro un artículo sobre las percepciones del cliente, a partir de una ponencia del ingeniero Alex Enríquez Serantes en el fórum de ciencia y técnica, donde se expone el método utilizado para medir la satisfacción del cliente en las aplicaciones del TPM, como punto clave para mejorar el desempeño competitivo de las empresas; además del rol de este como instrumento de capacitación de información para el mejoramiento de los procesos. Siendo un artículo que aporta bases importantes para el diseño del programa de capacitación y la pedagogía que se va a desarrollar y posteriormente implementar en la empresa.

- Investigaciones Nacionales.

Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Departamento de Ingeniería Industrial, Bogotá D.C, Colombia, 2009. Se realizó una investigación acerca del Mantenimiento Total Productivo y la importancia del recurso humano para la exitosa implementación. Definiendo el concepto de TPM, los tipos de mantenimiento, objetivos y pilares del TPM; logrando explicar el rol del factor humano en el TPM, basado en el cambio cultural organizacional, la resistencia al cambio, el liderazgo; y dificultades, limitaciones o problemas para implementarlo. Dicha investigación aporta elementos para tener en cuenta en el diseño del programa de capacitación y sobre todo de los escenarios que se llegan a presentar a la hora de la implementación.

4.1.2 Antecedentes Tecnológicos y prácticos.

- Investigaciones Internacionales.

Tesis de Maestría, Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Departamento de matemáticas, Guayaquil, Ecuador, 2013. El desarrollo fue un sistema de mejora continua por medio de la aplicación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el proceso de embotellamiento de una empresa comercializadora de bebidas gaseosas; buscando incrementar la eficiencia de la línea; al reducir los tiempos muertos, minimizar los desperdicios por calidad del producto, y el proceso de involucrar y comprometer a los empleados. Los resultados muestran que poniendo en práctica los pilares del TPM y haciendo una buena gestión en su implementación se logró disminuir los tiempos de paradas, optimizar las tareas de mantenimiento preventivo y reducir la cantidad de mantenimientos correctivos no planificados; además, el mejoramiento de las habilidades y competencias de los operadores para controlar y calibrar los equipos. Esta investigación establece un modelo de implementación, acorde con las necesidades de dicha empresa y contribuye con un importante ejemplo de implementación del TPM en un proceso industrial.

Tesis de Grado, Universidad Argentina de la Empresa, Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas, Buenos Aires, Argentina, 2012. Se llevó a cabo la implementación del TPM en el área de Chapistería de una empresa automotriz instalada en Argentina. La práctica se llevó a cabo por medio de trece fases de aspectos técnicos y prácticos basados en datos, ejemplos y aplicaciones reales tanto de la empresa como de la industria; logrando una gestión integral de la empresa para la implementación del TPM, el seguimiento en las líneas productivas; el aprendizaje, crecimiento y compromiso de los empleados. Dicha investigación aporta una metodología para llevar a cabo la implementación del TPM, cubriendo de esta manera, varios aspectos para tener en cuenta en la implementación del proyecto que se tiene.

Tesis de Maestría, Universidad Autónoma De Nuevo León, Facultad de Ingeniería mecánica y eléctrica, Monterrey, México, 1997 Se desarrolló un modelo de Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) como una herramienta sistematizada a través de un programa preestablecido para una empresa automotriz. Como resultado de la teoría analizada a lo largo de la tesis, surge el modelo de siete pasos que entre ellos se incluye la definición y medición de la Efectividad Total del Equipo (ETE), los Estándares de Limpieza y Atención Básica, acciones correctivas, entre otros; logrando una efectiva implementación gracias al grado de compromiso de los empleados al adoptar los pilares del TPM y el modelo planteado. La investigación aporta un ejemplo de una exitosa implementación y del importante papel que cumplen los operarios con relación a esta.

- **Investigaciones Nacionales.**

Tesis de grado, Universidad del Rosario, Escuela de Administración, Bogotá D.C, Colombia, 2010 Se describe la filosofía del mantenimiento productivo total y se desarrolla la implementación del TPM como tecnología de gestión para el desarrollo de los procesos en una empresa del sector avícola; con el propósito de optimizar la ejecución de los procesos productivos e incrementar su productividad, y el mejoramiento de los indicadores de gestión.

Como resultado se logró el mejoramiento en la gestión de las herramientas para medir, controlar y establecer medidas de acción en la gestión de los procesos, disminución de los tiempos de entrega de producto, eliminación de desperdicios y paradas de equipo; el fortalecimiento e incremento de la capacidad intelectual del recurso humano y el mejoramiento del clima laboral de la empresa. Este artículo evidencia que el desarrollo e implementación exitoso del TPM depende de la elaboración de un modelo que se adapte a las necesidades de la empresa y no del tipo de organización (manufactura, servicios, etc.).

4.2 Marco Teórico.

4.2.1 Desarrollo del Mantenimiento Productivo Total.

La evolución del proceso de mantenimiento hasta convertirse en Mantenimiento Total productivo tiene sus principales momentos en:

- Hasta el siglo XIX, los países industrializados de la época realizaban el mantenimiento de conservación correctivo; es decir, que las máquinas se reparaban únicamente cuando se presentaban paros o fallas.
- Entre 1915 y 1950: en los Estados Unidos se llevaba a cabo el mantenimiento preventivo, de detección y tratamiento de irregularidades o desviaciones, para detectar posibles causas que generaran pérdidas e inconformidades, y de esta manera darles manejo antes de tiempo.
- En los años 50's y 60's: en Japón se incorpora al mantenimiento preventivo el mantenimiento productivo, dándole mayor enfoque al cuidado de las máquinas e importancia a la fiabilidad de los procesos y el servicio al cliente.
- En los años 70's y 80's: en Japón y algunos países occidentales surge el mantenimiento total productivo basado en la participación y desempeño de todo el personal involucrado en el proceso hasta sus directivos en la filosofía TPM. Además, dándole mayor enfoque a la producción y productividad.
- A partir de los años 90's: gracias a la globalización se complementa el TPM haciendo de este una filosofía con mayor participación y enfoque a la eliminación de desperdicios y pérdidas en cualquier área de las empresas. También, el TPM se convierte en una filosofía de gestión que busca la mejora continua y competitividad de las empresas que lo implementan.

(Japan Institute of Plant Maintenance., 2000)

4.2.2 Mantenimiento Productivo Total.

Originalmente el concepto de TPM fue definido por el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como una gestión del mantenimiento (PM) orientada a maximizar la eficiencia del sistema productivo estableciendo un sistema preventivo de pérdidas de cero accidentes, cero defectos, cero averías.

El término TPM se refiere a tres enfoques:

- T de “total” refiriéndose a la participación de todo el personal y eficacia total.
- P, se relaciona con “productivo o productividad” e incluso “perfeccionamiento” de los equipos y procesos.
- M, hace referencia a las actividades relacionadas con “management” y “mantenimiento” enfocándose en la dirección y transformación de los procesos y la empresa en general.

(Japan Institute of Plant Maintenance., 2000)

4.2.3 Objetivos del Mantenimiento Productivo Total.

Según Francisco Rey Sacristán. El objetivo principal del TPM es la mejora continua del rendimiento operativo de todos los procesos y sistemas de producción, a través de su fiabilidad, la prevención de paradas y minimización de tiempos muertos.

De este objetivo principal se derivan tres grandes objetivos específicos:

- **Objetivos Estratégicos.**

La filosofía TPM aporta al mejoramiento de la competitividad y a la mejora continua de los estándares de la empresa, al contribuir en la fiabilidad y efectividad de los sistemas productivos y de los equipos para eliminar fallos; además, de la flexibilidad y capacidad de respuesta, contribuyendo a la reducción de costos operativos.

Una correcta implementación del TPM ayuda a las organizaciones a fortalecer sus ventajas competitivas al buscar la máxima eficiencia productiva, el menor número de fallas, defectos y cero accidentes; es decir, buscando alcanzar un rendimiento global, convirtiéndose en una organización de clase mundial.

- **Objetivos Operativos.**

El TPM busca maximizar la capacidad instalada en los procesos, mediante el mantenimiento oportuno de los equipos con el propósito de evitar, reducir y eliminar las fallas, averías y pérdidas. Generando, además, una optimización de la calidad y productividad de dichos procesos.

- **Objetivos Organizativos.**

La implementación del TPM busca fortalecer el crecimiento personal y laboral de todos y cada uno de los empleados involucrados en los procesos; permitiendo una mejor comunicación, el trabajo en equipo, empoderamiento, liderazgo y la realización de las actividades de forma más efectiva y productiva. Además, contribuye al mejoramiento de la cultura organizacional y el ambiente laboral.

(Sacristan, 2001)

4.2.4 Pilares del Mantenimiento Productivo Total.

Los pilares del TPM en conjunto con las 5S (ver *Ilustración 1*) son la base o apoyo para construir e implementar un sistema de administración de la producción de procesos.

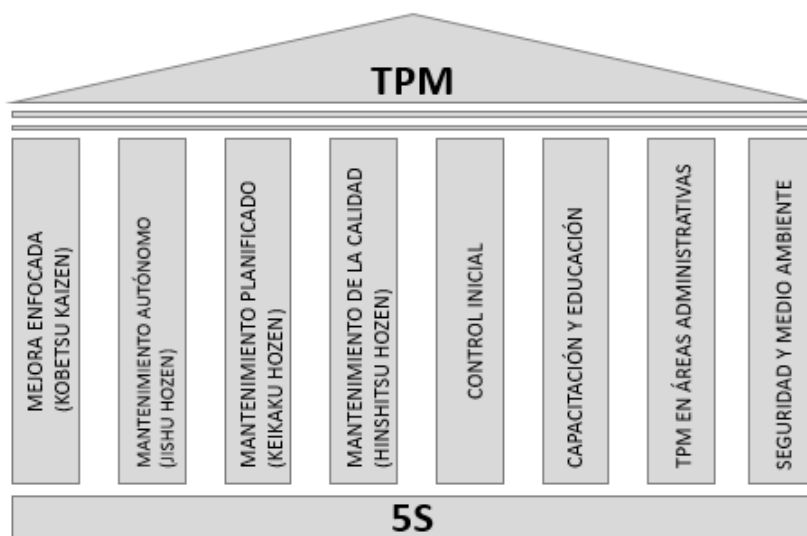


Ilustración 1. Pilares del TPM.
Fuente: Elaboración de autores.

Dichos pilares o procesos fundamentales fueron propuestos por el Japan Institute of Plan Maintenance (JIPM), los cuales se definen como:

- **Mejoras Enfocadas (Kebetsu u Kaizen).**

Las mejoras enfocadas son todas las actividades individuales y grupales que se desarrollan en los diferentes procesos, con el fin de maximizar la efectividad a través de la eliminación de las seis grandes pérdidas. Es decir, el propósito de este pilar es empoderar a los empleados en el mantenimiento de los equipos al realizar programas de recuperación y deterioro acumulado.

- **Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen).**

Uno de los pilares fundamentales en la implementación del TPM, que busca integrar los conocimientos y experiencias de los operarios para generar un sentido de pertenencia que los estimule a cuidar, mantener y conservar los equipos; generando la conciencia de reportar fallas y realizar ajustes.

- **Mantenimiento Progresivo o Planificado Keikaku hozen).**

Este pilar se enfoca en el mantenimiento preventivo con el propósito de mejorar la eficiencia y desempeño de los equipos, por medio de un sistema de mantenimientos de acciones de prevención y predicción basado en información y datos obtenidos en los procesos, acordes a la experiencia, recomendación de fábrica, mas no de información histórica.

- **Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen).**

Este pilar busca el mejoramiento de los sistemas de calidad del proceso productivo, estableciendo las condiciones ideales del equipo. Es decir, se indaga en que productos pueden realizarse, que tolerancia es permitida, cuantos defectos se generan actualmente, entre otros. Este proceso requiere de la participación e integración de todos los empleados para identificar y clasificar las diferentes causas de los defectos o fallas en el proceso.

- **Control Inicial.**

Este pilar se enfoca en planificar e investigar los nuevos equipos con el propósito de rediseñar procesos, verificar y evaluar las operaciones y establecer las acciones de mejora. Es importante en este pilar que la organización tenga una amplia base de datos e información sobre las causas de averías y fallas que pudieran presentarse en el proceso durante la incorporación del nuevo equipo.

- **Mantenimiento en Áreas Administrativas.**

El principal propósito de este pilar es fortalecer y mejorar las funciones y desempeño de las áreas que dan apoyo al proceso productivo. Es decir, se busca trasladar el conocimiento y experiencia de la implementación del TPM a los cargos directivos y administrativos, enfocándolos de la mejor manera con las necesidades de la organización.

- **Formación y Entrenamiento.**

Este pilar del TPM pretende fortalecer las habilidades, capacidades y competencias de los empleados frente al cambio y mejoramiento que se está dando con respecto al mantenimiento, comunicación, conocimiento del proceso, herramientas de calidad, mejoras enfocadas y los objetivos estratégicos.

- **Seguridad, Salud y Medio Ambiente.**

El objetivo principal es reducir los accidentes laborales y la contaminación presente en los procesos productivos, buscando un entorno seguro y organizado para el personal y la empresa.

Es necesario tener análisis de riesgos de seguridad que involucren indicadores de gestión que permitan medir su cumplimiento y motive el alcance de los objetivos planteados.

(Japan Institute of Plant Maintenance., 2000)

4.2.5 5'S

Las 5S se originaron en la cultura japonesa con el objetivo de realizar cambios ágiles y rápidos, con una visión a largo plazo, en la que participan activamente todas las personas de la organización para idear e implementar sus mejoras. Es decir, con esta herramienta lo que se busca es generar un cambio en los colaboradores de la organización, fomentando en ellos la toma de decisiones, la creatividad, compromiso con sus actividades, la comunicación efectiva entre áreas y el trabajo en equipo, dándole un giro a la cultura organizacional dentro de la compañía.

La implementación de las 5S trae como beneficios un aumento de la productividad reflejado en la reducción de artículos o productos defectuosos, averías, accidentes, nivel de inventarios y reducción en el movimiento y tiempos de traslado de equipos maquinaria y productos; aportan al mejoramiento de la calidad al reducir los desperdicios y elementos innecesarios, estandarizar y optimizar el trabajo y el uso de recursos, de esta manera agregando valor a los productos y servicios, de esta manera obtener fácilmente certificaciones (ISO). Además, se logra un mejor ambiente laboral reflejado en los puestos de trabajo, al contarse con el compromiso y responsabilidad de todos los trabajadores incluyendo a los gerentes y altos mandos de la organización.

La herramienta 5S se compone de las siguientes fases, en donde las primeras tres (3) están directamente relacionadas con las herramientas, máquinas y lugar de trabajo, y las dos (2) últimas van directamente al desarrollo y desempeño del personal involucrado.

- **Clasificación y descarte (Seiri).**

Esta fase implica seleccionar y separar los elementos necesarios de los innecesarios dentro de un proceso, actividad o simplemente del lugar de trabajo, con el propósito de mantener en el lugar conveniente y adecuado los elementos o herramientas principales o necesarios; y de esta manera eliminar o reducir los elementos innecesarios.

Esta actividad tiene la ventaja de reducir la necesidad de espacio en cuanto a stock, almacenamiento, transporte y seguros; evita la compra innecesaria de materiales y por consiguiente evita su deterioro temprano; aumenta la productividad de las maquinas equipos y personas implicadas; y provoca un mayor sentido de la clasificación, la economía.

Para llevarse a cabo es necesario plantearse las siguientes preguntas:

1. ¿Qué debemos tirar y qué debe ser guardado?
2. ¿Qué puede ser útil para otra persona, puesto de trabajo u otro departamento?
3. ¿Qué deberíamos reparar?
4. ¿Qué debemos vender?

- **Organización (Seiton).**

Esta fase permite ordenar y clasificar los elementos identificados como necesarios en la fase anterior en el lugar de trabajo. Esta actividad tiene su base en cuán rápido puede obtenerse un elemento y que tan rápido puede volverse a su lugar de origen, puesto que cada elemento debe tener un lugar único, exclusivo y próximo al lugar de trabajo para posicionarse antes y después de su uso, es decir, tener lo necesario en su justa cantidad, con la calidad requerida y en el momento o lugar adecuado, dando como resultado una menor necesidad de controles de stock y producción; facilitando el transporte interno, el control de la producción, menor tiempo de búsqueda de elementos, materiales y herramientas, provocando una mejor racionalización del trabajo, compra de materiales y generando una disminución en el cansancio físico y mental de los trabajadores.

