

ESTUDIO DE LA EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE) Y PROPUESTA DE
MEJORAMIENTO BASADA EN EL USO DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA
ESBELTA EN LA EMPRESA INEMFLEX S.A.S

ALGARRA RODRÍGUEZ IVONNE LIZETH

SIERRA PARGA CRISTIAN CAMILO

UNIVERSITARIA AGUSTINIANA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ

2018

ESTUDIO DE LA EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE) Y PROPUESTA DE
MEJORAMIENTO BASADA EN EL USO DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA
ESBELTA EN LA EMPRESA INEMFLEX S.A.S

ALGARRA RODRÍGUEZ IVONNE LIZETH

SIERRA PARGA CRISTIAN CAMILO

Asesor del Trabajo

GONZÁLEZ BULLA JOHN JAIRO

Proyecto de grado para optar al título de:

Profesional en Ingeniería Industrial

UNIVERSITARIA AGUSTINIANA

FACULTAS DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ

2018

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Agradecimientos

Queremos dar las gracias en primer lugar a Dios por darnos la oportunidad de convertirnos en profesionales, a la Universitaria Agustiniense, por habernos permitido ser parte de ella y habernos abierto las puertas al mundo del conocimiento. Estamos orgullosos de nuestra facultad de ingeniería, porque contamos con maravillosos profesores, que, a través de sus conocimientos y experiencias, permitieron consolidar nuestra profesión: el de ser ingenieros industriales, con principios, valores y capacidades para enfrentar al mundo moderno.

Gracias al Ingeniero John González Bulla, por habernos mostrado una visión amplia de la importancia del OEE y el lean manufacturing en la industria, en el que fue pieza clave para el desarrollo de este proyecto, adicional por todo el apoyo y su comprensión.

Gracias a nuestros compañeros de estudios, por que aprendimos a trabajar en equipo, a perseguir nuestros sueños y a valorar el significado de la amistad.

Agradecemos a la empresa Inemflex S.A.S, por ser plataforma de aprendizaje, por la confianza depositada, y por hacer de nuestra propuesta una realidad.

Gracias a la familia Algarra Rodríguez y Sierra Parga por todo el amor recibido, por la paciencia y el apoyo incondicional que nos brindaron cada día, para llegar a este logro tan grande, que en parte es gracias a ustedes y que se ha logrado concluir con éxito al proyecto y un peldaño más en la escalera de la vida.

Dedicatoria

Agradezco a Dios, a mis padres por su sacrificio y esfuerzo, por brindarme una carrera para mi futuro, quienes con sus palabras de aliento me guiaron a salir adelante.

A mi hermana Natalia gracias por su apoyo incondicional, cariño y por estar en los momentos más importantes de mi vida.

En memoria a mi abuela Mery Nivia por su principal motivación, me enseñaste que lo más importante no es el dinero, ni el trabajo, sino el amor que le inyectas a cada cosa que haces.

Ivonne Algarra

Agradezco a Dios, por haberme dado la oportunidad de estudiar esta carrera, por iluminarme con sabiduría, entendimiento, paciencia y fortaleza para hacer de este sueño una realidad.

A mi madre, quien, con su voz de aliento y su gran amor, me animó a continuar en este camino.

Agradezco por sus consejos quien han construido en mi un nuevo ser.

A mi padre quien fue el punto de partida para llegar hasta este peldaño de mi vida, reconozco los mil y un sacrificios que hiciste para brindarme la oportunidad de estudiar esta carrera y en esta universidad. Gracias por ayudarme a tomar las mejores decisiones, desde sus sabias experiencias.

Gracias una vez más y se muy seguramente que están orgullosos de mí y este gran logro.

Cristian Sierra

Resumen

La empresa INEMFLEX S.A.S, es una organización dedicada a la elaboración de empaques flexibles, ubicada en la ciudad de Bogotá. Reconoció la necesidad de medir y controlar la efectividad de sus equipos, con el propósito de crear acciones de mejoras, que permitan al sistema productivo ser eficiente y competitivo en el mercado colombiano.

El trabajo realizado a continuación, está basado en el estudio de medición del indicador OEE (Efectividad Global del Equipo), en el que antes de esté, se requirió realizar una reestructuración, en la codificación de las causas de tiempos y de no calidad, metodología del registro y actualizaciones e incorporaciones de formatos, porque se determinó que los actuales no se ajustaban a la realidad y como consecuencia no garantizaban una información confiable.

Realizada las acciones correctivas mencionadas anteriormente, se calculó el indicador mediante el uso de la base de datos generada por el software ERP (Sistema de planificación de recursos empresariales) qsm, en el que se determinó que su rango porcentual, está por debajo de los estándares de competitividad según word class.

A través del análisis de las pérdidas ocultas, se concluyó que los procesos en el que es necesario la intervención son: impresión y laminación, conteniendo la impresora Feva (IMP01) y la laminadora Solvess (LAM02). La necesidad surge en que son procesos y máquinas primarias, es decir, que las variables críticas que impactan a estos tienen repercusión en todos los procesos del sistema de producción. La filosofía lean manufacturing, contiene las herramientas indicadas, como base inicial para la creación de las acciones de mejoramiento.

Palabras claves: Indicador, codificación, rango porcentual, herramientas lean manufacturing.

Abstract

The company INEMFLEX S.A.S is an organization dedicated to the elaboration of flexible packaging, in the city of Bogotá. He recognized the need to measure and controls the effectiveness of their equipment, with the purpose of creating improvement actions, which allows the efficient and competitive productive system in the Colombian market.

The work done below is based on the measurement study of the OEE (Global Team Effectiveness) indicator, in which before being, a restructuring is required, in the coding of the causes of times and of non-quality, methodology of registration and updates and incorporations of formats, because it was determined that the current ones did not adjust to the reality and as a result they did not guarantee reliable information.

Once the corrective actions have been carried out, it refers to the database generated by the ERP (Enterprise Resource Planning System) qsm software, in which it was determined that its percentage rank is below the competitiveness standards according to the word class.

Through the analysis of the achievements, the processes that require the intervention are: printing and lamination, containing the Feva printer (IMP01) and the Solvess laminator (LAM02). The necessity arises in that the process and the primary machines, that is to say, that the variables that impact on these have repercussion in all the processes of the production system. The lean manufacturing philosophy contains the indicated tools as the initial basis for the creation of improvement actions.

Key words: Indicator, coding, percentage range, manufacturing of lean tools.

Tabla de contenido

1. Identificación del problema	11
1.1 Antecedentes del problema	11
1.2 Descripción del problema.....	16
1.2.1 Árbol de problemas	17
1.3 Formulación del problema	19
1.3.1 Sistematización del problema.....	19
1.4 Variables.....	20
2. Justificación	21
3. Objetivos	22
3.1 General	22
3.2 Específicos	22
4. Marco referencial.....	23
4.1 Antecedentes Investigación.....	23
4.2 Marco Teórico	26
4.2.1 OEE (Efectividad Global del Equipo).....	26
4.2.1.1. <i>Indicadores.</i>	27
4.2.1.2. <i>Cálculo OEE</i>	28
4.2.1.3. <i>Clasificación OEE</i>	29
4.2.1.4 <i>Clasificación de tiempos.</i>	30
4.2.1.5. <i>Las seis grandes pérdidas</i>	31
4.3 Lean Manufacturing	34
4.3.1. Objetivo de Manufactura Esbelta	34
4.3.2 Principios de Manufactura Esbelta	35
4.3.3 Herramientas Lean Manufacturing.....	35
4.3.3.1 <i>Cinco S (5'S)</i>	35
4.3.3.2 <i>SMED</i>	36
4.3.3.3 <i>TPM</i>	36
4.3.3.4 <i>Control Visual</i>	37
4.4. Marco Legal	37
5. Marco metodológico	40

5.1 Tipo de Investigación	40
5.2. Hipótesis de Investigación	41
5.3. Tamaño poblacional	41
5.4. Proceso metodológico	41
5.5. Instrumento de recolección de información.....	44
5.6. Cronograma.....	45
6. Resultados.....	46
6.1 Identificación de máquinas y codificación de tiempos	46
6.1.1. Máquinas.	46
6.1.2. Codificación de tiempos improductivos y no conformidad.....	47
6.2. Cálculo OEE actual y diagnóstico.....	50
6.3 Sensibilización al personal operativo y gerencia	55
6.4 Diseño de herramientas lean manufacturing para OEE.....	58
6.4.1 Incorporación de nuevos códigos y formatos.....	60
6.4.1.1 Códigos para tiempos improductivos.....	60
6.4.2. Herramienta: Control visual	69
6.4.3. Herramienta: 5S.....	73
6.4.4. Herramienta: TPM (Mantenimiento Preventivo).....	95
6.5 Levantamiento hojas de vida máquinas	101
6.6 Proyección de mejora al OEE	103
6.7 Resultados de mejora	105
6.8 Costo y beneficio de la propuesta.....	106
7. Conclusiones.....	108
8. Recomendaciones	109
9. Referencias	110
10. Anexos.....	116

Introducción

En un mundo globalizado y en el que las naciones realizan acuerdos comerciales, para permitir el intercambio de bienes y servicios con bajos aranceles, ha obligado a que las organizaciones se reestructuren y busquen los horizontes del mejoramiento en sus sistemas productivos, basados en la adquisición de tecnologías, mano de obra calificada y la incorporación de técnicas de medición y control, con el fin de garantizar el aseguramiento de la calidad, menor costo y menor tiempo de respuesta al cliente.

El OEE es una técnica de medición que toma fuerza de su implementación en las industrias, en el que, a través de la unificación de los indicadores de disponibilidad, eficiencia y calidad, brinda la información pertinente, para tener una visión amplia de las pérdidas ocultas, que no permiten el 100% del aprovechamiento, de las capacidades instaladas de las máquinas y que como consecuencia impactan en los procesos de producción. Su desarrollo está sujeto al compromiso, responsabilidad y transparencia del nivel operativo, como fuente primaria de la información, administrativo como eje principal de la medición, control, seguimiento y gerencial como base fundamental en la toma de decisiones.

El proyecto trabajará en el diseño de herramientas de lean manufacturing, que contribuyen al mejoramiento del indicador OEE. A continuación, se mostrará la metodología realizada desde su medición, diagnóstico, definición de las herramientas y los resultados esperados.

1. Identificación del problema

1.1 Antecedentes del problema

El sector de empaques plásticos, es una de las industrias con gran crecimiento en el mercado nacional, como internacional debido a que la mayoría de los productos están acompañados de un sistema de protección (empaques) que permiten la conservación de sus propiedades durante un periodo. Sin embargo, la alta competitividad a obligado en los últimos años a las organizaciones a sufrir grandes transformaciones en sus sistemas productivos.

“Dada la imperiosa necesidad de las empresas de mejorar su competitividad, las empresas deben hacer sus mejores esfuerzos para replantear y rediseñar sus sistemas productivos para de esta manera afrontar los retos de los mercados actuales. Una de las maneras de lograr este propósito es empleando técnicas prácticas que den soporte al rediseño de estos sistemas productivos.” (Alarcon, 2014)

Las empresas en las cuales su razón social es la elaboración de empaques flexibles, han trabajado día a día el proceso del mejoramiento mediante el uso del indicador OEE como técnica de medición y la metodología lean manufacturing como fuente principal para la eliminación de todo aquello que no agrega valor. A continuación, se enuncian empresas de carácter mundial que hicieron de esta filosofía una realidad dentro de sus organizaciones.

La empresa CIPASI S.A, pionera en España en la fabricación de plancha celular de polipropileno (placa de cartón plástico), desarrolló e implementó herramientas de lean manufacturing tales como: control visual, TPM, 5^ˆS, SMED, estandarización y zonas de preparación de carga (ZPC). La implicación y formación tuvo un fuerte impulso desde la dirección y la participación de todos los integrantes, obteniendo como resultados un 20% de incremento de OEE en las líneas de extrusión y un 13% en la productividad en la sección de

manipulado, en los 4 meses. (Productividad, Caso de Exito CIPASI, 2010). Se puede ver el cambio en la (ver figura 1)

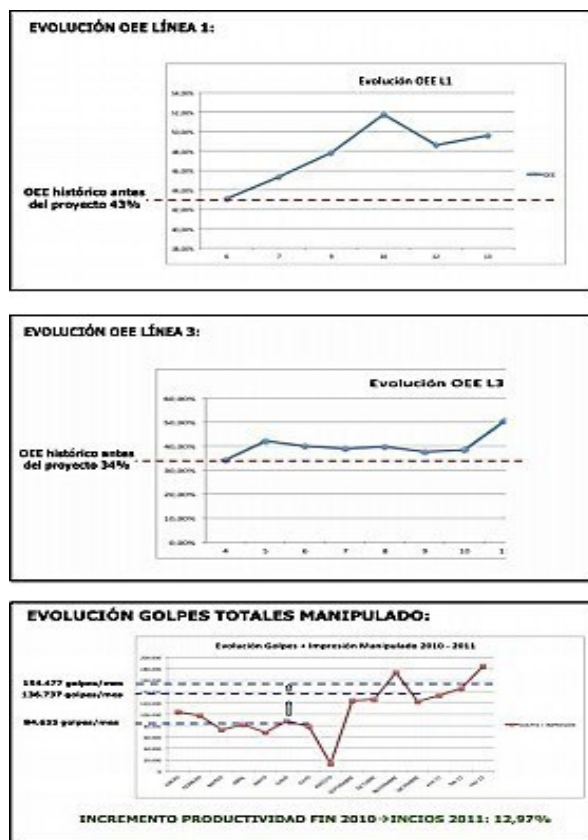


Figura 1 *Evolución de OEE tras implementación Manufactura esbelta en 4 meses.*

Nota: Tomado de Revista LeanSis productividad. Evolución en 4 meses. Casos de éxito. (2010)

A nivel nacional las industrias pertenecientes al sector se han enfocado en el proceso de mejora continua, tal es el caso del Grupo Phoenix “Industria de empaques que demuestra su compromiso con la sostenibilidad ambiental, utilizando materiales y procesos con los que pueda trasladar este beneficio a los clientes, y a las marcas de los mismos”. (Florez, 2014), destaca que “el mercado de empaques en Colombia es fuerte, y día a día va mejorando su técnica, y su conocimiento”. Filosofías como lean manufacturing empiezan a ser implementadas en sus sistemas de producción, así como técnicas de medición para que a través de estos se pueda generar una visión en los aspectos a mejorar.

Según reportaje de la Revista Dinero muestra:

“De la producción mundial de empaques, 6% se produce en América Latina y tan solo 1% en Colombia. No obstante, esta es una de las regiones del planeta en donde crece más rápido este sector, debido a que cada vez cuenta con consumidores más sofisticados y exigentes”. (Dinero, 2015)

Esta revista refleja el compilado de Empresas que se dedican a la elaboración de plásticos flexibles en el país, con eventos como ferias y encuentros empresariales que buscan alianzas y crecimiento a nivel mundial (ver tabla 1).