Para llevarse a cabo una correcta organización de los elementos, es necesario plantearse las siguientes preguntas:

1. ¿En cuales elementos o materiales es posible reducir el inventario?
2. ¿Cuál es el lugar adecuado para cada elemento y cuáles de estos deberían estar más próximos al lugar de trabajo?
3. ¿De qué manera podemos estandarizar el nombre de los elementos, equipos y actividades?

Es importante hacer énfasis en que toda la organización conozca el nombre y el lugar exacto de los objetos y actividades.

- **Limpieza (Seiso).**

Esta fase implica limpiar y sanear el entorno (lugar de trabajo) para prever o anticiparse a los problemas. Por esta razón es fundamental que todos los empleados de la organización estén conscientes de la importancia y de los beneficios que brinda un ambiente de trabajo limpio, mediante la asignación a cada persona de una zona de su lugar de trabajo con la responsabilidad de mantenerlo limpio y organizado, antes y después, de cada trabajo o actividad realizada.

Entre los beneficios de un ambiente de trabajo limpio puede resaltarse una mayor productividad o un mejor desempeño de las personas y máquinas, evitando realizar actividades innecesarias o repetitivas; y el evitar la pérdida o daños de materiales y productos. Además, aporta en el mejoramiento de la imagen interna y externa de la empresa.

Para lograr que esta fase se convierta en un hábito entre los empleados es necesario tener en cuenta que todos deben limpiar las herramientas al terminar su uso y antes de ser guardadas, así mismo mantener el lugar de trabajo (mesa, escritorio, armario, suelo etc.) limpios y en condiciones de uso.

Para llevar a cabo esta fase es necesario analizar el lugar de trabajo y plantearse las siguientes preguntas:

1. ¿cómo definir la palabra “limpio” en la organización?
2. ¿Cómo cree que podría mantenerse limpio?
3. ¿Qué herramientas tiempo o recursos son necesarios para la limpieza?
4. ¿De qué manera puede mejorarse el grado de limpieza?

- Estandarización y Bienestar personal (Seiketsu).

En un ambiente de trabajo limpio siempre se contará con mayor seguridad y salud en el trabajo. Esta fase pretende conservar los beneficios y logros de las tres fases anteriores para crear fuertemente una concientización y hábito en los empleados y así conservar los puestos de trabajo en perfectas condiciones. Dicha fase es fundamental para facilitar la seguridad y el buen desempeño de los trabajadores, e incrementa el nivel de satisfacción y motivación del personal para cumplir con las tareas y objetivos; además evita o disminuye los daños de salud (física o mental) a los empleados.

Para estandarizar todo el proceso se hace uso del control visual para comunicar de manera rápida el estado de la zona por medio de avisos o recordatorios, los cuales deben ser claros, objetivos, de rápido entendimiento y en el lugar adecuado. Es importante que en cada puesto o zona de trabajo se reconozcan avisos de peligro, advertencia o de limitaciones o instrucciones sobre el manejo de equipos y máquinas, avisos de mantenimiento preventivo, instrucciones y procedimientos de trabajo para evitar errores en las operaciones y recordatorios sobre los requisitos de limpieza. Actualmente se hace uso de la gestión por colores (Color Management) que pretende identificar por medio de una tarjeta roja, las zonas que deben mejorar y tarjetas verdes, las zonas que cumplen con las fases anteriores.

Para estandarizar las fases anteriores es necesario analizar al empleado dentro del lugar de trabajo y realizarse las siguientes preguntas:

1. ¿Qué tipo de carteles, avisos, advertencias, instrucciones o procedimientos faltan?
2. ¿Los carteles, avisos, advertencias e instrucciones son claros, de rápido entendimiento y proporcionan seguridad?
3. ¿El empleado considera su entorno de trabajo motivador y confortable? ¿O cómo podría este mejorarse?

- **Compromiso y disciplina (Shitsuke)**

Esta fase tiene como objetivo generar una cultura de respeto por los estándares establecidos y logros alcanzados anteriormente en cuestión de la organización, orden, limpieza y seguridad. Mediante el entrenamiento, formación y practica se pretende eliminar los malos hábitos para convertir las cuatro S anteriores en una rutina o una práctica cotidiana, aportando al crecimiento personal de los empleados y mejorando su autodisciplina y autosatisfacción. Es importante que al igual que la fase anterior se establezca un grupo de personas para dar seguimiento al desarrollo de estas nuevas costumbres y busquen un mejoramiento continuo.

(Aldavert, Vidal, & Lorente, 2016)

4.2.6 Six Sigma

La metodología six sigma también conocido como DMAMC, es una herramienta que implementa el mejoramiento continuo de los procesos y las áreas de toda la organización; concentrándose en mitigar y eliminar defectos y fallos en dichas áreas; es decir, esta herramienta va alineada hacia las especificaciones y necesidades del cliente.

Six sigma constituye un modelo (*ver Ilustración 2.*) para la calidad teniendo en cuenta etapas como la definición del problema, obtención de información adecuada de cada variable crítica, utilización de herramientas estadísticas para el análisis, optimización del proceso para su mejora y un control que permita efectuar seguimiento de las mejoras realizadas.

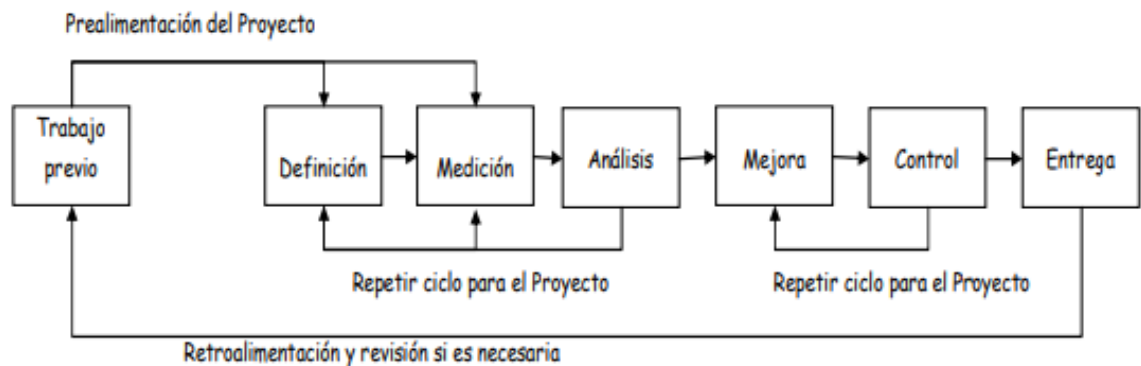


Ilustración 2. Operacionalización del DMAMC.

Fuente: Tennant G. (2002). *Six Sigma: Control Estadístico del Proceso y Administración Total de la Calidad en Manufactura y Servicios.* Panorama Editorial. México. (Pg.157)

- **Definición.**

Esta etapa consiste en la definición del proceso o problema de estudio, el cual será objeto para llevar a cabo las evaluaciones posteriores. También, se define el equipo de trabajo y los objetivos de mejora para el proceso escogido.

- **Medición.**

Para esta etapa es de vital importancia conocer el estado actual del proceso, para así tener un horizonte más claro, y así, obtener una fácil identificación de las variables que son críticas en el proceso y su posterior medición.

- **Análisis.**

Con la etapa anterior, se generan una serie de resultados, los cuales en esta etapa se procede a su análisis e interpretación. Por consiguiente, este análisis se contrasta con el estado actual del proceso, llegando a la identificación de las causas del problema.

- **Mejora.**

Se procede a realizar las respectivas acciones de mejora con base en el resultado de la etapa anterior.

- **Control.**

Se implementan las debidas herramientas que garanticen que la situación de estudio evidenciada este controlada y que no estén afectando a la continuidad del proceso.

Las etapas mencionadas anteriormente, si se efectúan de forma adecuada, permiten en la organización un enfoque el cual se centre en los requerimientos y necesidades del cliente, identificación rápida de las causas de los problemas en los procesos o en la compañía, permitiendo así soluciones que se adapten a estas, teniendo un fundamento estadístico importante para la resolución de estos.

4.2.7 Seis Grandes Pérdidas y OEE.

El OEE (Overall Equipment Effectiveness) es un indicador utilizado en las organizaciones para medir de manera satisfactoria la eficiencia productiva de los equipos, y así, tener una referencia cuando se implementa un modelo de TPM. Este indicador es el más utilizado, debido a que abarca y relaciona tres conceptos fundamentales en las líneas productivas: disponibilidad, eficiencia y calidad. Por tal razón, el cálculo del OEE se define de la siguiente manera:

$$OEE = disponibilidad * rendimiento * calidad$$

Entonces, para conseguir y mantener la eficiencia y condiciones óptimas de los equipos, es necesario tener en cuenta las seis grandes pérdidas y su relación con las pérdidas en OEE:

- **Perdida por Averías.**

Esta está relacionada a las pérdidas por paradas en OEE, donde se ve involucrado el tiempo y la cantidad, debido a fallos en las herramientas, mantenimientos no programados, averías en los equipos u otras averías en general.

- **Perdida por Preparación o Ajuste.**

Se relaciona igualmente con la pérdida de paradas en OEE, sin embargo, estas van dirigidas a las pérdidas en la preparación o cambios al ajustar un equipo, la escasez de materiales, la escasez de operarios, los tiempos de preparación y ajustes o reparaciones mayores.

- **Inactividad o Pérdida por Paradas Menores.**

Se relaciona con las pérdidas por velocidad en OEE, estas se refieren a las paradas cortas debido a un mal funcionamiento; como el flujo de producto obstruido, atascos, sensores, desplazamientos o procesos automatizados bloqueados y revisión o limpieza de equipos.

- **Perdida de Velocidad Reducida.**

Al igual que la anterior se relaciona con la pérdida de velocidad en OEE, esta se presenta cuando existen corridas desiguales, una capacidad nominal inferior, un desgaste en los equipos, operarios ineficientes o poco calificados. Es decir, cualquier situación que impida que los procesos operen a su máxima velocidad teórica.

- **Defectos de Calidad y Reprocesos.**

Estas pérdidas están relacionadas con las pérdidas en calidad en OEE y están asociadas al mal funcionamiento de los equipos que generan productos defectuosos, desechos, reprocesos, daños en el proceso, ensamble no correcto, y expiración en el proceso; por lo general estos defectos son difíciles de identificar.

- **Perdida de Puesta en Marcha.**

Esta está asociada igualmente a las pérdidas en calidad en OEE. Se asocian a las pérdidas generadas durante la iniciación y estabilidad en los procesos (puesta en marcha). Estas pérdidas dependen del mantenimiento del equipo, las habilidades y conocimiento del operador y de las condiciones del proceso.

(Shirose, 1992)

4.2.8 Tipos de Mantenimiento.

Los tipos de mantenimiento evidenciados a continuación se pueden diferenciar por el tipo de tareas que estos incluyen:

- **Mantenimiento correctivo:** conjunto de tareas y actividades encaminadas a la corrección de defectos que se presentan en los diferentes equipos, los cuales son dirigidos hacia el área de mantenimiento de la organización.
- **Mantenimiento preventivo:** este tipo de mantenimiento tiene como objetivo prevenir que los equipos tengan fallas y defectos, por lo cual, se interviene al mantenimiento de estos, aunque no se haya presentado ninguna característica de fallo. Es decir, se tiene implementado periódicamente un programa de mantenimiento preventivo para los equipos utilizados en las áreas de la organización.
- **Mantenimiento predictivo:** este tipo de mantenimiento está enfocado en conocer y dar información acerca del estado de los equipos e instalaciones de la organización, mediante la observación de variables (temperatura, consumo de energía, vibración, etc.), las cuales representan los mecanismos de operación de los equipos, para así, tener conocimiento de cuáles son los posibles fallos y averías que se puedan presentar en estos.
- **Mantenimiento cero horas (Overhaul):** este tipo de mantenimiento radica en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, como si este estuviese nuevo. Para así, reparar o cambiar piezas o elementos los cuales son sometidos a deterioro.
- **Mantenimiento en uso:** este tipo de mantenimiento es el que por lo general se les hace a los equipos en las organizaciones, es decir, es el mantenimiento básico de un equipo ejecutado por el área de mantenimiento. Este es la base del TPM, porque busca una relación entre el área de producción y mantenimiento de la compañía, buscando la mejora continua de los procesos y procedimientos sin que se afecte el mantenimiento general del equipo.

4.3 Impacto del Proyecto.

Por medio del desarrollo de este proyecto, es posible apreciar que se logra un impacto científico, al recopilar y aplicar diferentes teorías y metodologías que permitan obtener un modelo que justifique la implementación del TPM en una empresa. Pudiendo ser, una guía para empresas que no cuenten con un modelo de administración de la producción de los procesos o que presenten una situación similar. Además, se aporta a las bases de datos de la universidad y el entorno académico un documento de carácter investigativo, aplicado y práctico sobre una situación o problemática real de una empresa; que puede ser punto de partida para proyectos similares o un punto de comparación.

Finalmente, por medio de la implementación del TPM se consigue que la empresa se beneficie a corto y largo plazo de manera económica, como resultado del mejoramiento de la eficiencia, la reducción de desperdicios (materiales, mantenimientos, etc.), mejoramiento en la cultura organizacional; entre otras situaciones que generan una reducción en los costos operacionales.

5. METODOLOGÍA PROPUESTA

La ingeniería es un modo de conocimiento distinto de la ciencia por los métodos que emplea y los objetivos que plantea. El método ingenieril es heurístico y propone alcanzar leyes explicativas y predictivas per se su aplicación a la solución de problemas acotados dentro de tiempos muy breves.

Combina la heurística con el método científico y los métodos formales de investigación y búsqueda de conocimientos. La metodología de ingeniería para obtener la solución a un problema lo contextualiza estableciendo sus especificaciones, sus procesos, procedimientos, variables y parámetros que intervienen.

Es normal en la ingeniería y en este proyecto tener un proceso de diseño en varias etapas de su desarrollo. Este comprende el conjunto de fases sucesivas que guían la solución de un problema desde su planteamiento hasta la implementación de este. En la práctica existen múltiples factores que modifican radicalmente el flujo de los procesos de diseño.

5.1 Clasificación del Proyecto.

Esta propuesta denominada “modelo para aplicar un sistema de administración de la producción bajo la filosofía TPM, en la mejora del proceso de Mástiles de Dimel Ingeniería S.A.”, da lugar al desarrollo de investigaciones conocidas de *desarrollo tecnológico*.

En este caso se tiene la aplicación de los resultados de la investigación, o de cualquier otro tipo de conocimiento científico, para la mejora tecnológica sustancial de productos, procesos o sistemas preexistentes. Involucra innovaciones de proceso que incluyen métodos nuevos o significativamente mejorados para el proceso de fabricación en estudio.

Se realiza una *investigación cuantitativa* que implica un desarrollo teórico-práctico, también conocido como desarrollo aplicado, donde se plantean elementos metodológicos activos, basados inicialmente en la fundamentación teórica de las variables y parámetros necesarios que se deben conocer del proceso y posteriormente su medición y evaluación.

Después, se aborda el planteamiento práctico donde lo que se busca es establecer un modelo para aplicar un sistema de administración de la producción bajo la filosofía TPM, en la mejora del proceso de Mástiles de Dimel Ingeniería S.A.

Por el propósito perseguido, la *investigación es aplicada*, caracterizada porque busca la aplicación de los conocimientos que se adquieren.

La metodología para la obtención de los datos será de tipo *documental y de campo*. Se realizarán consultas a documentos, libros, revistas científicas, artículos, memorias de eventos y todo aquello que se relacione con el tema del proyecto de investigación. La investigación de campo será directa, es decir, se efectuarán revisiones de documentación, consultas con el personal especializado e implementaciones en la empresa.

Algunos de los *métodos* que pueden ser asociados para el desarrollo del proyecto que nos ocupa son: observación, inducción, deducción, análisis y síntesis.

5.2 Proceso de Diseño.

El término proceso de diseño comprende el conjunto de fases sucesivas que guían la solución de un problema desde su planteamiento hasta el cumplimiento de los objetivos y resultados y alcances propuesto en la implementación de este.

Para el desarrollo del proyecto se considerarán las siguientes etapas y sus correspondientes actividades:

Etapas 1: Descripción y análisis del proceso.

- Identificación de las etapas del proceso.
- Variables, parámetros y factores que intervienen.
- Valores establecidos por la empresa.
- Redacción del análisis efectuado.

Etapas 2: Diagnostico actualizado del proceso de Mástiles.

- Mediante una evaluación basada en los objetivos y pilares de la filosofía TPM.
- Identificación de las pérdidas.
- Factores que inciden en la eficiencia del proceso.
- Factores que inciden en la calidad del producto.
- Estado de los datos requeridos.
- Presentación del diagnóstico a la empresa.

Etapas 3: Seguimiento del cumplimiento de los objetivos estratégicos del proceso.

- Construcción de la matriz de control.
- Metas futuras establecidas.
- Estado actual de las metas logradas.
- Ponderación y calificación en la matriz de seguimiento.
- Presentación de la matriz de seguimiento a la empresa.

Etapa 4: Desarrollo de la metodología para la implementación del sistema de administración de la producción.

- Aplicación de los objetivos y pilares del TPM.
- Establecer especificaciones requeridas.
- Recolección de la información necesaria.
- Pasos y estrategias que deben llevarse a cabo paulatina y escalonadamente en el proceso de Mástiles.
- Búsqueda de soluciones creativas.
- Evaluación y selección de las soluciones.
- Diseño preliminar.
- Evaluación y adecuaciones al diseño.
- Redacción de la propuesta final metodológica de implementación.

Etapa 5: Establecimiento del posible impacto y beneficios de la implementación del sistema TPM.

- Determinación de los focos de impacto.
- Evaluación de la eficiencia probable a obtener.
- Evaluación del impacto en la calidad del producto.
- Redacción informe de este punto.

Etapa 6: Diseño del programa de capacitación en la aplicación de la metodología TPM.

- Objetivos del programa.
- Competencias por desarrollar.
- Contenido.
- Duración de cada tema.
- Aspectos psicosociales y administrativos por considerar.
- Metodología de la capacitación.
- Evaluación de logros.
- Presentación a la empresa.

Etapa 7: Redacción y entrega a la empresa y a la Universidad del documento que contiene el modelo para la implementación del sistema de administración de la producción en el proceso de Mástiles, bajo la filosofía TPM de forma efectiva y escalonada.

5.3 Cronograma.

De acuerdo con la metodología planteada anteriormente, se presenta a continuación la *Tabla 1* con un resumen del cronograma sobre la duración en semanas de las actividades principales expuestas.

Tabla 1. Cronograma duración de actividades principales en semanas.

DESARROLLO DEL PROYECTO	
Semana de Inicio	22/01/2018
Semana de Culminación	31/10/2018
Semanas Disponibles	41
Actividades	Duración (semanas)
1. Definición del problema	3
2. Selección del proceso	2
3. Descripción y análisis del proceso	8
4. Diagnostico actualizado del proceso de Mástiles	6
5. Seguimiento del cumplimiento de los objetivos estratégicos del proceso.	5
6. Desarrollo de la metodología para la implementación del sistema de administración de la producción.	10
7. Establecimiento del posible impacto y beneficios de la implementación del sistema TPM.	4
8. Diseño del programa de capacitación en la aplicación de la metodología TPM.	10
9. Redacción del documento final	2

Fuente: Elaboración de autores.

6. DESARROLLO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 Descripción y Análisis del Proceso.

El proceso de producción de mástiles de gran tamaño que lleva a cabo Dimel Ingeniería S.A es un proceso mecánico donde no se trasforma la materia prima, es decir, simplemente se la hacen ciertas modificaciones (corte, doblez, etc.) y se comprende de los diferentes subprocesos realizados en cada una de las áreas, como se presenta en el siguiente diagrama de flujo:

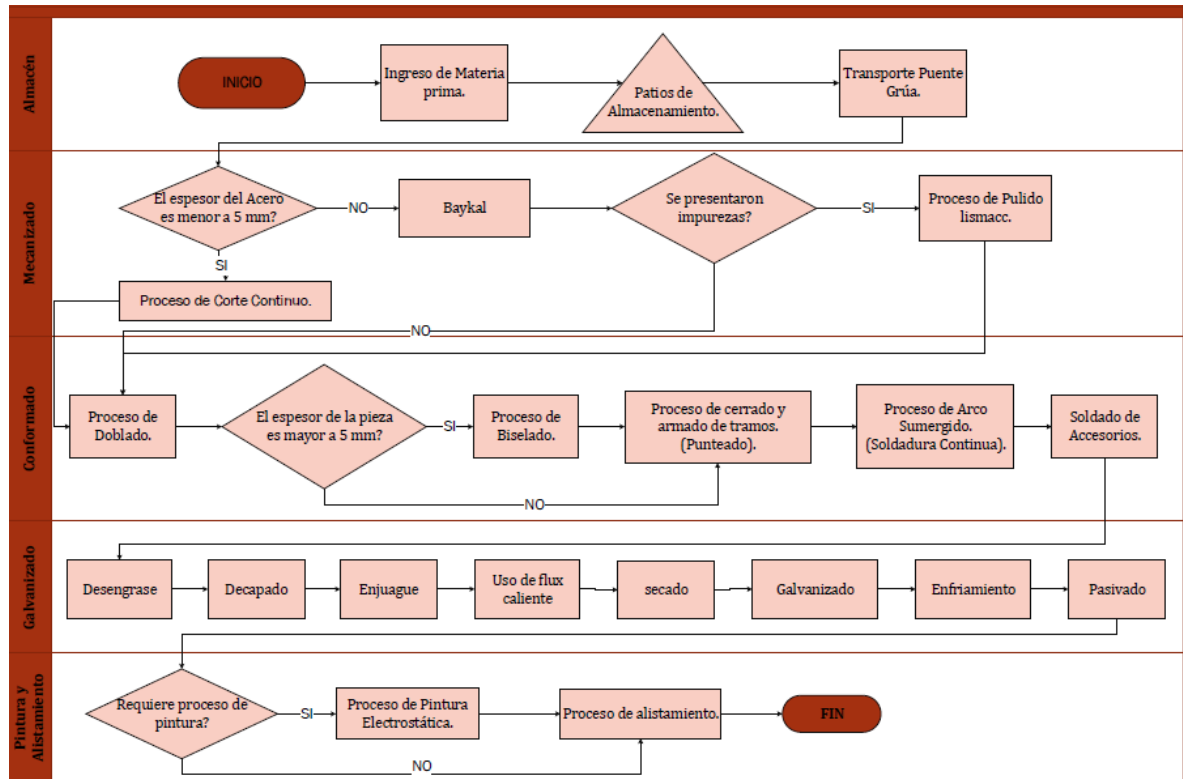


Ilustración 3. Diagrama de Flujo del proceso de mástiles en Dimel Ingeniería.

Fuente: Elaboración de autores.

Para el estudio y análisis del proceso se optó por la construcción de una tabla para desglosar y caracterizar cada uno de los procesos involucrados (*ver Anexo 3.*) y a partir de dicha tabla y el diagrama de flujo, se explica a continuación brevemente cada uno de los procesos que se realizan en las áreas;

1. En el área de almacén se realiza el ingreso e inspección del acero tanto en rollos, como en láminas; donde posteriormente se almacena y transporta por puente grúa o montacarga al área de mecanizado, cuando se presenta una orden de producción.
2. En el área de mecanizado, el acero con espesor mayor a 5mm (laminas) es sometido a un proceso de corte por plasma o Baykal, para lograr una alta calidad de corte, un buen acabado y una deformación mínima. Este proceso puede generar rebabas en los recortes, por esta razón los tramos que presentan impurezas son sometidos a un proceso de pulido antes de pasar al área de conformado.

Por otro lado, el acero con espesor menor a 5 mm (rollos) es sometido a un proceso de corte continuo para obtener los tramos con las dimensiones requeridas, antes de pasar igualmente al área de conformado.

3. En el área de conformado, todos los tramos sin importar el espesor pasan por un proceso de doblado para generar las canoas. Este proceso se realiza con una dobladora Durma de 400Ton, que permite la deformación plástica con más precisión, la formación mínima de partes planas y facilita la soldadura.

Luego, las canoas con espesor mayor a 5mm pasan por un proceso de biselado en línea recta automático, con el propósito de obtener una superficie lisa y un hombro adecuado para hacer la junta de soldadura a tope; es decir, producir una soldadura más robusta para que soporten el peso masivo y las cargas de máquinas o estructuras. En cuanto a las canoas con espesor menor a 5mm, no requieren de una preparación para el posterior proceso de soldadura.

Cuando las canoas están listas, y sin importar el espesor pasan al proceso de cerrado y armado de tramos donde por medio de soldadura GMAW se unen tres canoas del mismo espesor formando un poste (Mástil); el cual será sometido a un proceso de soldadura por arco sumergido (SAW) para formar los postes soldados, garantizando con estos procesos una soldadura homogénea, penetración profunda y una transferencia similar o superior de las propiedades del metal base. Finalmente, según la orden de producción o requerimientos del cliente, los mástiles son sometidos a un proceso de soldadura continua (GMAW) para agregar los accesorios.

4. Todos los mástiles pasan por un proceso de galvanizado, el cual consiste en realizarles un recubrimiento de Zinc, con el propósito de brindar una resistencia a las abrasiones, protección contra corrosión, durabilidad, resistencia y buena apariencia. La capa de Zinc se controla por medio de un medidor de Zinc electrónico, donde se busca por norma (ASTM A123) que el espesor de la capa este por encima de 5mmg.

Por otro lado, el proceso de galvanizado tiene residuos que son comercializados como la ceniza y el dross, y otros que son tratados como desechos peligrosos como los lodos.

5. Después del proceso de galvanizado los mástiles son considerados como producto terminado; sin embargo, dependiendo de los requerimientos del cliente, los mástiles pueden ser sometidos a un proceso de pintura electrostática con el propósito de obtener una buena apariencia o mejorar la resistencia a golpes y ralladuras, resistencia química a la intemperie, entre otras.

Luego de realizar los recorridos a la planta y llevar a cabo la construcción del diagrama de flujo del proceso, es posible evidenciar que la empresa cuenta con un proceso bien definido y caracterizado, siguiendo un orden lógico en la fabricación de mástiles de gran tamaño.

6.2 Prediagnóstico del Proceso de Mástiles.

Para determinar la situación actual que presenta el proceso de mástiles es preciso realizar un diagnóstico con el propósito de cuantificar o calificar el estado actual del proceso; dicho diagnóstico requiere de un prediagnóstico previo de tipo cualitativo (*ver Anexo 5.*), donde se describen y comparan las metas establecidas por la empresa para el proceso, los requerimientos generales frente al TPM con las evidencias encontradas; con el fin de determinar las brechas que se generan entre estas, y que no permiten su alcance total.

El análisis cualitativo realizado al proceso de mástiles refleja que actualmente la empresa cuenta con poca información del proceso de mástiles de gran tamaño, especialmente desde la toma de tiempos (en excesos de tiempo de proceso), identificación de pérdidas (producto defectuoso, que no cumple con especificaciones del cliente, en la cantidad de materia prima, y en la energía utilizada); además, que se requiere de técnicas para incorporar el mejoramiento continuo, las 5's, un programa de calidad que cubra todos los procesos, y un programa para identificar y reducir las situaciones de riesgos laborales.

Por otro lado, se evidencia en ocasiones una mano de obra genérica, una mano de obra con desconocimiento en ciertas políticas, requerimientos y objetivos de la organización; debido a que estas no se encuentran a la mano o no son de fácil acceso principalmente por los jefes de proceso y de igual manera la falta de programas de desarrollo personal o de capacitación a empleados, en busca de mejorar la eficiencia de las operaciones.

Finalmente, el prediagnóstico evidencia las necesidades que tiene la empresa como un programa de reducción de pérdidas e identificación de su origen, un programa para aplicación de las 5's y manejo de procedimientos, y un programa de capacitación para los operarios en TPM; es decir, este análisis brinda una vista general de la situación actual y permite dar un indicio de los criterios de enfoque para el siguiente diagnóstico.

6.3 Diagnóstico del Proceso de Mástiles.

Teniendo en cuenta el prediagnóstico y considerando que el diagnóstico es de tipo cuantitativo se busca dar una ponderación a cada uno de los elementos evidenciados en el prediagnóstico, con el fin de medir el desempeño actual del proceso y el alcance o cumplimiento de metas y objetivos del TPM.

La tabla de diagnóstico (*ver Anexo 6.*) se compone de criterios de evaluación globales los cuales se comprenden de los pilares del TPM y la base de estos 5's; y a su vez estos se dividen en componentes o interrogantes, que son importantes para comprender la implementación, uso y control de los pilares dentro del proceso y la organización.

Los criterios son evaluados bajo la siguiente escala de atributo:

- Alto (100%): Cuando el criterio o actividad se aplica, registra y/o controla, y es posible un proceso de mejoramiento.
- Medio (60%): Cuando el criterio o actividad no se aplica o es esporádico; o existe muy poca información.
- Bajo (0%): Cuando el criterio o actividad no se realiza; y si se realiza no se lleva un registro o no se realiza un seguimiento.

Estos atributos tienen una asignación o ponderación, la cual se lleva a cabo al darle un porcentaje del total (100%) a cada uno de los criterios globales; y posteriormente, dicho porcentaje se distribuye equitativamente entre los subcriterios. Es decir, si el diagnóstico cuenta con un total de 10 criterios globales, cada uno de ellos representa el 10%; así mismo, si el criterio global tiene un total de 10 subcriterios, cada uno de estos representa un 1% del total asignado de 10%.

La calificación final del diagnóstico es la suma de la ponderación de cada uno de los criterios globales. Esta calificación es considerada baja cuando el porcentaje está entre 0% y 59%; media cuando se encuentra entre 60% y 99%; y alta cuando se encuentra en 100%.

A continuación, se presenta una tabla resumen (*ver Tabla 2.*) de los resultados obtenidos en cada uno de los criterios considerados en el diagnóstico.

Tabla 2. Resumen de la ponderación de los criterios del diagnóstico.

RESUMEN PONDERACION CRITERIOS		BAJO (0%)	MEDIO (60%)	ALTO (100%)
1	1. Políticas u objetivos.	3%	6%	1%
2	Mejoramiento Continuo (Kaizen)	4%	4%	2%
3	Mantenimiento Autónomo (JISHU HOZEN)	8%	2%	0%
4	Mantenimiento Planeado (Keikaku Hozen)	1%	3%	6%
5	Capacitación y Entrenamiento.	4%	2%	4%
6	Control Inicial.	0%	6%	4%
7	Aseguramiento de la Calidad. (Hinshitsu Hozen)	1%	2%	6%
8	TPM en áreas administrativas	0%	1%	9%
9	Seguridad, Higiene y Medio Ambiente	0%	3%	7%
10	5s	4%	4%	1%

Fuente: Elaboración de autores.

Finalmente, basado de los resultados obtenidos del diagnóstico de la empresa, se realizó el siguiente gráfico (ver *Ilustración 4.*) donde se consolidan las ponderaciones de cada uno de los criterios; con el propósito de visualizar de manera general la condición actual de cada uno de ellos y determinar los puntos críticos en la empresa.