“La idea es prepararse para poder cumplir con las proyecciones de firmas como la estadounidense Smiters Pira, que hizo un estudio en el que calcula que, en 2024, la industria mundial de envase y embalaje registrará un valor de US\$1.100 millones, y aumentará a una tasa promedio anual de 3,4% durante la próxima década. Una oportunidad para los fabricantes nacionales”. (Dinero, 2015)

Según datos de Procolombia indican que el mercado de plásticos flexibles va en constante crecimiento debido a:

“La calidad de producción e impresión de empaque en Colombia va la de la mano con el alto valor agregado en diseño. Las empresas productoras de materia prima, materiales y envases y empaques ya elaborados cuentan con equipos de control altamente tecnificados y calidad de exportación.” (Procolombia, Envases y Empaques , 2017)

Tabla 1 *Líderes en el sector empaques*

LÍDERES NACIONALES DEL SECTOR DEL EMPAQUE	
EMPRESA	Ventas 2014 En millones de pesos
MULTIDIMENSIONALES S.A.	\$ 310.034
FLEXO SPRING S. A. S.	\$ 217.433
PLASTILENE S A	\$ 167.471
CARVAJAL EMPAQUES S.A.	\$ 165.401
ALICO S.A	\$ 135.410
CROWN COLOMBIANA S.A.	\$ 132.571
COMPAÑIA IBEROAMERICANA DE PLASTICOS S A (Iberplast)	\$ 121.715
TETRA PAK LTDA	\$ 114.514
MINIPAK S A S	\$ 106.136
LITOPLAS S.A.	\$ 104.999
PRODUCTORES DE ENVASES FARMACEUTICOS SAS PROENFAR SAS	\$ 93.323
PLASTICOS ESPECIALES S.A. (Plasticel)	\$ 91.768
CIPLAS S A	\$ 88.393
AMCOR RIGID PLASTICS DE COLOMBIA S.A.	\$ 87.060
EMPRESA COLOMBIANA DE SOPLADO E INYECCION ECSI S A S	\$ 81.521
MICROPLAST ANTONIO PALACIO & COMPAÑIA. S.A.S	\$ 77.619
PRODENVASES S.A.S.	\$ 75.425
INDUSTRIAS ESTRA S.A.	\$ 73.877
ALUSUD EMBALAJES COLOMBIA LTDA	\$ 69.491
ALPLA COLOMBIA LTDA	\$ 56.870
TOTAL VENTAS	\$ 2.371.028

Nota: Tabla tomada de Revista Dinero. Rankin de 5000 empresas más grandes del país. (2015)

Este sector según estadísticas evidencia el crecimiento, pero bajo la restricción de elaborar este material a partir de componentes amigables con el medio ambiente, esto no ha detenido su producción ya que inserta más factores como la calidad en las impresiones, las entregas a tiempo y la inversión en tecnología para los procesos.

“La industria del empaque en Colombia es el principal renglón de la industria de la transformación de plástico. De acuerdo con el Dr. Carlos Alberto Garay, presidente de la agremiación sectorial Acoplásticos, las empresas transformadoras de empaques rígidos y flexibles en Colombia representan 55% del total de productos plásticos consumidos en el sector”. (Florez, 2014) Ver figura 2.

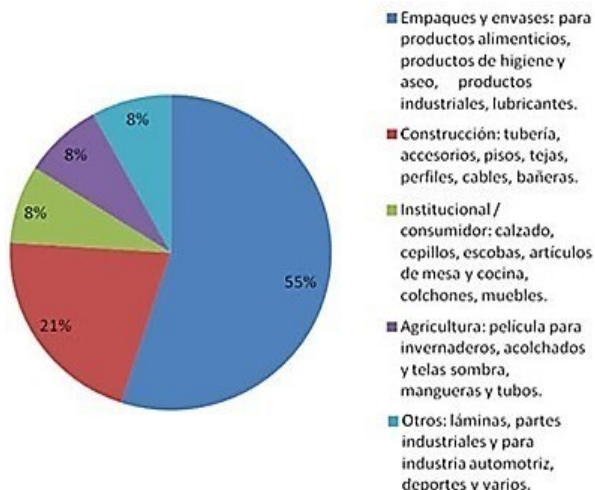


Figura 2 Sectores de plásticos, consumo 2010-2012

Nota: Tomado de artículo pagina El empaque.com. Acoplásticos. (2017)

Según cifras de Procolombia “La venta de empaques plásticos superaron los 29.000 millones de unidades y se estima que a 2019 las ventas superen las 32.000 unidades” (Procolombia, Empaques plásticos, 2016). Ver figura 3:



Figura 3 Ventas en Empaques Plásticos 2009-2019

Nota: Gráfica tomada de Procolombia. Inversión en el sector empaques. (2016)

1.2 Descripción del problema

Inemflex S.A.S, con más de 25 años de trayectoria en el mercado colombiano, no posee marca propia, permitiendo así poner a la disposición de sus clientes, sus instalaciones, capital humano, equipos y tecnología para la realización de los productos. Su sistema de producción es bajo pedido, brindando exclusividad y proporcionando la orientación necesaria, para que estos cumplan con las exigencias actuales del mercado.

Inemflex S.A.S desconoce de la importancia del OEE en la industria y carece del análisis, control y seguimiento de éste, sin embargo, posee un Software ERP-QSM, que permite su cálculo, sin embargo, no ha sido utilizado para este fin.

Los operarios diariamente mediante un reporte físico, registran los resultados de los procesos respectivos a la orden de producción ejecutada. Posteriormente esta información es ingresada al software de la organización, para la generación de los indicadores del mes.

El equipo investigador con el fin de garantizar que el primer cálculo del OEE se basara en información confiable , realizó un análisis de la metodología del registro y de la información suministrada en la actualidad , en el que concluyó que del 100% de la información que debía ser registrada, únicamente el 51% había sido suministrada .Sin embargo de este porcentaje se hallaron falencias como: poca capacidad de almacenamiento de información en los formatos físicos, información errónea e incoherente, falta de conocimiento por parte del operario.

Luego de las acciones correctivas para la problemática mencionada anteriormente, se realizó el primer cálculo del OEE y se determinó que este se encuentra fuera de los estándares de competitividad según world class. Las causas se asocian a que posee un sistema de producción no flexible y por ende los procesos y máquinas primarias (IMP01- LAMINADORA SOLVESS), son las de mayor impacto y en el que tienen repercusión en las demás. Las pérdidas ocultas que afectan a estas, se relacionan con tiempos perdidos por mantenimientos correctivos, altos

tiempos en el alistamiento y ajuste, tiempos perdidos en reprocesos, y falta de capacitación y/o sensibilización del personal en la detección de defectos.

1.2.1 Árbol de problemas.

En el árbol de problemas (ver figura 4) se muestra la baja efectividad en los equipos, debido a causas como:

- Componentes de maquinaria defectuosos, ocasionando inconformidades internas en los sustratos de proceso.
- Espacios reducidos para los alistamientos de las máquinas primarias, generando mayores movimientos y la falta de ergonomía.
- Falta de clasificación, organización, limpieza e identificación en los puestos de trabajo, ocasionando complejidad en la búsqueda de los elementos.
- Procesos dependientes a los procesos madres, es decir todos los procesos son regidos por el proceso de impresión y laminación en el que puede detener la producción total y/o generar demoras si no funcionan correctamente.
- La máquina de impresión, posee alta dependencia del operario en cuanto a su alistamiento y funcionamiento, lo que genera mayores tiempos improductivos y utilización de personal.
- Desconocimiento de la importancia del OEE.
- Ausencia de análisis, control y seguimiento del OEE.
- Ausencia de herramientas de Lean Manufacturing, clave para la eliminación de lo que no agrega valor.
- Desconocimiento de la importancia de la calidad de los registros en físico y en software.
- Falta de seguimiento a la información suministrada por los operarios.
- Codificación de causas de tiempos improductivos y de no calidad, que no se ajustan a la realidad.