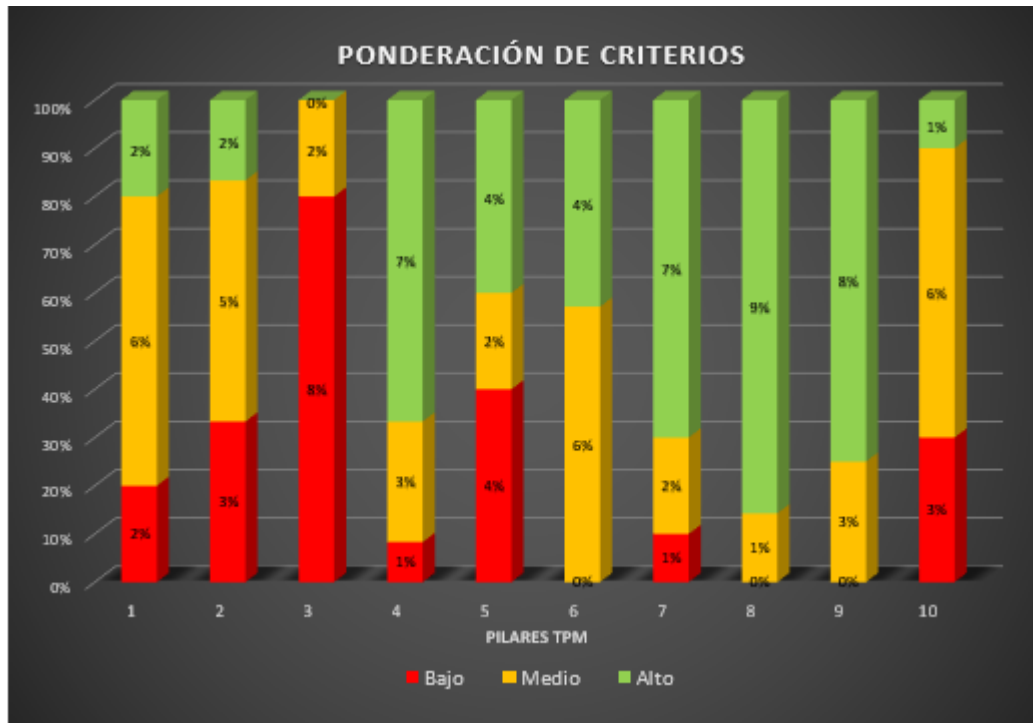


Ilustración 4. Gráfico de ponderación de criterios del diagnóstico.
Fuente: Elaboración de autores.

La grafica evidencia que la empresa presenta puntos críticos y de mejora, donde las zonas amarilla y roja predominan como en los criterios 1, 2, 3, 5, 6 y 10; y puntos de fortaleza donde predomina la zona verde, como en los criterios 4, 7, 8 y 9.

De los puntos críticos y de mejora antes mencionados, es posible decir que:

Criterio 1. Políticas de la empresa: La empresa cuenta con unas políticas integradas de gestión y objetivos establecidos en términos de los indicadores P, Q, M, S y M. Además, se cuenta con objetivos estratégicos para las unidades de negocio en términos de productividad, donde cada área se tiene planes de acción para cumplir.

Se encontró que los planes de mejora son esporádicos y no se cuenta con un grupo de mejoramiento establecido; puesto que, al momento de presentarse una propuesta de mejora e innovación, dicho proyecto es planteado y llevado a cabo por medio de los jefes de áreas involucradas; por esta razón, en ocasiones el control o seguimiento de las mejoras implementadas no se hace de forma periódica y rigurosa.

Criterio 2. Mejoramiento Continuo: Como se mencionó anteriormente la empresa no cuenta con un equipo dedicado al mejoramiento de procesos, métodos, planta, etc.; de igual manera, la empresa no cuenta con un programa bien estructurado de identificación, control y cuantificación de pérdidas; es decir, no se cuenta con una matriz para el control de estas.

Actualmente, no tienen un modelo o metodología para medir la eficiencia de sus equipos; sin embargo, se encuentran en proceso de estudio e implementación de este.

Criterio 3. Mantenimiento Autónomo: Los operarios no están autorizados para manipular maquinas, equipos y herramientas por fuera de las actividades cotidianas del proceso; es decir, no pueden inspeccionarlos en busca de posibles fallas, averías, indicio de necesidad de mantenimiento o reparación. Los operarios tienen orden estricta de que, en caso de tener algún problema o inconveniente, deben dirigirse al área de almacén para reportarlo.

En el caso de su equipo personal debe dejarlo y en ocasiones esperar hasta el final del turno para que sea reparado y devuelto; además, no siempre se tienen equipos disponibles para brindarle al operario en reemplazo, y que este pueda continuar con sus labores.

Criterio 5. Capacitación y Entrenamiento: Todo el personal que está a punto de ingresar a trabajar en la empresa recibe una inducción; la cual consiste en brindar a las personas una vista general de la empresa, sus procesos y productos. Además, de una charla sobre seguridad y salud, donde se presentan las políticas o normas que se tienen dentro de la planta, como: las políticas de cero alcohol, drogas y cigarrillo; no alimentos dentro de la planta de producción; la política de reportar cualquier accidente o incidente; además, se da la inducción a los 3 tipos de alarma que se tienen en la empresa y se informa que la empresa dota a sus operarios y colaboradores con los elementos de salud y seguridad necesarios. Sin embargo, durante las visitas y las conversaciones con algunos operarios, es evidente que no se tiene un control estricto al uso de dichos implementos.

Además de la inducción, no se cuenta con programas de capacitación a los operarios o grupos de trabajo; en casos donde se ha presentado capacitación es debido a que se implementa algún equipo nuevo y requiere de un método o manejo diferente.

Criterio 6. Control inicial: Este criterio no se trata de un punto crítico, pero si un punto de mejora. Debido a que, se cuenta con el personal encargado para realizar estudios preliminares para la compra de nuevos equipos, innovación en materias primas, procesos, entre otros; y para realizar los estudios pertinentes de seguridad, proyección de mantenimientos, etc. La planta aun cuenta con equipos obsoletos o que presentan constantemente fallos.

Criterio 10. 5s: A pesar de que la empresa cuenta con algunas políticas establecidas de higiene y limpieza, no se tiene implementado un sistema o programa de 5s que permita controlar y dar seguimiento a políticas relacionadas con cada una de las 'S' en los puestos de trabajo y en las áreas; y contribuyendo a la creación de un habito en los operarios.

Por otro lado, las áreas están ubicadas en instalaciones separadas y dentro de ellas no se tienen demarcados los puestos de trabajo o las máquinas; únicamente se cuenta con un camino de seguridad demarcado. Cabe resaltar, que en cada una de las áreas se encuentran

extintores y la señalización pertinente de la ruta de evacuación, advertencia de carga suspendida y una ficha de seguridad en cada proceso.

Finalmente, los demás criterios no mencionados anteriormente son considerados fortalezas; que, aunque muestran un escenario positivo, pueden estar sujeto de mejora:

Criterio 4. Mantenimiento Planeado: La empresa cuenta con un software que le permite realizar la planeación de los mantenimientos de todas las máquinas, y le permite llevar un registro de los equipos críticos. Además, se cuenta con un grupo especializado de mantenimiento, quienes se encargan de realizar los mantenimientos e inspecciones a las máquinas, por medio de una lista de verificación de los equipos, y un registro interno.

Criterio 7. Aseguramiento de la Calidad: Se cuenta con un programa de calidad bien estructurado para las necesidades de la empresa, en el cual se tiene un instructivo de no conformes donde se dan las posibles causas de su ocurrencia y el método para manejar dichos casos. Además, la empresa, ha implementado mecanismos de control de calidad para diferentes puntos del proceso, con el propósito de prevenir un no conforme en el producto final.

Criterio 8. TPM en la administración: La empresa tiene bien definidos y caracterizados los procesos que lleva a cabo, los cuales son supervisados por los jefes de área o proceso. Sin embargo, se tiene problemas de comunicación en ocasiones, por falta de información precisa, rápida y adecuada en los planos, especialmente frente al tema de los accesorios que requiere el cliente en los mástiles.

Criterio 9: Seguridad, Higiene y Medio Ambiente: Se tienen establecidas las políticas o normas; al momento de introducir algún equipo nuevo o realizar cambios de distribución se realizan los estudios pertinentes de seguridad laboral; y a los operarios se les brindan los equipos de protección; sin embargo, estos en ocasionales no los utilizan. Además, no se evidencio que existan equipos de rescate como camillas dentro del área de producción.

Finalmente, el diagnostico arroja un porcentaje global 54%, catalogado como bajo (intervalo de 0 al 59). Durante las visitas realizadas y las conversaciones con los diferentes operarios, jefes de área y personal administrativo, era de esperarse una calificación media a baja; debido a la inexistencia de un sistema de administración de la producción bajo la filosofía TPM, la falta de control en los procesos en cuanto a las no conformidades y reprocesos, la falta de aplicación de las 5's, la falta de organización y consolidación de datos en cada proceso; además, de la inexistencia de un programa para medir y control el rendimiento de los equipos; y un programa para identificar y cuantificar pérdidas.

Con el propósito de enriquecer el diagnostico, se realizó una encuesta (*Ver Anexo 9.*), a los colaboradores que participan en la fabricación de mástiles de gran tamaño; especialmente para evaluar la pregunta “¿Se cuenta con un ambiente laboral agradable?” de la sección 10 del diagnóstico. Se califico como medio, debido a que la mayoría de los colaboradores expresaban que el ambiente laboral en general era bueno; sin embargo, aclaraban que dentro de la planta existían problemas de comunicación, orden y liderazgo que afectaban muy

frecuentemente el ambiente laboral; además, de algunas condiciones físicas y ergonómicas de sus puestos de trabajos que afectaban de igual manera.

6.4 Seguimiento del Cumplimiento de los Objetivos Estratégicos.

La empresa tiene un objetivo estratégico general en términos de producción para cada una de las fuentes de negocio; en el caso de Dipole es llegar a las 2000 Ton/mes para el 2020, de las cuales 350 Ton/mes corresponden a la línea de mástiles de gran tamaño.

De acuerdo con la información recaudada, dentro de los departamentos no se cuentan con objetivos estratégicos o indicadores de control y seguimiento que garantice el cumplimiento del objetivo estratégico global. Sin embargo, en términos de producción cada mes se plantean las metas de producción para la línea de mástiles de gran tamaño en las áreas de Mecanizado, Conformado, Pintura y Alistamiento como se puede observar en la Tabla 3, la meta de producción por turno, el rendimiento y % de cumplimiento de la meta para el mes de Septiembre.

Tabla 3. Porcentaje de cumplimiento por áreas.

PRODUCCIÓN PARA EL MES DE SEPTIEMBRE 2018			
Áreas	Meta Producción (Ton/turno)	Rendimiento (Ton/turno)	% de Cumplimiento
Mecanizado	24	17,2	71,46
Conformado	24	18,5	76,15
Pintura y Alistamiento	19,8	14,5	83,3

Fuente: Elaboración de autores en base a lo observado en planta.

Una matriz de seguimiento de objetivos estratégicos es una herramienta que consolida los objetivos estratégicos generales a través de indicadores de gestión individual, ponderando su importancia, de acuerdo con el cargo que se está desempeñando y el impacto que tienen en el cumplimiento de los objetivos corporativos.

Considerando el diagnostico, las visitas y la necesidad de que la empresa lleve un mejor registro y control sobre el cumplimiento de sus metas, se sugiere una matriz de cumplimiento de objetivos estratégicos de la organización (*ver Anexo 7.*) como una herramienta que permita evidenciar una mejor organización con respecto a datos de producción, ventas, logística, calidad, medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo.

6.5 Desarrollo de la Metodología para la Implementación del Sistema.

Teniendo en cuenta la teoría estudiada y las visitas realizadas a la planta de producción, se definieron una serie de pasos o etapas para la implementación de TPM de forma gradual y escalonada; se plantearon tanto los factores que facilitan el proceso de incorporación del TPM, como los que lo dificultan o lo lentifican. Además, se consideró el impacto que sufren los roles o labores que desempeña cada operario, involucrado en el proceso.

6.5.1 Proceso de implementación del TPM.

El desarrollo de esta metodología responde a las necesidades de Dimel Ingeniería S.A. de incorporar la filosofía TPM, cambiar la cultura organizacional, caracterizar procesos que son nuevos dentro de la empresa, tener un mejor control de la producción; es decir, se desarrolló la metodología bajo la filosofía TPM al tratarse de una empresa con altas inversiones en maquinaria y equipo, que busca alcanzar la mejora de la eficiencia a través del mantenimiento preventivo. (Andreassen et al., 2004).

Por otro lado, la metodología busca crear desde la alta gerencia un compromiso que este encaminado a los objetivos estratégicos de la organización, y así, involucrar a todos los colaboradores en el proceso de implementación.

El proceso de implementación estructurado (*ver Ilustración 5.*) tiene tres fases correspondientes a la preparación de la propuesta de implementación para un proceso o área específico; y el momento de la preparación del proyecto de implementación. comprendidos en etapas o momentos, que se describen como la etapa de preparación del proyecto; la etapa de la implementación preliminar; y finalmente, la etapa de implementación y estabilidad del TPM. Dichos momentos se comprenden de las siguientes actividades, que deben llevarse a cabo para garantizar la satisfacción de las necesidades de la organización.

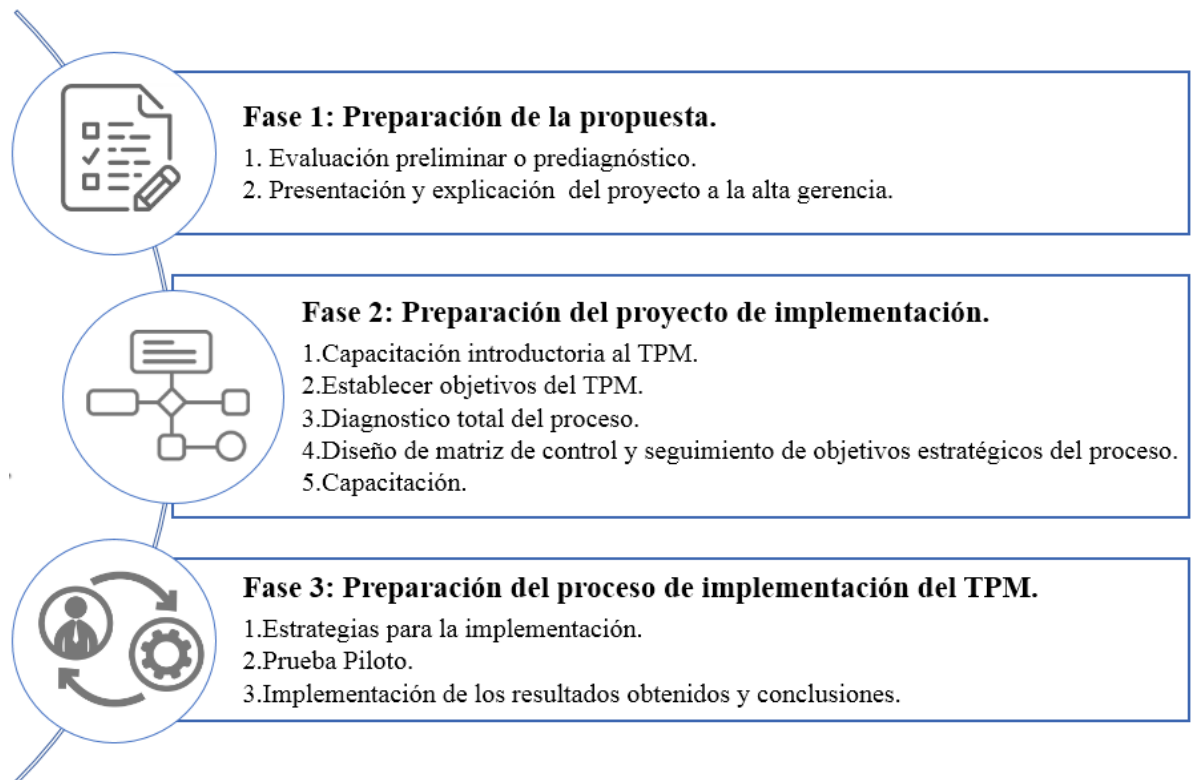


Ilustración 5. Metodología de Implementación de TPM en Dimel Ingeniería.

Fuente: Elaboración de autores.

Fase 1: Preparación de la propuesta.

Etapas 1: Evaluación preliminar o prediagnóstico.

Es necesario conocer la situación actual del proceso por medio de un prediagnóstico previo de tipo cualitativo, donde se describen y comparan las metas establecidas por la empresa para el proceso con los requerimientos generales frente al TPM determinando las brechas que se generan entre estas (*ver 6.2*).

Etapas 2: Presentación y explicación del proyecto a la alta gerencia.

Con base en el prediagnóstico se da la necesidad de exponer los hallazgos a la alta gerencia, para que la empresa implemente un proceso de mejora continua en sus procesos basado en las nuevas metodologías del TPM.