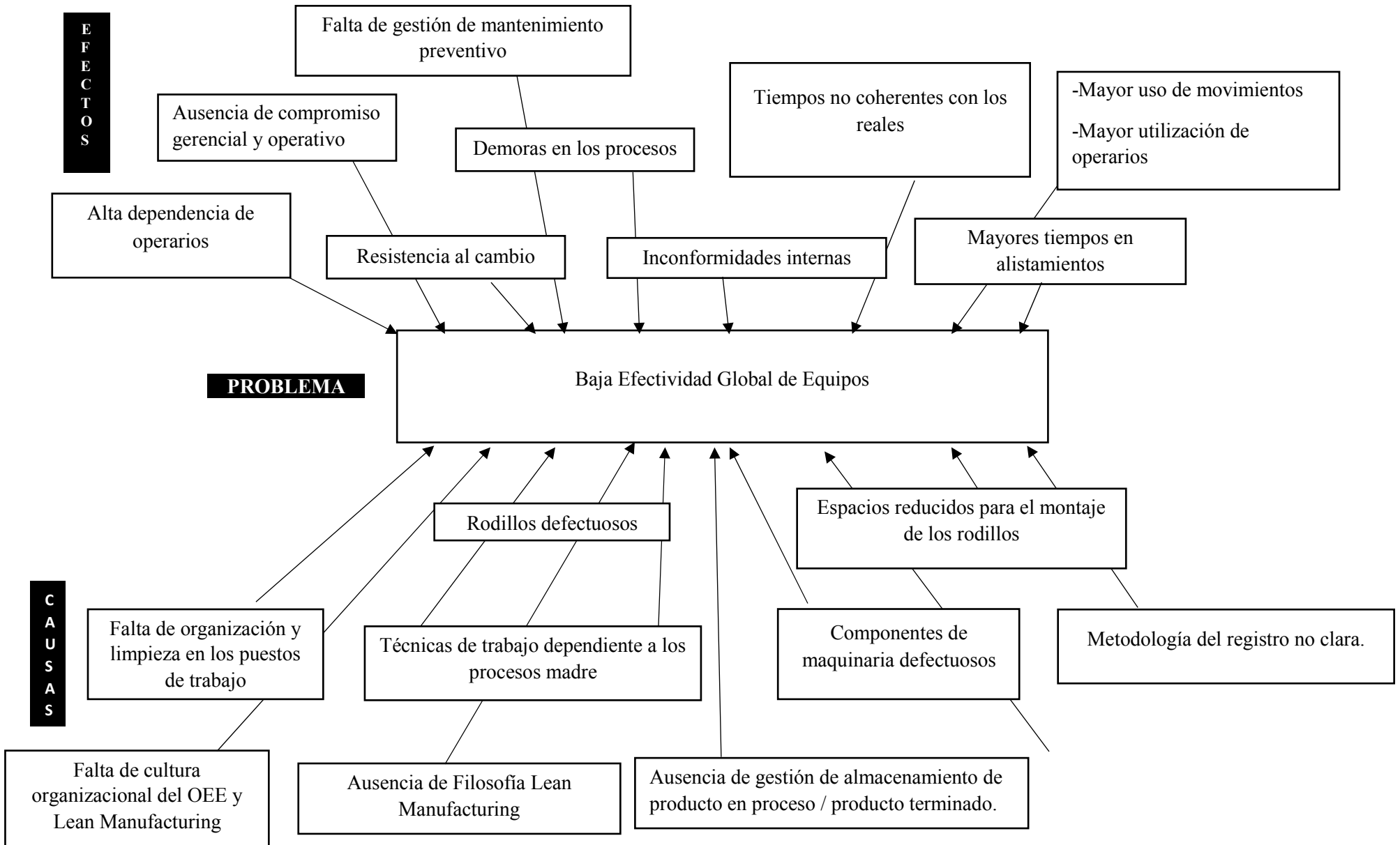


Figura 4 *Árbol de problemas*
Nota: Elaboración propia

1.2 Formulación del problema

¿Cómo determinar el estado actual de la empresa a través del análisis del indicador OEE (Efectividad Global de los Equipos) y cuáles son las herramientas lean manufacturing que se deben implementar para mejorar la productividad?

1.3.2 Sistematización del problema.

A continuación, se sistematiza el problema:

- ¿Cuál es el estado actual de la empresa, a través del uso del indicador OEE?
- ¿El nivel operativo, administrativo y gerencial conoce el indicador OEE?
- ¿Cuáles son los tiempos más representativos, según el Indicador OEE?
- ¿Qué herramientas de Lean Manufacturing, se deben implementar para mejorar el desempeño de la compañía?
- ¿Cómo contribuye la implementación de la Filosofía Lean Manufacturing, en la resolución de las problemáticas?
- ¿Qué beneficios obtendría la empresa Inemflex S.A.S?

1.3 Variables

A continuación, se muestra las variables que están sujetas al OEE (Ver tabla 2):

Tabla 2 *Variables problema*

Dependiente	Independiente
OEE (Efectividad Global del Equipo)	Producto no conforme Reproceso Tiempos improductivos Desempeño de la máquina Alistamiento de los equipos Paradas programadas Paradas no programadas

Nota: Elaboración propia

2. Justificación

A un estudiante que ingresa a la universidad a cursar una carrera profesional, se le enseña y prepara bajo un conjunto de conocimientos en diferentes áreas, que al final de su recorrido tendrá un efecto positivo en su vida laboral. Para la adquisición de estos, se debe realizar investigaciones en las que se consideren que reúnan aspectos claves, para la generación de nuevos conocimientos a partir de las fuentes.

Es el caso de nosotros, como próximos Ingenieros Industriales, hacer una contribución por medio de la investigación, brindando el conocimiento requerido a la empresa Inemflex S.A.S, aportando al mejoramiento en los procesos productivos, mediante el uso de herramientas que nos proporciona la Filosofía Lean Manufacturing y el indicador OEE como técnica de medición.

El desarrollo tecnológico y la posición del mercado actual con mayores exigencias, han hecho que las organizaciones abran espacios para la generación de cambios, contribuyendo en la mejora continua en sus procesos mediante la adquisición de nuevas tecnologías, capacitación de personal, adopción de filosofías, técnicas entre otros. Todo ello se lleva a partir de la toma de decisiones sujetas a herramientas de medición.

Los indicadores son un instrumento que brinda información de manera cuantitativa o cualitativa con respecto a algo. El OEE permite determinar la efectividad de los equipos, identificar y priorizar las pérdidas ocultas que afectan el sistema productivo (tiempos y no conformidades), con el fin de crear las acciones correctivas o de mejora pertinentes. Una empresa que no tenga medición de sus procesos productivos es una organización incapaz de controlar y potencializar lo oculto.

3. Objetivos

3.1 General

Medir el estado actual de la empresa a través del Indicador OEE y proponer mejoras al desempeño productivo, mediante el uso de herramientas Lean manufacturing.