Es necesario explicar a la alta gerencia que el TPM, es un sistema de gerencia de producción, que busca la mejora continua de la maquinaria y de los procesos; involucrando a todo el personal de la empresa. Además, de exponer los principios básicos del TPM: Principio de prevención (mantenimiento de equipos, prevención de problemas, mala ejecución y control de procesos, etc.), principio de cero defectos (disminución de pérdidas, defectos, paradas de equipos, accidentes, etc.) y el principio de participación de todos (el compromiso de todos los operarios, administrativos y gerentes en el mejoramiento continuo).

Fase 2: Preparación del Proyecto de Implementación.

Una vez expuesta la propuesta a la alta gerencia, esta haya sido aprobada, es necesario diseñar el proyecto de implementación teniendo en cuenta las siguientes etapas.

Etapas 1: Capacitación introductoria sobre el TPM.

Es importante que cuando la alta gerencia tome la decisión de implementar el TPM en alguno de los departamentos o procesos, el personal involucrado sea informado y reciba una capacitación introductoria. Esto con el propósito de generar una ambientación adecuada que permita una mejor adaptación al cambio y promueva el empoderamiento desde el principio de todo el personal.

Etapas 2: Establecer los objetivos del TPM.

Una vez identificadas las necesidades de la organización, es necesario priorizarlas para determinar los puntos críticos del proceso a intervenir (diagnóstico del proceso), y así mismo establecer metas claras, cuantitativas y precisas que se quieran lograr con el TPM.

Generalmente, hay tres razones por las cuales empresas nacionales y multinacionales han adoptado programas de TPM: Resultados tangibles significativos (disminución de fallas, tiempos muertos, defectos, inventarios etc.), transformación del entorno de la planta (disminución de desperdicios, polvo, suciedad, etc.) y transformación de los operarios de la planta (mejoramiento del ambiente laboral, empoderamiento, liderazgo, etc.). Por otro lado,

es importante plantear las metas en términos de los tres grandes objetivos del TPM expuestos en el marco teórico (ver 4.2.3).

Etapa 3: Diagnostico total del proceso.

Con base en el prediagnóstico y mediante una evaluación basada en los objetivos y pilares de la filosofía TPM, se identificarán las pérdidas, los factores que inciden en la eficiencia del proceso y los que inciden en la calidad del producto. Se construye una matriz de las pérdidas del proceso con el fin de eliminarlas o disminuirlas para contribuir al logro de los objetivos del proceso y de la empresa.

Etapa 4: Diseño de la matriz de control y seguimiento del cumplimiento de los objetivos estratégicos del proceso.

Es importante identificar e indagar los objetivos estratégicos planteados por la empresa, frente del proceso a intervenir; en términos de productividad, recursos humanos, logística, compras, entre otros. La matriz debe diseñarse para su rápido entendimiento, permitiendo el control y seguimiento de estos objetivos; y teniendo en cuenta lo siguiente:

- Traducir la estrategia a términos operativos.
- Alinear todas las áreas de la organización con la estrategia.
- Hacer que la estrategia sea el trabajo diario de todo el mundo.
- Hacer de la estrategia un proceso de mejoramiento continuo a través de la aplicación de metodologías de análisis y solución de problemas.
- Creación de grupos de mejoramiento enfocados en la mejora continua.
- Movilizar el cambio mediante el liderazgo de los directivos.
- Proponer soluciones a procesos o actividades potencialmente mejorables con una metodología definida.
- Relacionar la estrategia con su ejecución en todas las áreas definiendo objetivos en el corto, medio y largo plazo.

Etapa 5: Capacitación.

Una vez informado el personal, es necesaria su formación o capacitación para entender los objetivos que busca la empresa con la implementación del TPM; la importancia de que estos se involucren; y brindar las herramientas adecuadas para afrontar el cambio. Debido a que en ocasiones los operarios se resisten a este, al pensar que la carga y dificultad de trabajo aumenta. Se recomienda en la capacitación brindar los conceptos básicos y promover el fortalecimiento de competencias ligadas al TPM como se plantea en la cartilla propuesta (ver Anexo 10.).

Fase 3: Preparación del proceso de implementación TPM.

Finalizado el análisis al proceso a intervenir y la capacitación del personal; es posible iniciar con el proceso de implementación, estabilización y sostenibilidad del TPM dentro del proceso.

Etapa 1: Estrategias para la implementación.

Para lograr tan ambiciosas metas, se diseña e implementa una estrategia general que se divide en programas paso a paso, con tareas específicas, desarrolladas con pequeños grupos, de acuerdo con técnicas desarrolladas, primero por la industria japonesa en los años 80 y luego adaptadas por la industria norteamericana y difundida a otros países. Dichas estrategias y programas se basan en lo diagnosticado del proceso, los requerimientos de la empresa, los objetivos planteados y fundamentalmente en el compromiso real de todos los empleados y especialmente de los jefes de área, directivos y dueños de la empresa; por ejemplo, para el caso de Dimel Ingeniería se plantean las siguientes estrategias o programas paso a paso, basándose en el diagnóstico realizado (ver 6.3):

- Programa de Mantenimiento Autónomo: Enfocado en el mejoramiento del equipo y el involucramiento del operario por medio de programas de limpieza, inspección planificada, lubricación y generación de estándares de mantenimiento, programas de seguridad industrial y protección ambiental.
- Programa de mejoramiento continuo de la producción: Enfocado en eliminar grandes pérdidas identificadas en el proceso de producción, como faltas frecuentes de equipo, pérdidas en ajustes y puesta a punto, pérdidas en tiempo por cambio de dispositivos, pérdida por defectos, tiempos perdidos por despeje de línea, pérdidas por tiempos y movimientos.
- Programa de Creación y Promoción de los Grupos de Mejoramiento: Son una herramienta de mejora continua de la gestión; la idea es mejorar los productos, los servicios y los procesos de la organización mediante la participación de los que mejor conocen cada proceso, en la solución de los problemas relacionados con éstos.
- Programa de Mantenimiento Planeado: A pesar de que la empresa cuenta con un programa de mantenimiento planeado; este es uno de los programas paso a paso más importantes debido a que, la empresa debe implementar tecnologías y conceptos de mantenimiento sistémico, correctivo y de prevención.
- Programa de educación y entrenamiento: De acuerdo con las necesidades detectadas por los diferentes programas, los líderes encargados del proceso de implementación, se solicitan las capacitaciones inicialmente para dar la formación práctica básica, que realmente se requiera para liderar con éxito un programa específico o mantener un determinado equipo de trabajo.

Etapa 2: Prueba piloto.

Una vez determinada la situación actual del proceso y los trabajadores estén siendo capacitados, es necesario llevar a cabo una prueba piloto en donde se ponga en práctica lo aprendido. Se le realizan verificaciones o controles a esta prueba por parte de los operarios y

encargados de la implementación, para analizar el progreso, acogida y satisfacción u obtención de los resultados esperados.

Etapa 3: Implementación en el resto del proceso.

Se va implementado gradualmente en las diferentes etapas del proceso para visualizar el progreso y respuesta de este frente a los cambios efectuados. Es necesario que antes, durante y después se realicen los procesos de control adecuados, basados en el diagnóstico para determinar posibilidades de mejora en la capacitación del personal y acciones correctivas para facilitar la implementación y sostenibilidad del TPM, por medio de procedimientos de mejora continua (PHVA).

Etapa 4: Análisis de los resultados obtenidos y conclusiones.

Una vez se logre la implementación gradual y escalonada en todo el proceso de estudio, es necesario registrar los resultados obtenidos y los planes de acción empleados en las mejoras; con el propósito de concluir y estar en capacidad de llevar dicha implementación al resto de procesos de la organización. Por otro lado, es importante establecer directrices que permitan la permanencia y consolidación del sistema de administración de la producción bajo la filosofía TPM en la empresa y en el proceso.

6.5.2 Barreras y facilitadores en la implementación del TPM.

La alta gerencia, los directivos y jefes de la organización deben concientizarse de que llevar a cabo la implementación de un nuevo modelo implica realizar cambios o ajustes en el desempeño del proceso, en las labores de los operarios, la distribución de planta o en la cultura organizacional; presentándose en ocasiones una resistencia al cambio por parte de las personas involucradas.

La resistencia al cambio exige que en la etapa de preparación del proyecto se consideren los factores que pueden facilitar la introducción a este nuevo modelo, para garantizar su rápida acogida y estabilización; y los factores que pueden obstaculizar dicha introducción, con el propósito de generar un plan de acción que mitigue las barreras.

Facilitadores de la implementación.

- El involucramiento y adecuado liderazgo de la alta gerencia, los jefes y los supervisores del proceso.
- Un adecuado método para involucrar y motivar a los operarios para participar activamente del proceso de implementación y sostenibilidad de este.
- Desarrollo de políticas enfocadas al cumplimiento de las necesidades de cada área o departamento.
- Un adecuado planteamiento del sistema de control de los resultados para garantizar el cumplimiento del TPM su sostenibilidad.

Barreras u obstáculos de la implementación.

- Falta de procedimientos bien definidos.
- Un inadecuado manejo de la información.
- Una falta de un programa de pérdidas.

Si la organización logra acoger los facilitadores para la implementación del sistema, la resistencia al cambio será mínima y alcanzará una adaptación en los procesos y colaboradores de la mejor manera, incentivando a un cambio en la cultura organizacional y mitigando barreras en la implementación de la metodología TPM.

6.5.3 Cambio de roles en los involucrados

El mantenimiento y conservación de los procesos, equipos, maquinaria y puestos de trabajo involucrados son responsabilidad de todos los trabajadores, y, por ende, cumplen un papel muy importante dentro de la implementación del TPM, puesto que deben adaptarse y adaptar sus labores a las necesidades de la empresa y a los objetivos de esta.

Por este motivo, los roles de cada uno de los involucrados en la organización cambian al desarrollar e implementar este método, debido a que, desde la alta gerencia, se evidencia que existe un apoyo e involucramiento, el cual llega a todos los departamentos de la empresa, cambiando la cultura organizacional y la mentalidad de los colaboradores. Por lo anterior, se sugiere en el anexo (*ver Anexo 8.*) una tabla con nuevos roles del personal encargado del proceso.

Es importante que se desarrollen todas las etapas para la implementación del sistema, ya que es ahí donde todos los involucrados en los procesos y departamentos de la organización logran entender y adaptarse de la mejor manera a esta nueva metodología, y el nuevo rol que cumplen dentro de la empresa.

6.6 Establecimiento del Posible Impacto y Beneficios de la Implementación.

Teniendo en cuenta que la implementación de una metodología bajo la filosofía del TPM es un proceso largo, gradual, costoso y que requiere de todo el personal de la organización; es posible identificar algunos beneficios (*ver Tabla 4.*) que logran motivar la decisión de llevar a cabo el proceso de transformación de la empresa bajo el TPM.

Dichos beneficios pueden clasificarse según el foco de impacto al que estén dirigidos principalmente:

Tabla 4. Beneficios de la Implementación.

Beneficios de la Implementación de TPM.		
Organizacionales	Seguridad	Productividad
<ul style="list-style-type: none"> - Mejoramiento del ambiente laboral. - Mejoramiento de la motivación y satisfacción laboral de los empleados. - Establecimiento de una cultura integral basada en la responsabilidad, disciplina, respeto y trabajo en equipo. - Mejoramiento del perfil de cargos. - Mejoramiento de las redes de comunicación (eficacia) y el manejo de recolección, interpretación de información. 	<ul style="list-style-type: none"> - Establecimiento de una cultura de prevención frente a situaciones de riesgos laborales. - Eliminación de fuentes de contaminación y polución. - Incremento de la capacidad del operario para la identificación de problemas potenciales y búsqueda de acciones correctivas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejoramiento del control y seguimiento de las operaciones. - Eliminación de pérdidas que afectan la productividad y eficiencia del proceso. - Mejoramiento de la fiabilidad y disponibilidad de equipos. - Reducción de costos de mantenimiento. - Mejoramiento de la calidad de los productos finales. - Reducción de reprocesos o defectuosos. - Aumento de la capacidad de respuesta a cambios en el mercado.

Fuente: Elaboración de autores.

6.7 Diseño del Programa de Capacitación en la Aplicación de la Metodología TPM.

Actualmente, en las organizaciones es necesario la búsqueda de herramientas, estrategias y acciones que permitan el mejoramiento continuo, sostenibilidad y la competitividad de esta. Además, la importancia de formar, preparar y capacitar el factor humano en todos los niveles organizacionales; como una de las estrategias fundamentales en la eficiencia y calidad de procesos, productos y servicios.

A partir de las visitas a Dimel Ingeniería S.A, lo obtenido en el diagnóstico y la falta de aplicación del TPM, se ve la necesidad de presentar un programa de capacitación en la metodología TPM bajo el uso de una cartilla (*ver Anexo 10.*)

Tiene el propósito de dar inducción al personal que se está capacitando sobre la filosofía TPM, su metodología, aplicación y los beneficios de una buena práctica e implementación; y las temáticas claves en la formación TPM para el mejoramiento continuo. La cartilla busca fomentar o desarrollar competencias y habilidades, que benefician al personal capacitado en su formación personal y laboral; al hacer énfasis en competencias asociadas a las condiciones intelectuales, personales, interpersonales, de interpretación y tecnológicas.

Luego de estudiar las temáticas propuestas en el marco teórico y complementar tanto con artículos y textos acerca del TPM y con la encuesta realizada a los colaboradores que intervienen en la línea de mástiles de gran tamaño (ver Anexo 9). Con lo anterior, se construye un diagrama de flujo dando importancia al desarrollo de la metodología propuesta en el programa de capacitación sobre TPM:

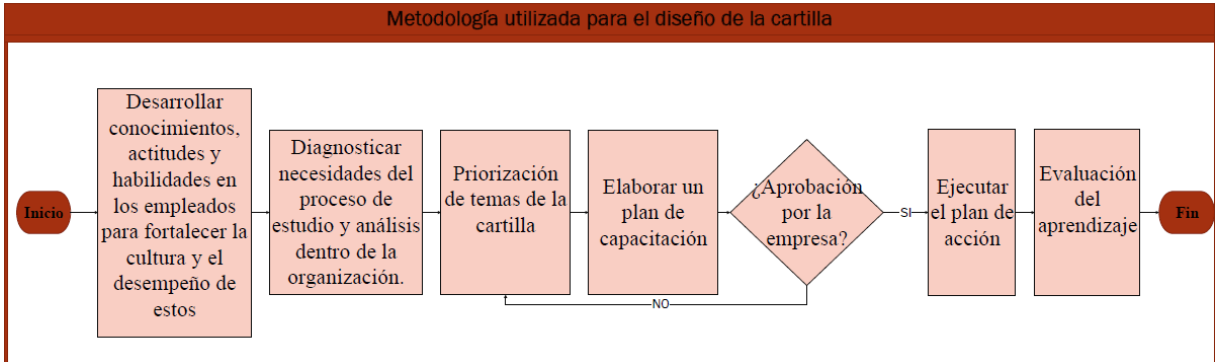


Ilustración 6. Diagrama de Flujo para la propuesta del desarrollo del programa de capacitación.

Fuente: Elaboración de autores.

7. CONCLUSIONES

En la actualidad, el TPM es útil para una empresa que busca un mejoramiento continuo, la sostenibilidad en el mercado, el rendimiento y satisfacción del personal laboral; y de igual manera un incremento en la productividad y calidad de sus procesos.

Para desarrollar este proyecto fue necesario realizar visitas a la planta con el propósito de investigar y hacer trabajo de campo, para adquirir la mayor información posible y sobre todo para tener una percepción propia de la situación actual que tiene la empresa y el desarrollo cotidiano de las actividades. Dándonos la oportunidad de relacionarnos y conocer a fondo una empresa del llamado sector real, que contrario a lo que se piensa y concibe desde el salón de clases no son organizaciones ideales y perfectas, sino que su organización y operación está limitada por aspectos socioeconómicos, tecnológicos, por las fallas e imperfecciones de sus procesos, materias primas y la obsolescencia y desgaste de sus equipos; es decir, permitiéndonos evidenciar y apreciar los problemas y situaciones de falla que se presentaron a lo largo del proceso.