3.2 Específicos

- Identificación de máquinas, codificación causas de tiempos improductivos y de no calidad asociadas al OEE.
- Establecer el cálculo del OEE actual y su respectivo diagnóstico.
- Sensibilizar al personal operativo y gerencia sobre importancia de la continuidad del indicador en la organización.
- Determinar y diseñar las herramientas del lean manufacturing para mejorar el indicador OEE.
- Determinar el costo y el beneficio de la propuesta.
- Proyección de mejora

4. Marco referencial

4.1 Antecedentes Investigación

La productividad no es una misión sencilla y rápida, sino que requiere de la optimización de los recursos disponibles mediante el empleo de herramientas o técnicas probadas en el transcurso del desarrollo fabril. Por ello podemos utilizar la simplificación del trabajo, la planeación sistemática de distribución de planta y aprovechar el espacio horizontal y vertical de la fábrica, colocando de acuerdo con el proceso y necesidades de la maquinaria. (Criollo, 2005)

Guiados de diferentes teorías expuestas por autores expertos en productividad y de desarrollo empresarial quienes sus objetivos es la fabricación de productos de mayor calidad, en un tiempo menor, a costos bajos, con inversión menor de capital y una máxima satisfacción del cliente.

La importancia de la productividad recae en ciertos cambios que continuamente se llevan a cabo en los ambientes industriales influidos por la globalización del mercado y la manufactura, es por ello que existen herramientas que incluyen métodos, estudio de tiempos estándares y el diseño del trabajo con el fin de crecer e incrementar las ganancias por medio de la productividad. Todas las áreas de la organización pueden beneficiarse de las herramientas para incrementar la productividad. (Benjamin Niebel, 2009)

A continuación, se nombran varios referentes investigativos quienes han llevado la teoría académica a la práctica en las organizaciones.

La tesis titulada “Mejora de los tiempos de fabricación de moldes utilizando herramientas de Lean Manufacturing para cumplir con la promesa de entrega al área de producción de la Compañía PCP plásticos” al cargo de la estudiante Gutiérrez Márquez Daniela estableció una investigación bajo el objetivo general de Mejorar los tiempos de fabricación de moldes utilizando herramientas de Lean Manufacturing para cumplir con la promesa de entrega al área de producción de la Compañía PCP Plásticos. Direccionado a una metodología de implementación de las 5’S que contribuye al orden de los procesos, reducción de tiempos y mejoramiento de OEE. Dentro de los resultados esperados se generó la aceptación de la

metodología, reducción en tiempos, propuesta de una nueva redistribución en planta. (Marquez, 2013)

La tesis titulada "Análisis y mejora de procesos de trabajo mediante programas de mejora continua en una pyme de inyección de plásticos" al cargo del estudiante Aitor García Roig estableció una investigación con el objetivo general de Lograr una mejora en la eficiencia productiva mediante el uso de metodologías y herramientas propias de la mejora continua, en una pyme de inyección de plásticos de la provincia de Valencia (Tapeplast SL). Bajo una metodología de Analizar los principales problemas que afectan la organización en cuanto a su productividad, para posteriormente aplicar "6 Sigma", "Lean Manufacturing" y "7 Herramientas de Calidad". Dentro de sus resultados se obtuvo que por medio de la implementación de las herramientas se redujera tiempo y dinero, todos los integrantes de la organización participaron del proceso aumentado las inspecciones visuales y por consiguiente disminuir los productos defectuosos. (Roig, 2014)

La tesis titulada "Aplicación lean manufacturing en la industria colombiana. Revisión de literatura en tesis y proyectos de grado" Arrieta Gregorio, Muñoz Juan David y otros, establecieron una investigación teniendo en cuenta ciertos criterios con el objetivo de delimitar la búsqueda sin sesgar información la información, consultando 53 tesis en diferentes universidades del país. Bajo una metodología de búsqueda bibliográfica y selección de tesis, organización de la información, herramientas de lean manufacturing. Obteniendo resultados que varias empresas de diferentes sectores han hecho uso de estas herramientas en los proyectos de investigación que han sido realizados en estas, las empresas han notado la importancia de esta filosofía en sus operaciones. (Arrieta, Muñoz Domínguez, Salcedo Echeverri, & Sossa Gutiérrez, 2011)

La tesis titulada "Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones Mercy empleando herramientas de Lean Manufacturing" al cargo de los estudiantes Gacharna Sánchez Viviana y Gonzales Diana Carolina establecieron una investigación teniendo en cuenta ciertos criterios con el objetivo de elaborar una propuesta de mejoramiento en el sistema productivo de la Empresa de Confecciones Mercy aplicando herramientas de Lean Manufacturing, bajo la metodología de análisis y evaluación las características del sistema productivo con fin de identificar las variables críticas a tratar mediante la identificación de las herramientas que sean aplicables al proceso. Arrojando resultados de diagnóstico de la situación

actual, se priorizaron los problemas presentes a través de matrices con criterios como frecuencia, magnitud, impacto en calidad e impacto en el servicio de 19 variables críticas 9 fueron tratadas para dar solución a partir de una simulación. (Gacharna Viviana, 2013)

El informe titulado “Distribución en planta industria manufacturera sector industrial” al cargo de la estudiante Lina Marcela Ramírez Giraldo establecieron una investigación teniendo en cuenta ciertos criterios con el objetivo de distribuir de manera adecuada el acopio de materia prima evitando que genere contaminación y afecte directamente la calidad del producto. Con una metodología de análisis de espacio disponible estableciendo alternativas de diseño con los costos que involucra. Llegando a una conclusión de realizar una ubicación más clara y ordenada de la tubería para tener un inventario organizado brindando visibilidad tanto a clientes como al personal de la organización. Con un inventario de calidad libre de contaminación. (Giraldo, 2007)

La tesis titulada “Gestión de producción centrada en los principios de filosofía de la manufactura flexible (Lean Manufacturing) en las líneas de empaque de una empresa de cosméticos” al cargo del Ingeniero Raymeli Centeno Ordaz estableció una investigación con el objetivo de Desarrollar una propuesta de gestión de producción para las líneas de Empaque de Avon Cosmetics de Venezuela C.A., centrado en los principios de la filosofía de Manufactura Flexible, bajo la metodología de desarrollar un plan de mejora haciendo uso de herramientas: Análisis de Causa Raíz, evaluación de la brecha existente entre lo actual y lo deseado con la Filosofía Lean en los ejes de las herramientas (SMED, JIT, Kaizen, las 5S , Kanban, TPM y control de la producción. (Ordaz, 2012)

La tesis titulada “Implementación del OEE y SMED como herramientas de lean manufacturing en una empresa del sector plástico” al cargo del Ingeniero Alarcón Falconi Andrés Humberto estableció una investigación con el objetivo de Determinar por medio de las herramientas de Lean Manufacturing los indicadores en los procesos de producción que permitan incrementar la productividad en la planta, bajo la metodología de desarrollar un trabajo investigativo aplicable a cualquier planta, con un resultado de implementación de OEE como una herramienta correcta para la medición de la producción. (Alarcon, 2014)

La tesis titulada “Mejorar el sistema productivo de una fábrica de confecciones en la ciudad de Cali aplicando herramientas de Lean Manufacturing” al cargo de los estudiantes David Felipe Cabrea Martínez y Daniela Vargas Ocampo establecieron una investigación con el objetivo de realizar propuestas utilizando herramientas lean para generar mejoras en las prácticas y métodos empleados en una empresa de confecciones, bajo una metodología de recolección de información de filosofía lean y herramientas, conocimiento de la empresa, herramientas de diagnóstico y propuesta de mejora. Se obtuvo un resultado como lo fue la implementación de parte teórica y práctica en una empresa Pyme, se desarrolló VSM y 5“S. (Vargas, 2011)

4.2 Marco Teórico

Es de gran importancia para el desarrollo del proyecto la comprensión de los conceptos y teorías a utilizar. A continuación, se describen los términos relacionados al indicador OEE, y la metodología lean manufacturing.