La experiencia adquirida es invaluable, especialmente por la metodología seguida para realizar el diagnóstico del proceso, la construcción de las matrices de pérdidas; de seguimiento y control de los objetivos estratégicos y la de monitoreo del avance de la implementación del TPM. Estas matrices constituyen un gran aporte para la empresa que les permitirá mejorar la eficiencia del proceso y la calidad de los productos fabricados y les facilitará la implementación del modelo de TPM diseñado. Además, la empresa queda con una cartilla para realizar no solo la capacitación del personal en lo relacionado con la aplicación del modelo de TPM, adquirir las competencias que permitan que el personal participe en su implementación, pero sobre todo en su sostenimiento futuro.

Se logró dar respuesta a lo largo del proyecto, a las preguntas planteadas para cada uno de los objetivos específicos en la sistematización del problema, en el numeral 2.3; es decir, fue posible evaluar la situación actual del proceso mediante la caracterización del mismo, el prediagnóstico, diagnósticos y la encuesta realizada; se plantearon los criterios de control para el cumplimiento de los objetivos estratégicos y metas que fije la empresa; fue posible diseñar una metodología de implementación de TPM, que se amoldara a las necesidades de la empresa y que permitiera plantear una mejora al proceso; de igual manera, se plantearon los posibles beneficios del TPM, en base a las necesidades de la empresa, el diagnóstico y las visitas realizadas; finalmente, por medio de la encuesta realizada y las visitas a la planta, se corroboró la necesidad de un plan de capacitación en TPM para colaboradores y directivos.

Una de las herramientas propuesta para la identificación y cuantificación de pérdidas, y propuesta para enriquecer el diagnóstico realizado, consistía en el cálculo del OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos); sin embargo, no fue posible la medición, debido a que, al realizar el trabajo de campo y el análisis respectivo, es evidente que la empresa no cuenta con un sistema de control o monitoreo continuo de eficiencia en sus procesos o un registro histórico de datos requeridos para el cálculo del indicador.

8. RECOMENDACIONES

8.1 Trabajos Futuros.

- Continuación del proyecto.

Es posible llevar a cabo la implementación de la metodología anteriormente desarrollada en el proyecto, en el proceso productivo de mástiles de gran tamaño en la empresa Dimel Ingeniería S.A.; por medio de una propuesta de implementación del TPM.

- Posibilidades de ampliación:

En caso de implementar el TPM mediante la metodología propuesta en el proyecto, al proceso productivo de mástiles de gran tamaño; es posible aplicar la misma implementación a otras líneas de producción de la empresa, considerando que todos los mástiles y postes tienen procesos productivos muy similares.

El proyecto puede, además, emplearse como un proyecto de asesoría en la implementación del TPM, en caso de que la empresa decida implementar el modelo por medio de un tercero; o como un proyecto de reducción de pérdidas y aumento de eficiencias.

De igual manera, el proyecto realizado y las posibilidades de ampliación no solo aplican para todas las líneas de producción de Dimel Ingeniería, sino también para otras empresas de manufactura.

8.2 Recomendaciones para la empresa.

- A pesar de que Dimel Ingeniería tiene definidos y caracterizados todos sus procesos, es posible evidenciar que hay pérdida de tiempo (tiempos muertos en algunas actividades) al momento que los operarios llevan a cabo ciertas actividades; por ejemplo, paradas de más de 5 min del proceso de corte continuo debido a la no disponibilidad de camillas; en donde los operarios debieron trasladarse al área de conformado en busca de una camilla libre, para traerla y así seguir con el proceso.

Se recomienda realizar un estudio de tiempos periódicamente a los puestos de trabajo y tomar en cuenta ciertas acciones correctivas para evitar las paradas innecesarias en los procesos; se entrega un el *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.* una tabla de toma de tiempos para el proceso de mástiles de gran tamaño, que puede ser adaptada a los demás procesos.

- Existen ocasiones en que el operario tiene la suficiente experiencia para conocer las herramientas y equipos con los que trabaja, facilitándosele la solución de problemas simples de funcionamiento, reparación o diagnóstico; por este motivo se recomienda a la empresa dar libertad en estos casos al operario para actuar en lugar de tener como conducto regular de ir al almacén reportar la situación, dejar la herramienta y esperar a que mantenimiento lo solucione y pueda regresarle la herramienta o equipo a este. Esto, se

sugiere nuevamente, haciendo énfasis en la experiencia de muchos operarios y en el tiempo perdido (al almacén ingresa la herramienta, se diagnostica, la repara y devuelve al operario).

- Realizar un análisis o estudio ergonómico en los diferentes puestos de trabajo con el propósito de mejorar las condiciones de los trabajadores y evitar enfermedades laborales a largo plazo, puesto que en las visitas realizadas se evidenció que algunos tenían malas posturas, las cuales eran repetitivas y prolongadas.
- A pesar de que los operarios al momento de entrar a trabajar a la empresa reciben una inducción sobre seguridad en el trabajo, y la empresa está consciente de las posibles causas de accidentes que puede tener este, es importante que Dimel tenga un mejor control de la supervisión del uso de los elementos de protección personal, ya que cuando se realizaron las visitas a la empresa para tomar tiempos un operario trabaja sin sus guantes de seguridad, y al momento de darse cuenta que estaba siendo observado inmediatamente busco sus elementos y se lo puso.
- Por otro lado, se recomienda realizar una mejor señalización e incorporación de avisos de prevención, riesgo y de información en las áreas, maquinaria y puestos de trabajo y el uso de algún método o herramienta que permita que los operarios conozcan cómo va el cumplimiento de metas en cuanto a producción.
- Como el objetivo de este proyecto es proporcionar un modelo para la implementación de TPM en la empresa, consideramos necesario que se fomenten los programas de capacitación hacia todo el personal involucrado y no solo sobre la herramienta proporcionada, sino también en el papel que cada uno de los operarios cumple en el proceso.
- Consideramos que la empresa Dimel Ingeniería S.A debería implementar un programa más estructurado en el tema de bonificación e incentivos hacia los operarios que demuestren un buen desempeño.
- Se recomienda que la empresa implemente un sistema o herramienta, en la cual puedan hacer uso, manejo y control de la información de producción para sus procesos, en especial el de fabricación de mástiles de gran tamaño, debido a que es el proceso más nuevo, y de los que no se tenía nada toma de tiempos en las etapas para la fabricación de un mástil.

9. RESULTADOS

- Se mejoró el diagrama de flujo del proceso (*ver Ilustración 3.*) que tenía la empresa colocando varias etapas que no se habían considerado y que son necesarias para comprenderlo mucho mejor. Este diagrama mejorado del proceso es muy útil para los procesos de inducción a nuevo personal y cuando la empresa decida implementar el TPM.
- Este diagrama se complementa con la tabla de caracterización del proceso presentada en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Este nivel de detalle no lo tenía la empresa para el proceso y de nuevo es útil para los procesos de inducción a nuevo personal y para estudios relacionados con posibles cambios en el proceso.
- El prediagnóstico realizado del proceso logra evidenciar las brechas existentes entre el estado actual del proceso y los alcances de la implementación del TPM
- El diagnóstico logra identificar muchos aspectos a considerar en una evaluación a fondo del estado del proceso desde diferentes puntos de vista con respecto a su eficiencia y efectividad y la calidad del proceso y del producto terminado,
- La metodología propuesta y la tabla diseñada para el seguimiento de los objetivos estratégicos induce a la empresa a mejorar y complementar dichos objetivos enunciado los faltantes y a fijar metas para cada uno desde varios puntos de vista (económicos, financieros, cantidad de producto producido, ventas en el país y de exportación entre otros).
- Se le evidencia a la empresa la necesidad de identificar las 6 grandes pérdidas para que se logre calcular el OEE. Pero no solo identificarlas sino de tener un sistema continuo y permanente de su medición a través de un sistema de instrumentación que les permita conocerlas en tiempo real y con reportes a la gerencia de producción para diseñar las acciones correctivas para su disminución.
- La matriz de pérdidas de nuevo evidencia la necesidad de tener un sistema de instrumentación que permita medirlas y evaluarlas posteriormente. Debe tenerse en cuenta que la empresa depende de un alto consumo de energía eléctrica la cual está en constante incremento de precios y de materia prima importada cuyo costo depende de las fluctuaciones de la tasa cambiaria del dólar. La reducción de pérdidas es vital para el futuro desarrollo y consolidación de la empresa.
- La metodología desarrollada en el numeral 6.5 es un manual completo para la empresa para cuando decida implementar el sistema de administración de sus procesos bajo la metodología TPM.
- Adicionalmente se desarrolló una previsión en cuanto al cambio de roles en el personal de darse la implantación del TPM, porque su éxito depende en alto grado que se prevea no solamente este cambio de roles sino los cambios necesarios y que se detecten en las etapas del proceso.
- La cartilla diseñada para el proceso de capacitación se constituye en una guía inicial para su implementación.

En resumen, se evidencia el gran aporte que se le da a la empresa con los resultados del desarrollo de este proyecto y el aprendizaje de los autores, a través de un proceso de investigación aplicada, en cuanto la aplicación práctica de varios aspectos de la ingeniería industrial a un proceso real.

BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

Aldavert, J., Vidal, E., & Lorente, J. (2016). *5s para la mejora continua*. CIMS.

Dimel Ingeniería S.A. (s.f.). Obtenido de <http://www.dimel-ingenieria.com/sitio/dimel/historia>

Dimel Ingeniería S.A. (s.f.). Obtenido de <http://www.dimel-ingenieria.com/sitio/dimel/quienes-somos>

Enriquez Serantes, A., & Cadeño Crespo, A. (2012). Las percepciones del cliente, una brújula en el mejoramiento continuo. *Revista Técnica Tono*, 80-84.

Gareth, J. (2008). *Teoría organizacional diseño y cambio en las organizaciones*. México.

Hortiales, M. (1997). *Implementación del mantenimiento productivo total*. Monterrey, México.

Japan Institute of Plant Maintenance. (2000). *TPM para Industrias de procesos*. Madrid, España: Marquez de Cuba.

Lopez, E. (2009). *El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación*. Bogotá, Colombia.

Martin Garcia, J., & Martinez, R. M. (2013). *Barreras y facilitadores de la implementación del TPM*. *Intangible Capital*.

Montoya, I., & Parra, C. (2010). *Implementación del Total Productive Management (TPM) como tecnología de gestión para el desarrollo de los procesos de Maquiavicola LTDA*. Bogotá, Colombia.

Romero, P. (2013). *Implementación de la metodología TPM en la industria automotriz en el área de chapistería*. Buenos Aires, Argentina.

Sacristan, F. R. (2001). *Mantenimiento Total de la Producción (TPM): Proceso de Implementación y Desarrollo*. España: FC Editorial.

Shirose, k. (1992). *Programa de desarrollo del TPM: Implementación del mantenimiento productivo total*. Madrid.

Tennant, G. (2002). *Six Sigma: Control estadístico del proceso y administración total de la calidad en manufactura y servicios*. México: Panorama.

Tuarez, C. (2013). *Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM*. Guayaquil, Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1. Reporte de Cambios y Ajustes.

Título del Proyecto: Modelo de Implementación del Sistema de Administración de la Producción, del Proceso de Mástiles, bajo la Filosofía TPM en la Empresa Dimel Ingeniería S.A.

Integrantes: Laura Hernández Peñaranda – Valentina Panesso Gómez.

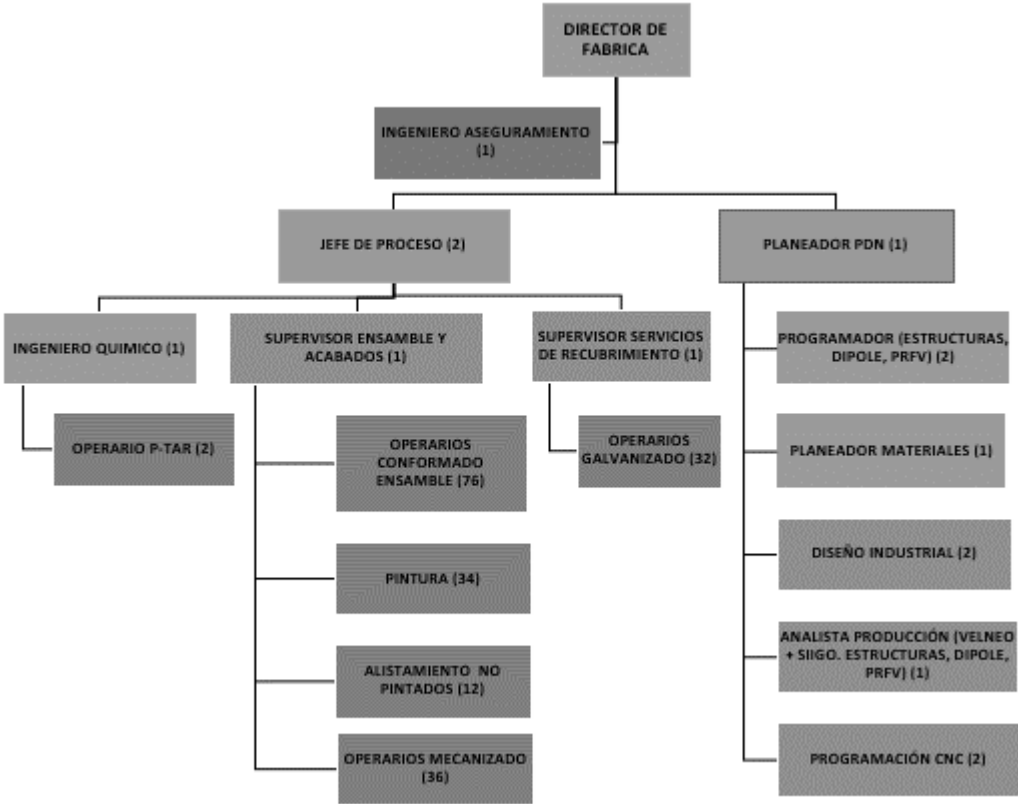
Lector: Juan Carlos Garzón Osorio.

No.	Comentarios del Lector	Respuesta o Modificaciones.
1	Las citas en el marco teórico con normas APA.	Modificación: Se revisaron las citas en el marco teórico y se eliminó la palabra “Fuente” anterior a la cita.
2	Hilo conductor del proyecto.	Respuesta: En la introducción (pp. 9) se detalla el proceso seguido para desarrollar el proyecto, a manera de hilo conductor del desarrollo del proyecto; de igual manera el orden de desarrollo se amplía en el numeral 5.2.
3	Sugerencia para cambio de título del proyecto a “Propuesta para la implementación...”	Respuesta: Se decidió no modificar el nombre, puesto que no se considera el proyecto como un desarrollo de una propuesta.
4	Formulación del Problema.	Respuesta: La empresa no presenta problemas de baja productividad en el proceso de fabricación de mástiles de gran tamaño; por otro lado, el problema de la investigación es escoger un modelo que permita mejorar el proceso productivo de mástiles.
5	¿Es escoger un modelo o desarrollar una propuesta para la implementación del TPM?	Respuesta: El proyecto no se considera el desarrollo de una propuesta, principalmente, por el alcance del proyecto, donde no se considera llevar acabo la implementación o la realización de una prueba piloto. Por otro lado, un modelo involucra métodos, características y datos (cualitativos y cuantitativos) para realizar un acercamiento o representación de una situación o problema real; dicho modelo puede ser imitado o reproducido. Finalmente, la empresa buscaba conocer más acerca de su proceso de mástiles de gran tamaño, además de un acercamiento a los posibles beneficios de implementar el TPM.

6	En caso de ser un modelo, se debe validar.	Respuesta: El modelo se validó hasta donde permitió el alcance del proyecto; es decir, se validó mediante el proceso de trabajo de campo y el desarrollo del diagnósticos; además, de acuerdo a la disposición de información y recolección de datos para identificar perdidas y desarrollar las diferentes matrices; y el planteamiento de forma conceptual los posibles beneficios.
7	Fuente en la ilustración 1 correspondiente a los pilares del TPM.	Modificación: La Ilustración 1 (pp. 20) es una representación común para los pilares del TPM. Debido a un error de ortografía en la imagen original, las autoras decidieron volver a realizar la ilustración, por lo que la fuente de esta se modificó a “Elaboración de autores”.
8	¿Qué son los objetivos estratégicos? ¿Por qué son estratégicos?	Respuesta: Los objetivos estratégicos son todos los objetivos planteados en una empresa acordes a la visión de esta, para lograr determinadas metas a largo plazo, con respecto al posicionamiento y sostenibilidad de la empresa y el cumplimiento de su misión.
9	Visualización de la ilustración 5 correspondiente a la metodología de implementación.	Modificación: Se recorto la ilustración Ilustración 5 (pp. 42) para mejorar la visualización y lectura de las etapas y pasos de la metodología de implementación.
10	Trabajos Futuros.	Modificación: Se agrego dentro del capítulo de recomendación (pp. 51) el numeral acerca de los trabajos futuros, asociados al proyecto.