4.2.1 OEE (Efectividad Global del Equipo).

Según (Garcia, 2010) establece: “Es un indicador que se calcula diariamente para cada equipo y establece la comparación entre el número de piezas que podrían haberse producido (piezas perfectas) y las unidades que realmente se produjeron”.

Según (Ruiz, 2010) “Es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquina industrial. Es una ratio que se emplea para medir el rendimiento y productividad de las líneas de producción en las que la maquinaria tiene gran influencia”.

Bajo las posturas de los autores antes nombrados se puede definir OEE como un indicador que reúne factores para medir la productividad, por medio del cálculo de tiempos específicos se obtiene un porcentaje, a partir de ahí se generan acciones de mejora. Su objetivo es ver y analizar las pérdidas que se presenten en la capacidad instalada dentro de las organizaciones.

4.2.1.1. *Indicadores.*

El OEE comprende 3 indicadores que bajo su multiplicación nos arroja el indicador general OEE:

Según (Ruiz, 2010) establece:

- **Disponibilidad:** Cuanto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que se planifico que estuviera funcionando.
- **Rendimiento:** Durante el tiempo que se ha estado funcionando, cuanto a fabricado (bueno o malo) respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal.
- **Calidad:** Es el indicador más conocido por todos. Cuanto he fabricado bueno a la primera respecto del Total de la producción realizada (Bueno + Malo)

Según (Productividad, LeanSis Productividad, 2017) establece:

- **Disponibilidad:** Cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que quería que estuviera funcionando (quitando el tiempo no planificado)
- **Rendimiento:** Durante ese tiempo que haya estado funcionando, cuánto ha fabricado (bueno y malo) respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal.
- **Calidad:** Es el indicador más conocido por todos. Cuánto he fabricado bueno a la primera respecto del total de la producción realizada (bueno y malo).

Con la postura del autor bibliográfico y el sitio web se puede evidenciar que la disponibilidad es un indicador que refleja el tiempo en donde funciona el equipo en proporción del tiempo que se aspiraba que estuviera trabajando. El rendimiento indicador representa el tiempo que haya estado funcionando y su fabricación en un tiempo de ciclo ideal. Y por último la calidad un indicador que mide las unidades conformes frente a las no conformes del total producido.

4.2.1.2. Cálculo OEE.

Según (García, 2010) define el OEE como el producto de estos tres índices, de manera que: $OEE = \text{Ind. Disponibilidad} * \text{Ind. Eficiencia} * \text{Ind. Calidad} (\%)$.

Según (Carrasco, 2010) establece el cálculo de OEE resulta de multiplicar tres razones porcentuales: Disponibilidad, Eficiencia y Calidad. (Ver figura 5)



Figura 5 Indicadores OEE

Fuente: Tomado de Evolución OEE. Indicadores de productividad industrial. (2010)

Según lo anunciado anteriormente se puede decir que el cálculo de OEE posee una fórmula estándar que lleva a un resultado porcentual, en el cual nos indica que partes podemos mejorar para estar dentro de los parámetros de clase mundial. Su cálculo se evidencia a continuación:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo programado} - \text{Tiempo perdido}}{\text{Tiempo programado}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo trabajado} - \text{tiempo perdido en operación}}{\text{Tiempo trabajado}}$$

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Piezas producidas} - \text{Piezas No conformes}}{\text{Piezas producidas}}$$

4.2.1.3. Clasificación OEE.

Según (Ruiz, 2010) establece un nivel porcentual de acuerdo con las líneas de producción parcial o total.

- OEE < 65% **Inaceptable**. Se producen importantes pérdidas económicas. Muybaja competitividad.
- 65% < OEE < 75% **Regular**. Aceptable solo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.
- 75% < OEE < 85% **Aceptable**. Continuar la mejora para superar el 85% y avanzar hacia la World Class. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
- 85% < OEE < 95% **Buena**. Entra en valores World Class. Buena competitividad.
- OEE > 95% **Excelente**. Valores World Class. Excelente competitividad.

Según (Carrasco, 2010) define “El valor de la OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya hayan alcanzado el nivel de excelencia”. (Ver tabla 3)

Tabla 3 *Clasificación OEE*

OEE	Calificativo	Consecuencias
<65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad
≥65% <75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja
≥85% <95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados 'World Class'
≥95%	Excelente	Competitividad excelente

Nota: Tomado de Evolución OEE. Clasificación y calificativo OEE. (2010)

Bajo lo definido por los autores se define que el OEE posee una clasificación porcentual que define su nivel calificativo y las consecuencias que se pueden generar a partir de los resultados.

4.2.1.4 Clasificación de tiempos.

Según (Bohorques, s.f.) Define una clasificación de tiempos del OEE (Ver tabla 4 y 5):

Tabla 4 Clasificación de tiempos OEE

Tiempo	Característica	Ejemplo
Tiempo productivo neto	Producción real / estándar	
Tiempo perdido por no conformidades	Fallas por no conformidad	<ul style="list-style-type: none"> • Mermas • Reproceso • Rechazo
Tiempo perdido por operación	Fallas de operación.	<ul style="list-style-type: none"> • Marchas en vacío / Pequeñas paradas • Velocidad reducida • Falla suministro • Mala operación
Tiempo de parada no planificada por equipos	Fallas en los equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Mecánico • Eléctrico • Instrumentación • Servicios Industriales
Tiempo de preparación de equipos	Preparación y ajuste de equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Arranque • Cambio de turno • Cambio de formato • Cambio de producto
Tiempos de parada planificada	Planeamiento y control de la producción	Planeamiento No producción: <ul style="list-style-type: none"> • Días / Semana • Meses / Año • Turnos / Día • Almuerzos Ajustes Producción: <ul style="list-style-type: none"> • Caída demanda • Falta suministros Mantenimiento: <ul style="list-style-type: none"> • Anual planificado • Preventivo • Predictivo

Nota: Tabla de tiempos. Tomado de mantenimiento mundial (2005)

Tabla 5 Clasificación de Tiempos OEE

TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO		Pérdidas Planificadas
TIEMPO DE PRODUCCIÓN		Pérdida cambios útiles y prepar Pérdida por muestreo C.C. Pérdida suministro de material Pérdida por mantenimiento prev. Pérdida por cambio de producto
TIEMPO DE OPERACIÓN		Pérdidas No Planificadas Pérdida avería mecánica Pérdida por faltas de material Pérdida avería eléctrica Pérdida por absentismo
TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	Pérdidas por Rendimiento Pérdidas por Microparadas Pérdida ineficiencia operarios Pérdida mala alimentación Pérdida ineficiencia máquina Pérdida por marcha en vacío	
	Pérdidas de Calidad	
TIEMPO NETO CON VALOR	Pérdida por piezas reprocesadas Pérdida por mermas Pérdida por puesta en marcha	

Nota: Tomado de Mantenimiento Mundial. Clasificación de tiempos OEE. (2005)

Según lo definido anteriormente por el autor se puede evidenciar que los tiempos que hace clasificación el OEE corresponden a todos aquellos en los cuales se ven expuestos los equipos por las paradas, que puede sufrir por falta de algún elemento que hace que su funcionamiento no se realice de la manera más adecuada.

4.2.1.5. Las seis grandes pérdidas.

Según (Ruiz, 2010) el OEE (Efectividad global del equipo) persigue seis pérdidas:

- **Pérdidas de tiempo de mantenimiento:** El tiempo perdido al mantenimiento planeado o imprevisto se debe capturar bajo pérdida del tiempo del mantenimiento.
- **Pérdidas del tiempo de la Disponibilidad:** Las pérdidas del tiempo de disposición deben cubrir el tiempo total durante el cual la máquina o el equipo está en disposición, y no produce piezas.
- **Pérdidas de tiempo ocioso:** Incluye el tiempo durante el cual el equipo no está haciendo piezas, y no está en la disposición, ni la causa que este en mantenimiento.

- **Pérdidas de reducción de velocidad:** Debido al índice reducido de la salida de pieza buena, el tiempo se puede capturar por el operador, bajo códigos de pérdida. O parte del tiempo disponible que se puede considerar por habilidad del operador.
- **Pérdidas de tiempo de calidad:** Deben calcular cualquier momento perdido sobre el cual este trabajando la calidad (corridas y pruebas) y sobre las actividades de calidad rutinaria.
- **Pérdidas de tiempo de misceláneas:** Tiempo perdido en cualquier momento en los acontecimientos inusuales (planeados o imprevistos) debe ser capturado bajo pérdidas misceláneas de tiempo.

Según el sitio web Sigma (Sigma, s.f.) Define en la Tabla n°6 las pérdidas y su relación con el factor OEE:

Tabla 6 *Pérdidas OEE*

Pérdidas	Factor OEE
Parada Planeada	No forma parte del cálculo del factor OEE.
Pérdidas por Parada	<i>Disponibilidad</i> es la relación entre el Tiempo de Operación y el Tiempo Planeado de Producción. 100% <i>Disponibilidad</i> significa que el proceso ha funcionado sin ningún tipo de parada.
Pérdidas por Velocidad	<i>Rendimiento</i> es la relación entre el Tiempo Neto de Operación y el Tiempo de Operación. 100% <i>Rendimiento</i> significa que el proceso ha estado funcionando continuamente a su velocidad máxima teórica.
Pérdidas por Calidad	<i>Calidad</i> es la relación entre el Tiempo Real Productivo y el Tiempo Neto de Operación. Calcula la relación de piezas buenas del total de piezas. 100% <i>Calidad</i> significa que no ha habido piezas rechazadas o por arreglar.

Nota: Pagina web Mes sigma. Artículo. Pérdidas OEE. (2017)

Bajo lo expuesto por los autores se puede establecer que el OEE posee la identificación de todas las pérdidas que afectan en gran medida los indicadores (Disponibilidad, rendimiento y calidad) ya que estos tiempos alteran el resultado el OEE lo que implica que no pueda estar

dentro de los porcentajes de Clase Mundial como se evidencia en la tabla 3, su cálculo se da a partir del procedimiento matemático:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo programado} - \text{Tiempo perdido}}{\text{Tiempo programado}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo trabajado} - \text{Tiempo perdido en operación}}{\text{Tiempo trabajado}}$$

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Piezas producidas} - \text{Piezas No conformes}}{\text{Piezas producidas}}$$

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Eficiencia} * \text{Calidad} * 100$$

Un ejemplo de ello es: Un turno de 480 min, del turno se perdieron 80min por capacitación, más falla eléctrica, más reunión. Posee un tiempo estándar de 2min/unid. Se produjeron 150 unidades de las cuales 50 son no conformes, ¿Calcule OEE?

$$\text{Disponibilidad} = \frac{480\text{min} - 80\text{min}}{480\text{min}} = 83,33\%$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{150\text{unid} \times 2\text{min/unid}}{400\text{min}} = 75\%$$

$$\text{Calidad} = \frac{150\text{unid} - 50\text{UnidNC}}{150\text{ unids}} = 66.66\%$$

$$\text{OEE} = 83,3 * 75 * 66,66 * 100 = 42\%$$

El 42% representa que el 58% restante es tiempo perdido en labores operaciones, además posiciona en el World Class en un calificativo inaceptable según tabla 3, como consecuencia presenta importantes pérdidas económicas y bajo rendimiento.

4.3 Lean Manufacturing

Varios autores postulan la definición de esta filosofía como se relaciona a continuación:

“Persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar.” (Garcia, 2010)

“Sistema de producción Toyota quiere decir hacer más con menos – menos tiempo, menos espacio, menos esfuerzos humanos, menos maquinaria, menos materiales-, siempre y cuando se le esté dando al cliente lo que desea.” (Cota, 2008)

Con los postulados antes enunciados por parte de los autores se puede definir la Filosofía Lean Manufacturing o Manufactura esbelta como un modelo de organización que persigue una mejora continua, buscando eliminación de desperdicios que no agreguen valor a los procesos, así como también un flujo de actividades coordinado que dé respuesta oportuna a los pedidos de los clientes.

4.3.1. Objetivo de Manufactura Esbelta.

“Crear sistemas esbeltos que consigan un mejor rendimiento sobre la inversión.” (Roger Schroeder, 2011)

“El lean Manufacturing tiene por objeto la eliminación del despilfarro, mediante el uso de una colección de herramientas (TPM, 5S, SMED, Kanban, Kaizen, etc.), que se desarrollaron fundamentalmente en el Japón.” (Garcia, 2010)

El objetivo que persigue la manufactura esbelta es la eliminación de desperdicios que no generan valor sino por el contrario conllevan a la generación de despilfarros en los procesos, es por ello que con ayuda de la línea de herramientas que maneja busca la solución a estos agentes que afectan el proceso.

4.3.2 Principios de Manufactura Esbelta.

Según (Roger Schroeder, 2011) presenta 5 principios:

1. Especificar precisamente que es aquello acerca de un producto o servicio que crea valor desde la perspectiva del cliente
2. Identificar, estudiar y mejorar la corriente del valor del proceso para cada producto o servicio.
3. Asegurarse de que el flujo de un proceso sea simple, uniforme y libre de errores, evitando con ello el desperdicio
4. Solo lo que el cliente requiere
5. Esforzarse en la perfección

Toda metodología persigue unos principios y tal es el caso de la Manufactura Esbelta que según el autor crea un contacto con el cliente para brindar lo que este desea, esto desde un estudio y análisis de toda la cadena de valor, con ello el flujo de proceso se persigue que sea simple y libre de errores, dando respuesta al cliente y creando un modelo de mejora continua en la organización llevándola a la perfección.

4.3.3 Herramientas Lean Manufacturing.

A continuación, se relaciona los conceptos de algunas herramientas de Lean Manufacturing:

4.3.3.1 Cinco S (5'S): Son una metodología japonesa de gran utilidad en el lugar de trabajo, “estas 5 palabras inician con la letra S, conducen a tener una mayor eficiencia en el trabajo, basándose en el control visual y en la producción Lean” (Cota, 2008) Estas son:

1. **Seiri (Clasificación):** Separar los artículos necesarios de los innecesarios.
2. **Seiton (Organizar):** Asignar un lugar para cada objeto.
3. **Seiso (Limpieza):** Dar mantenimiento a los objetos.
4. **Seiketsu (Estandarizar):** Sistematizar los procesos y los métodos de trabajo.
5. **Shitsuke (Disciplinar):** Repetir con regularidad las primeras 4S.

Bajo el postulado del autor se puede definir esta herramienta como 5 palabras que buscan crear eficiencia en los procesos por medio de clasificación, orden, limpieza en su área de trabajo, estandarización en estos procesos y una disciplina en llevar a cabo cada uno de estos pasos.

4.3.3.2 SMED.

Según (García, 2010) establece: “Cambio rápido de herramienta, significa que el número de minutos de tiempo de preparación tiene una sola cifra, o sea, es inferior a 10 minutos, la aplicación de esta idea considera tres ideas fundamentales:

- Siempre es posible reducir los tiempos de cambio de serie hasta casi eliminarlos completamente
- No es solo un problema técnico, sino también de organización.
- Solo con la aplicación de un método riguroso se obtienen los máximos resultados al menor coste.