No.	Comentarios de Sustentación	Respuesta o Modificaciones.
1	No se presentaron comentarios acerca del contenido y desarrollo del proyecto o presentación. Sin embargo, se hicieron sugerencias para la presentación de las diapositivas en cuanto al fondo y tamaño de letra de algunas tablas.	Modificación: Se realizaron las modificaciones del color de fondo y tamaño de letra en la presentación de PowerPoint.
2	Cambio en estructura.	Modificación: Se realizaron cambios en la estructura de la presentación de PowerPoint, con el propósito de dejar constancia de algunos aspectos mencionados en la sustentación; como el archivo de Excel.

Anexo 2. Organigrama de Dimel Ingeniería S.A.



Fuente: Adaptado de Gareth, J. (2008). *Teoría organizacional diseño y cambio en las organizaciones.* México.

Anexo 3. Caracterización del Proceso de Mástiles de Gran Tamaño.

Ver archivo Excel “0. Mástiles de Gran Tamaño”, hoja “Proceso Mástiles”.

Link: [Mastiles de Gran Tamaño.xlsx](#)

Proceso	Entrada	Salida	Maquinaria Empleada	Descripción del Proceso.	Funciones Realizadas por el Operario.	
Corte Continuo	Rollos de Acero (Espesor<5mm)	Tramos de Acero (Espesor <5mm)	Línea de Corte Transversal fabricada por Dimel.	El proceso de corte continuo.	<ul style="list-style-type: none"> - 1 Operario es quien manipula los controles de la maquina, para ingresar la medida deseada de corte; y es quien la inicia o detiene cuando se cambia el rollo, se llena la camilla o se realiza alguna parada. - 1 Operario se encarga de acomodar las lamina que van saliendo de la maquina de corte transversal; para entrar la maquina de corte longitudinal. - 1 Operario corta el sobrante que sale luego del corte longitudinal. - 1 Operario se encarga de bajar las laminas listas de la banda a las camillas; además, cuando las posiciona en las camillas las firma con el respectivo rotulo. 	
Baykal	Laminas de Acero (Espesor>5mm)	Tramos de Acero (Espesor >5mm)	Cortadora de Plasmas (BPL-H, BPS o BPH? - Baykal)	El corte por plasma es un proceso que utiliza una boquilla, con un orificio para la circulación del gas ionizado a altas temperatura, de tal forma que se obtiene un rayo que se puede utilizar para cortar secciones de metales tales como el acero al carbono, acero inoxidable, aluminio y otros metales conductores de la electricidad. Por medio del uso de esta técnica, el arco de plasma funde el metal, y el gas elimina el material fundido.	<ul style="list-style-type: none"> - 1 Operario prepara las laminas en la mesa de la maquina. - 1 Operario se encarga de programar la maquina. - 1 Operario se encarga de bajar las laminas listas de la banda a las camillas, con la ayuda del puente grua. 	<ul style="list-style-type: none"> - Produce una d - Permite altas v - menos tiempos - Permite espec - Permite mecar - posibilidad de b - Permite cortes - acabado.
Pulido Lissmac	Tramos de Acero (Espesor >5mm) con Impurezas.	Tramos de Acero (Espesor >5mm) sin rebaba.	Pulidora en seco o mojado (Modelo - Lissmac)	Por medio de unos rodillos giratorios de lija se pasan las piezas con espesor mayor a 5mm que fueron sometidas al proceso de corte por plasma (Baykal) para retirar las impurezas o la rebaba del recorte.	- 1 Operario se encarga de pulir los bordes internos y externos de los tramos que presentan impurezas, debido al proceso de Baykal.	
				El doblado es un proceso de conformado sin	- 1 Operario es quien manipula los controles de la maquina, para introducir las especificaciones de los	- Permite enros v. producir cilind
<p>Proceso Mástiles Toma de Tiempos Pre-Diagnóstico Diagnóstico Matriz Perdidas Encuesta Google Matriz Obj. Estratégicos Cambio de Roles</p>						

Fuente: Elaboración de autores.

Anexo 4. Toma de tiempos.

Archivo Excel “0. Mástiles de Gran Tamaño”, hoja “Toma de Tiempos”.

Link: [Mástiles de Gran Tamaño.xlsx](#)

TABLA DE ESTUDIO DE TIEMPO			
Empresa:	Dimel Ingenieria S.A.	Fecha:	
Proceso:	Fabricacion de mastiles de gran tamaño.	Turno:	Diurno
Producto:	Mástiles de gran tamaño.	Turno (min.):	480

Elaborado por:	Hernandez P. Laura Panesso G. Valentina	Tipo Cronometraje	Acumulativo X	Vuelta a Cero
-----------------------	--	--------------------------	-------------------------	----------------------

Operarios										
Proceso	Act.	Descripcion	Unid. Requeridas	Takt Time	Valoración Ritmo	T1	T2	T3	T4	T
Corte Continuo	1	Acomodar las laminas.	0,28		100	1,01	0,76	0,98	1,08	0,
	2	Separación y corte del sobrante.	0,28		100	0,56	0,52	0,58	0,49	0,
	3	Toma de tramos para posicionarlos en la camilla y realizar los rótulos.	4,8		100	0,58	0,57	0,56	0,54	0,
Pulido Lismac	1	Pulido de uno de los bordes del tramo.	4,8		100	3,50	3,77	4,02	4,02	4,
Doblado	1	Introducir la lamina para doblado y apilarla posteriormente en la camilla.	1,6		100	0,69	0,71	0,69	0,75	0,
Cerrado y armado de tramos	1	Realizar un punto cada 20 cm.	4,8		125	0,67	0,58	0,50	0,62	0,

Otros Tiempos (Maquinas)					
Proceso	Descripcion	Unid. Requeridas	Takt Time	T	F
Corte Continuo	Mov. Del nuevo rollo a la amquina de corte.			15	1
	Maquina de corte Transversal			1,09	1
	Maquina de corte longitudinal			0,94	1
	Mov. De las camillas llenas con puente grua			3,17	1
Tiempo Total Corte Continuo				20,20	1

Proceso Mástiles	Toma de Tiempos	Pre-Diagnóstico	Diagnóstico	Encuesta Google	Matriz Obj. Estratégicos
------------------	------------------------	-----------------	-------------	-----------------	--------------------------

Fuente: *Elaboración de autores.*

Anexo 5. Pre-Diagnóstico del Proceso de Mástiles.

Archivo Excel “0. Mástiles de Gran Tamaño”, hoja “Pre-Diagnostico”.

Link: [Mastiles de Gran Tamaño.xlsx](#)

PILARES TPM	REQUERIMIENTOS GENERALES	ESTADO ACTUAL - EVIDENCIAS	BRECHAS
MEJORAS ENFOCADAS	<p>(Disminución de pérdidas que apuntan a logro de los objetivos estratégicos)</p> <p>Programas para eliminar las pérdidas identificadas en el proceso de producción, Uso de técnicas y gráficas de control, seguimiento y definición de metas. Uso del ciclo PHVA.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se realizan informe de producción de unidades terminadas. - Se tiene orden de producción en los procesos. - Propuesta de mejoramiento de distribución de la planta. - Sistema de información (software...) - Herramientas de análisis para eliminar los problemas (pérdidas) de raíz. - Necesidad de un programa de reducción de pérdidas. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se encuentran informes de producción de tiempos, paradas, problemas de producción, ETC. - No se evidencian la existencia de programas de productividad o sugerencias. - No se encuentra evidencia de la aplicación de técnicas de mejoramiento continuo basadas en análisis y solución de problemas.
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	<p>(Lograr la administración autónoma del sitio de trabajo)</p> <p>Programas de limpieza, inspección planificada, lubricación y generación de estándares de mantenimiento, programas de seguridad industrial y protección ambiental.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El personal comparte su conocimiento en las labores cotidianas que realiza. - Se tiene una programación para la lubricación y limpieza de equipos. - Existen áreas demarcadas. - Existen programas para el almacenamiento de materia prima. - Programas para eliminar fuentes de contaminación. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se tiene establecida una política de limpieza para los operarios, sin embargo, estos en su mayoría procuran tener limpio y ordenado su puesto de trabajo. - No se evidencia aporte creativo de los operarios frente a los procesos o funcionamiento del equipo. - No se evidencia una limpieza a fondo de los equipos o lugares de trabajo que permitan una inspección para detectar anomalías (Aplicación de las 5's).
MANTENIMIENTO PLANIFICADO	<p>(Administración técnica de los equipos)</p> <p>Implementación de tecnologías y conceptos de Mantenimiento predictivo, Mantenimiento sistémico, Mantenimiento correctivo y Mantenimiento preventivo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se informa que existe una persona encargada para el mantenimiento general de los equipos por medio del software. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se requiere una información de tiempo en caso de falla de equipos. - A pesar de que se tiene una planeación de los mantenimientos, se evidencia que en caso de que a un equipo no se le pueda realizar mantenimiento debe esperar al siguiente ciclo para recibir su respectivo mantenimiento.

Proceso Mástiles | Toma de Tiempos | **Pre-Diagnóstico** | Diagnóstico | Matriz Perdidas | Encuesta Google | Matriz Obj. Estratégicos | Cambio de Roles

Fuente: Elaboración de autores.

Anexo 6. Diagnóstico del Proceso de Mástiles.

Archivo Excel “0. Mástiles de Gran Tamaño”, hoja “Diagnostico”.

Link: [Mastiles de Gran Tamaño.xlsx](#)

LISTA DE CHEQUEO DE DIAGNÓSTICO TPM

Empresa: Dimel Ingeniería S.A.

Proceso: Fabricación de mástiles de gran tamaño.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN			Puntaje por Criterio	Diagnóstico (%)
	ALTO (100%)	MEDIO (60%)	BAJO (0%)		
1 Políticas u objetivos de la empresa.	2%	6%	2%	4,4	
1.1 Se establecen las políticas y objetivos en la empresa?	x				Se tienen políticas y objetivos. Sin embargo, no se tienen objetivos para cada departamento; contribuyen a los objetivos de producción; sin embargo, no se tienen objetivos.
1.2 Los objetivos de la empresa se despliegan en todos los departamentos y áreas?		x			A pesar, que la empresa intenta llevar un control de conformidad con algunas de las decisiones.
1.3 Los objetivos propuestos han conducido a una mejora o logro percibido claramente por la empresa?		x			Tienen todos los objetivos y políticas en términos de P, Q, C, D, S y M.
1.4 Se pueden evidenciar políticas y objetivos en términos de P, Q, C, D, S y M.	x				No se tiene un grupo específico dedicado al mejoramiento en la planta y procesos se realiza mediante reuniones.
1.5 Existen grupos de mejoramiento?		x			No se tiene incorporado el TPM.
1.6 Existen grupos de dirección de promoción del TPM?			x		No se tiene incorporado el TPM.
1.7 Existen comités de promoción o desarrollo del TPM?			x		No se tiene incorporado el TPM.
1.8 Existen un trabajo de evaluación, seguimiento y apoyo al proceso de mejoramiento en la empresa?		x			Se realiza un seguimiento a ciertas mejoras implementadas.
1.9 Existen mecanismos de seguimiento de objetivos estratégicos?		x			Se tienen objetivos estratégicos para las unidades de negocio, sin embargo, cada área tiene planes de acción para el mejoramiento.
1.10 Hay una estructura profesional adecuada para el mejoramiento?		x			Las mejoras en la planta y procesos se realizan mediante reuniones.
2 Mejoramiento Continuo (Kaizen)	2%	5%	3%	4,7	
2.1 Están relacionados los objetivos y metas específicos de la empresa con las pérdidas?			x		No se tiene un proceso para la identificación, control y reducción de pérdidas, por lo que no se tienen en cuenta en el presupuesto.
2.2 Están claramente definidas las pérdidas de la empresa en sus diferentes procesos o áreas?		x			La empresa es consciente de que durante el proceso de producción se generan pérdidas y se cuenta con una matriz de pérdidas para identificar su origen y cuantificarlas.
2.3 Está disponible la matriz de pérdidas en las diferentes áreas?			x		No se cuenta con una matriz de pérdidas.
					Se tiene una persona encargada de realizar los procedimientos de mejoramiento.

Fuente: Elaboración de autores.

Anexo 7. Matriz Seguimiento Objetivos Estratégicos.

Archivo Excel “0. Mástiles de Gran Tamaño”, hoja “Matriz Obj. Estratégicos”.

Link: [Mastiles de Gran Tamaño.xlsx](#)

MATRIZ DE SEGUIMIENTO A LOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DE DIMEL INGENIERÍA S.A.							
Objetivos Estratégicos	Objetivo Ventas	Objetivos Planeación	Objetivos Producción	Objetivos Calidad	Objetivos Medio Ambiente	Objetivos RRHH	Objetivos Logística
Aumentar la efectividad en planta.	Exportar el 40% de las ventas.	Implementación del sistema SAP al 2019.	Llegar a 2000 Ton/mes para el 2020 en la planta 1 (Cap. 2600 Ton/mes).	Promover y fortalecer la participación y responsabilidad de todos los miembros por medio de actividades de formación, sensibilización y desarrollo de programas que permitan alcanzar altos niveles de calidad.	Promover y fortalecer la participación y responsabilidad de todos los miembros por medio de actividades de formación, sensibilización y desarrollo de programas que permitan alcanzar altos niveles de medio ambiente.	Es responsabilidad de todos los niveles de la organización proteger la salud, a través de una cultura de autocuidado, prevenir los accidentes de trabajo, enfermedades laborales en todas las actividades desarrolladas.	Diseñar el plan de logística para cumplir las metas de exportación de producto terminado.
		Ampliación de la planta productiva a la "Planta 2".	Llegar a 670 Ton/mes para el 2020 en la planta 2 (1000 Ton/mes).				Diseñar el plan de logística para la importación de MP para el cumplimiento de las metas de producción.
			Llegar a 350 Ton/mes.				

Fuente: Elaboración de autores.

Anexo 8. Cambio de Roles.

Archivo Excel “0. Mástiles de Gran Tamaño”, hoja “Cambio de Roles”.

Link: [Mástiles de Gran Tamaño.xlsx](#)

CAMBIO DE ROLES			
Rol Tradicional	Responsabilidades Tradicionales	Rol TPM	Responsabilidades TPM
Operario	<ul style="list-style-type: none"> - Reciben ordenes. - Se dedica solamente al cumplimiento de las tareas asignadas. - No se evidencia un compromiso u conexión con los valores y objetivos estratégicos de la organización. 	Colaborador	<ul style="list-style-type: none"> - Empoderamiento y compromiso por ser parte de la compañía. - Capacitado tanto para llevar a cabo sus labores diarias como para las que aparecen esporádicamente dentro del proceso. - Capacitado para ayudar a la prevención del mantenimiento en los equipos. - Capacitado para aportar por experiencia sus ideas para que estas ayuden a la mejora del proceso, ayudando a la resolución de problemas.
Oficial de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Este es utilizado cuando el equipo ya se ha dañado o no está operando de la mejor manera. - No se evidencia un programa de mantenimiento preventivo en los equipos. 	Técnico de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Entrenar a todos los operarios con métodos y actividades enfocadas a los tipos de mantenimiento. - Aportar para el diagnóstico, desarrollo e implementación de los métodos y herramientas enfocadas a los tipos de mantenimiento.

o Mástiles | Toma de Tiempos | Pre-Diagnóstico | Diagnóstico | Matriz Perdidas | Encuesta Google | Matriz Obj. Estratégicos | **Cambio de Roles**

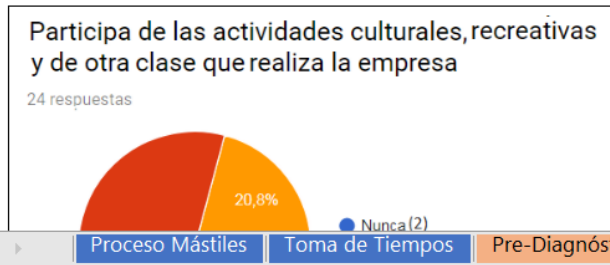
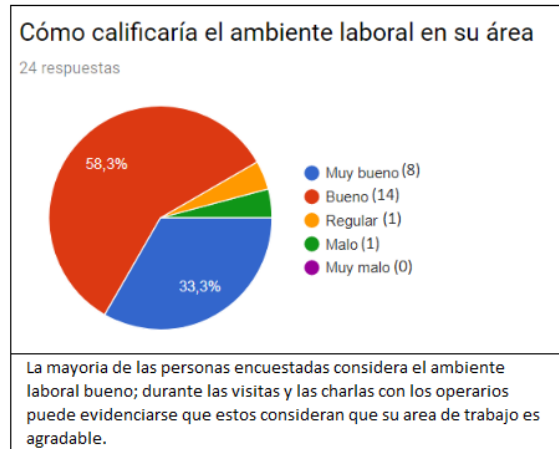
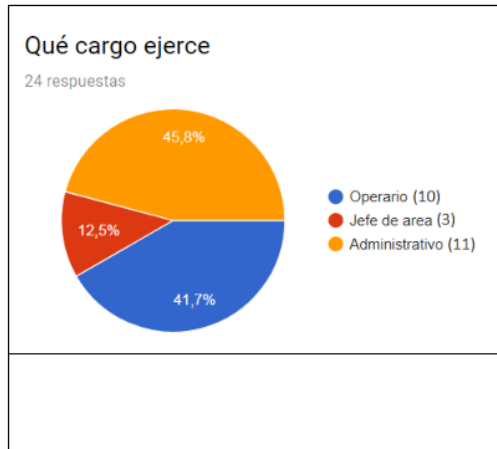
Fuente: Elaboración de autores.

Anexo 9. Encuesta Google.

Archivo Excel “0. Mástiles de Gran Tamaño”, hoja “Encuesta Google”.

Link: [Mástiles de Gran Tamaño.xlsx](#)

ENCUESTA			
Empresa:	Dimel Ingeniería S.A.	Via:	Encuesta via Google.
Elaborada por:	Laura I. Hernandez Peñaranda.	Link:	https://goo.gl/forms/D3j6QZHmYVdUkUtv2
	Valentina Panesso Gomez.	Respuestas:	24



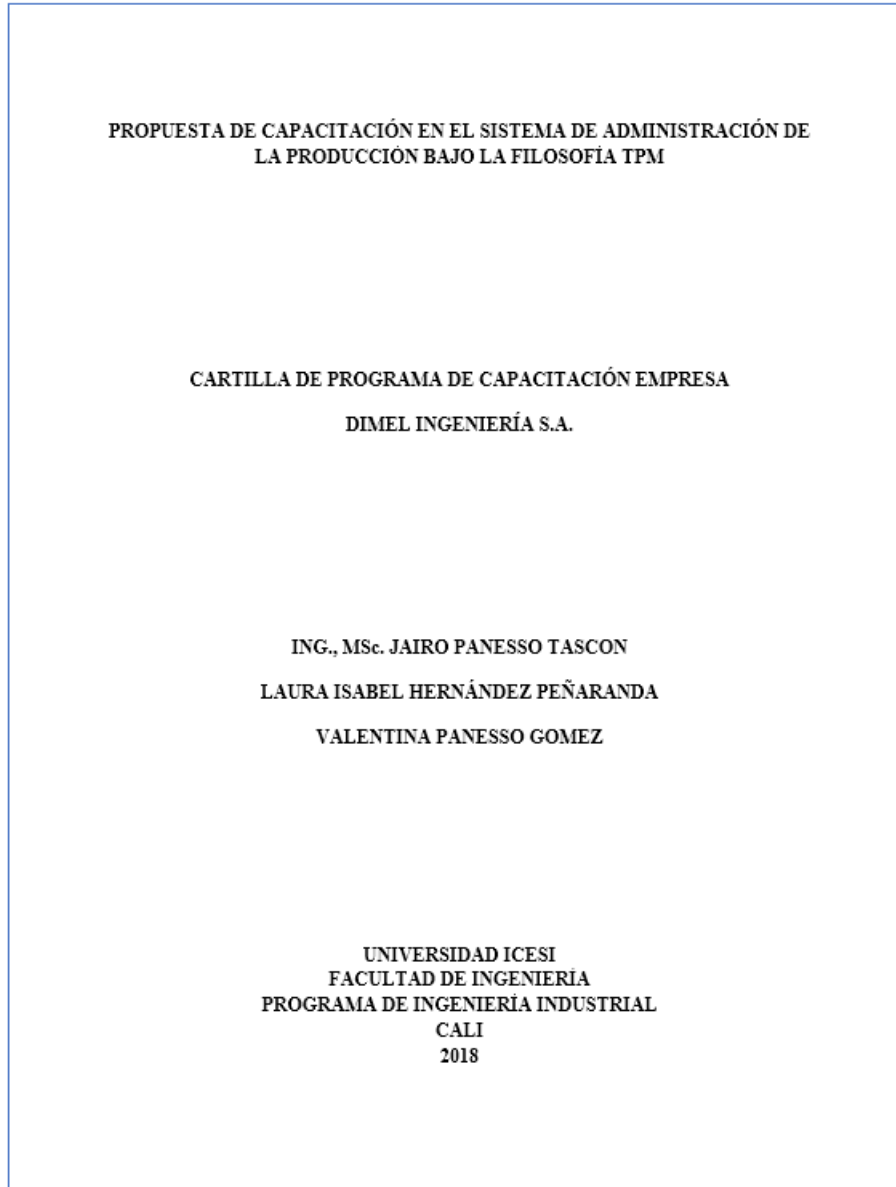
Proceso Mástiles	Toma de Tiempos	Pre-Diagnóstico	Diagnóstico	Encuesta Google	Matriz Obj. Estrat
------------------	-----------------	-----------------	-------------	-----------------	--------------------

Fuente: Elaboración de autores.

Anexo 10. Cartilla Capacitación TPM.

Ver archivo Word “1. Cartilla Capacitación TPM”.

Link: [Cartilla Capacitacion TPM.pdf](#)



Fuente: Elaboración de autores.

Anexo 11. Evidencias fotográficas.

- Área de Mecanizado – Proceso de corte continuo.





- Área de Mecanizado – Proceso de Baykal.



- Área de Conformado.





- Área de Conformado – Dobladora.



- Área de Conformado – Cerrado y armado de tramos.





- Área de Conformado – Arco sumergido.







- Área de Conformado – Soldadura de accesorios.





- Área de Galvanizado.









- Patio de producto terminado.



- Patio de materias primas.



- Avisos, carteles o herramientas de información encontrados dentro de la planta.



DIME BIENVENIDO A LA PLANTA DE MECANIZADO Actualizado al: 29/09

Total Personal Operativo	32	Baykal # 1 1,4	Baykal # 2 1,4	Trupunch 16,0
# Turnos Programados	50			
Producción Total Acumulada (Tons)	891,8			
Meta Producción / Turno (Tons)	24,0			
Rendimiento / Turno (Tons)	17,2			
Diferencia (Tons)	6,8			
% Cumplimiento	71,46%			

Recuerde Tus Elementos de Protección Personal:

La Seguridad de nuestro equipo de Trabajo y la Calidad de nuestros productos son los Pilares Fundamentales en nuestra Producción Diaria

DIMEL INGENIERIA BIENVENIDO A LA PLANTA DE CONFORMADO Actualizado a: 29/09

Total Personal Operativo	75	Dobladora 175 Tons	8,3 Tons	Dobladora 220 Tons	10,5 Tons	Dobladora 400 Tons	7,5 Tons
# Turnos Programados	50						
Producción Total Acumulada (Tons)	950,3						
Meta Producción / Turno (Tons)	24,0	Enderezado 150 Tons	10,0 Tons				
Rendimiento / Turno (Tons)	18,3						
Diferencia (Tons)	5,7						
% Cumplimiento	76,75%						

Recuerda Tus Elementos de Protección Personal:

La Seguridad de nuestro equipo de Trabajo y la Calidad de nuestros productos son los Pilares Fundamentales en nuestra Producción Diaria

DIMEL INGENIERIA BIENVENIDO A LA PLANTA DE PINTURA/ALISTAMIENTO Actualizado a: 31/07

Total Personal Operativo	44	Pintura - Alistamiento	6,5 Tons	11,0 Tons	INDICE PINTURA	2,5	RECOMENDACIONES AREAS DE PINTURA / ALISTAMIENTO
# Turnos Programados	78						Recordar los Espesores Promedio Mínimos de Recubrimiento en los Postes:
Producción Total Acumulada (Tons)	1728						Grupo EPM 250 Micras
Liberaciones Dipole/Postes (Tons)	1.038,7						CODENSA 285 Micras
Liberaciones Estructuras (Tons)	-						OTROS Iluminación 135 Micras
Liberaciones Servicio Externo (Tons)	747,5						
Meta Producción / Turno (Tons)	29,8						
Rendimiento / Turno (Tons)	24,5						
Diferencia (Tons)	2,9						
% Cumplimiento	83,30%						

RECOMENDACIONES AREAS DE PINTURA / ALISTAMIENTO

Recordar los Espesores Promedio Mínimos de Recubrimiento en los Postes:

Grupo EPM	250 Micras
CODENSA	285 Micras
OTROS Iluminación	135 Micras

RECOMENDACIONES AREAS DE PINTURA / ALISTAMIENTO

Franjas de Pintura de 30 mm de Ancho que cubra a caras internas del Poste en el Extremo Inferior (Base) de cada uno de los Tramos:

400 kg	ALUMINIO
500 kg	ALUMINIO
750 kg	ALUMINIO
800 kg	ALUMINIO
1100 kg	ALUMINIO
1200 kg	ALUMINIO
1500 kg	ALUMINIO
2000 kg	ALUMINIO
2500 kg	ALUMINIO
3000 kg	ALUMINIO
3500 kg	ALUMINIO

Recuerda Tus Elementos de Protección Personal:

La Seguridad de nuestro equipo de Trabajo y la Calidad de nuestros productos son los Pilares Fundamentales en nuestra Producción Diaria

DI. CORTE EN ROLLO

SIMBOLOS:

NUMERO	TIPO PRINCIPAL (Color)	PAIS IMPORTANTE (Ejemplo)	PAIS PRINCIPAL	DESCRIPCION GENERAL
1	Blue square	Verificar las especificaciones de penetración permitida para evitar el goteo.	Verificar las especificaciones de penetración permitida para evitar el goteo. Revisar las especificaciones de penetración de la tubería y verificar el cumplimiento de las condiciones de uso. Se debe garantizar la verificación de la penetración y evitar los riesgos.	Diagramas de penetración y condiciones de uso de la tubería.
2	Blue square	Verificar el orden y clase con respecto al punto de trabajo.	Realizar una inspección visual del área de trabajo de acuerdo al estándar de trabajo, evitar el contacto o la obstrucción que se ocasionen en el área.	Diagramas de inspección y condiciones de uso de la tubería.
3	Red circle	Verificar la puesta a punto del equipo.	Verificar las condiciones de puesta a punto de la tubería en la tubería de trabajo. Revisar el estándar de trabajo. Revisar el estándar de trabajo y verificar el cumplimiento de las condiciones de uso.	Diagramas de inspección y condiciones de uso de la tubería.
4	Green diamond	Verificar las características de trabajo.	Verificar el estándar de trabajo de acuerdo al estándar de trabajo. Revisar el estándar de trabajo y verificar el cumplimiento de las condiciones de uso.	Diagramas de inspección y condiciones de uso de la tubería.
5	Green diamond	Verificar el punto de corte.	Verificar el estándar de trabajo de acuerdo al estándar de trabajo. Revisar el estándar de trabajo y verificar el cumplimiento de las condiciones de uso.	Diagramas de inspección y condiciones de uso de la tubería.
6	Green diamond	Verificar puntualmente las dimensiones de corte.	Verificar el estándar de trabajo de acuerdo al estándar de trabajo. Revisar el estándar de trabajo y verificar el cumplimiento de las condiciones de uso.	Diagramas de inspección y condiciones de uso de la tubería.
7	Orange arrow	Completar el formato de trabajo.	Completar el formato de trabajo de acuerdo al estándar de trabajo. Revisar el estándar de trabajo y verificar el cumplimiento de las condiciones de uso.	Diagramas de inspección y condiciones de uso de la tubería.

JIRA 435 9246 435 9373 435 9373

TABLA DE REFERENCIA - PROCESO DE GALVANIZADO POR INMERSION EN CALIENTE.

DOCUMENTO EN PRUEBA

Espesor de Lamina	* Tiempo en la Inmersión	* Tiempo en la Extracción	** Tiempo en la Cuba	Tiempo Total de Galvanizado	Temperatura de Inmersión	Espesor Galvanizado Promedio	Lectura Espesor Galvanizado Mínimo	Lectura Espesor Galvanizado Máximo
2,5 mm	33 seg	2 min : 35 seg	1 min : 18 seg	5 min : 12 seg	Entre 445 °C y 455 °C	65 Micras	45 Micras	75 Micras
3,0 mm	33 seg	2 min : 35 seg	1 min : 30 seg	5 min : 30 seg	Entre 445 °C y 455 °C	65 Micras	45 Micras	75 Micras
3,5 mm	33 seg	2 min : 35 seg	1 min : 48 seg	5 min : 47 seg	Entre 445 °C y 455 °C	75 Micras	65 Micras	100 Micras
4,0 mm	33 seg	2 min : 35 seg	2 min : 00 seg	6 min : 00 seg	Entre 445 °C y 455 °C	75 Micras	65 Micras	100 Micras
6,0 mm	33 seg	2 min : 35 seg	3 min : 00 seg	7 min : 00 seg	Entre 445 °C y 455 °C	75 Micras	65 Micras	100 Micras
8,0 mm	33 seg	2 min : 35 seg	4 min : 00 seg	8 min : 00 seg	Entre 445 °C y 455 °C	100 Micras	75 Micras	100 Micras
9,0 mm	33 seg	2 min : 35 seg	4 min : 30 seg	8 min : 30 seg	Entre 445 °C y 455 °C	100 Micras	75 Micras	100 Micras
12,0 mm	33 seg	2 min : 35 seg	6 min : 00 seg	10 min : 00 seg	Entre 445 °C y 455 °C	100 Micras	75 Micras	100 Micras
15,0 mm	33 seg	2 min : 35 seg	7 min : 30 seg	11 min : 30 seg	Entre 445 °C y 455 °C	100 Micras	75 Micras	100 Micras
18,0 mm	33 seg	2 min : 35 seg	9 min : 00 seg	13 min : 00 seg	Entre 445 °C y 455 °C	100 Micras	75 Micras	100 Micras
25,0 mm	33 seg	2 min : 35 seg	10 min : 00 seg	14 min : 00 seg	Entre 445 °C y 455 °C	100 Micras	75 Micras	100 Micras
32,0 mm	33 seg	2 min : 35 seg	11 min : 12 seg	15 min : 12 seg	Entre 445 °C y 455 °C	100 Micras	75 Micras	100 Micras
38,0 mm	33 seg	2 min : 35 seg	13 min : 18 seg	17 min : 18 seg	Entre 445 °C y 455 °C	100 Micras	75 Micras	100 Micras
54,0 mm	33 seg	2 min : 35 seg	16 min : 12 seg	20 min : 12 seg	Entre 445 °C y 455 °C	100 Micras	75 Micras	100 Micras
64,0 mm	33 seg	2 min : 35 seg	17 min : 54 seg	21 min : 54 seg	Entre 445 °C y 455 °C	100 Micras	75 Micras	100 Micras

La velocidad de Inmersión y Extracción deben ser continuas, la mas rapido posible (Inmersión = 3,28 mts/min) y la mas lenta posible (Extracción = 0,7 mts/min) respectivamente

** El tiempo en la cuba se mide desde que la pieza esta completamente sumergida en la cuba de zinc y finaliza hasta que sale la primera punta de la pieza

ACABADO CODIGO DP-005 VERSION 001 VÁLIDA HASTA EL 15/11/2016