Según (Cota, 2008) establece: “El término se refiere a la teoría y técnicas para realizar las operaciones de preparación en menos de diez minutos. Aunque cada preparación en particular no pueda literalmente completarse en menos de 10 minutos”

Bajo lo postulado anteriormente la herramienta SMED se puede definir como un cambio rápido en la herramienta inferior a 10 minutos, con ello se busca velocidad y tener un proceso más ágil, con su aplicación se obtiene un máximo de resultados y un mínimo en costos.

4.3.3.3 TPM.

Según (García, 2010) establece:

Es un sistema de gestión de mantenimiento industrial que busca que este sea una fuente de mejora, e induce a la preocupación por facilitar dicho mantenimiento de los equipos

existentes ya sea en fase de diseño. El TPM asume el reto de trabajar hacia el “0 fallos, 0 averías, 0 incidencias, 0 defectos.”

Según (Cota, 2008) “Mantenimiento autónomo es un elemento básico del mantenimiento productivo total. Se pueden prevenir pérdidas de equipo relacionadas con paros, pérdida de velocidad y defectos de calidad mediante el direccionamiento de condiciones anormales que trabajan en dichas pérdidas”

Bajo lo postulado anteriormente la herramienta TPM se puede definir como Mantenimiento Productivo Total como lo traducen sus siglas, esta gestión contempla un perfecto funcionamiento de los equipos a través de varios tipos de mantenimiento, con el fin de eliminar fallas, averías, incidencias y defectos.

4.3.3.4 Control Visual.

Según (Cota, 2008) establece:

“Administración visual es un sistema de comunicación y control usado en toda la planta. De hecho, el funcionamiento correcto de la fábrica visual es el nivel más alto dentro del concepto de las 5’S ya que se genera un control total que puede ser apreciado por todos”.

Según (Hafey, 2014) establece: “Metodología lean con que se realiza difusión de la información operativa a todos los que usan medios o métodos visuales. La información es publica y accesible para todos”.

Bajo lo postulado anteriormente la herramienta Control Visual se puede definir como un sistema informativo utilizado en toda la planta con el fin de ser visualizado por todos los integrantes de la organización para que estén informados de los procesos o cambios.

4.3. Marco Legal

El trabajo de investigación está fundamentado en los aspectos de salud y seguridad, comercial, financiero, medio ambiente, calidad y enmarcado por la siguiente normatividad:

Tabla 7 Marco Legal

ASPECTO	NORMA	ARTICULO	DEFINICIÓN
SALUD Y SEGURIDAD	Decreto 1072	6	Define el obligatorio cumplimiento de SG-SST que debe ser aplicado por empleadores públicos y privados, bajo todos los contratos. (Temporal, permanente)
	GTC 45	Todo	Identificación de peligros y valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional.
	Decreto 4114	Todo	Establece los pasos a seguir y los requisitos de un programa de inspecciones de áreas, equipos e instalaciones.
	NTC 1461	Todo	Establece el sistema de colores perteneciente a la señalización de seguridad e higiene existente en las instalaciones de las empresas.
	Resolución 2400	Todo	Define el mejoramiento de las condiciones de higiene y bienestar de los trabajadores.
	Resolución 2646 de 2008	Todo	Tiene por objeto proteger a la persona contra riesgos con agentes físicos, químicos, biológicos, psicosociales, mecánicos, etc.
	Ley 55 de 1993	Todo	Seguridad del uso de los productos químicos en el trabajo.
COMERCIAL	Decreto 410 de 1971	Todo	Constitución empresa y obligaciones con el estado.
	Ley 1258 de 2008	Todo	Creación de sociedad por acciones simplificadas.
	Decreto Nacional 1879 de 2008	4	Apertura establecimiento con matrícula mercantil ante Cámara y Comercio.
FINANCIERO	Ley 1314 de 2009	Todo	Regula los principios y normas de contabilidad e información financiera y de aseguramiento de información aceptados en Colombia, señala las autoridades competentes, el procedimiento para su expedición y se determinan las entidades responsables de vigilar su cumplimiento.
	Ley 1340 de 2009	Todo	Dicta normas en materia de Protección de la competencia.
	Ley 1116 de 2006	Todo	Protección del crédito y la recuperación y conservación de la empresa como unidad de explotación económica y fuente generadora de empleo, a través de los procesos de reorganización y de liquidación judicial, siempre bajo el criterio de agregación de valor.

MEDIO AMBIENTE	Ley 09 de 1979	Todo	Medidas sanitarias sobre manejo de residuos sólidos
	Documento CONPES1750 de 1995	Todo	Políticas de manejo y cuidado del recurso hídrico
	NTC 4435	Todo	Hojas de seguridad de materiales para sustancias químicas y materiales usados en condiciones ocupacionales industriales.
	Ley 373 de 1993	Todo	Programa para uso eficiente y ahorro del agua.
CALIDAD	NTC 6038	Todo	Sello Ambiental Colombiano, criterios ambientales para materiales impresos.
	NTC 5517	Todo	Criterios ambientales para embalajes, empaques, hilos y sogas
	ISO 9001-2008	Todo	Especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, para certificación o con fines contractuales. Se centra en la eficacia del sistema de gestión de la calidad para satisfacer los requisitos del cliente.

Nota: Elaboración propia

5. Marco metodológico

5.1 Tipo de Investigación

La metodología de investigación llevada a cabo en primera instancia, es un estudio exploratorio basados en visitas a la organización, con el objetivo levantar información mediante lista de chequeos y la visualización de aspectos en los que pueden ser mejorados. Según (Roberto Hernandez Sampieri, 2010) el enfoque cuantitativo “Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la información numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”, bajo lo descrito por el autor se puede establecer que este tipo de enfoque para la investigación hace una relación en la recolección de datos con la hipótesis, establecimiento de variables y su proporción con su medición. Según (Roberto Hernandez Sampieri, 2010) también determina el enfoque cualitativo “Utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación”. Con esta postura se define el enfoque cualitativo, como un proceso de recolección de datos sin un margen numérico, por medio de entrevistas y observación de campo se registran los datos.

A partir de allí se estableció un estudio, con aplicación de herramientas del marco teórico aplicado a la organización (documentos, formatos, listas, diagramas, etc.), con fuentes tales como visitas a la organización, libros, revistas, portales web, referentes investigativos. Bajo lo estipulado por los autores antes expuestos se procede a dar un enfoque de modo tanto cualitativo como cuantitativo en la investigación. (Ver tabla 8)

Tabla 8 *Tipo de Investigación*

Tipo de investigación		
Según	Objeto de estudio	Investigación aplicada
	Fuente de información	Investigación de campo
	Medición y análisis de información	Investigación Quali-cuantitativa

Nota: Elaboración Propia

5.2. Hipótesis de Investigación

La propuesta de implementación de herramientas de la filosofía lean manufacturing en la Empresa Inemflex S.A.S, contribuirán al mejoramiento del indicador del OEE, aumentando la efectividad en su sistema productivo.

5.3. Tamaño poblacional

En la determinación del tamaño poblacional de la investigación, no se hace uso de ningún cálculo estadístico ya que es una empresa pymes con 38 personas. Sin embargo, cabe resaltar que nuestro proyecto está únicamente enfocado en el departamento de producción, es decir, cada una de las áreas que conforman los procesos para la fabricación de los empaques flexibles. A continuación, se muestra la distribución del personal de planta. (Ver figura 6)

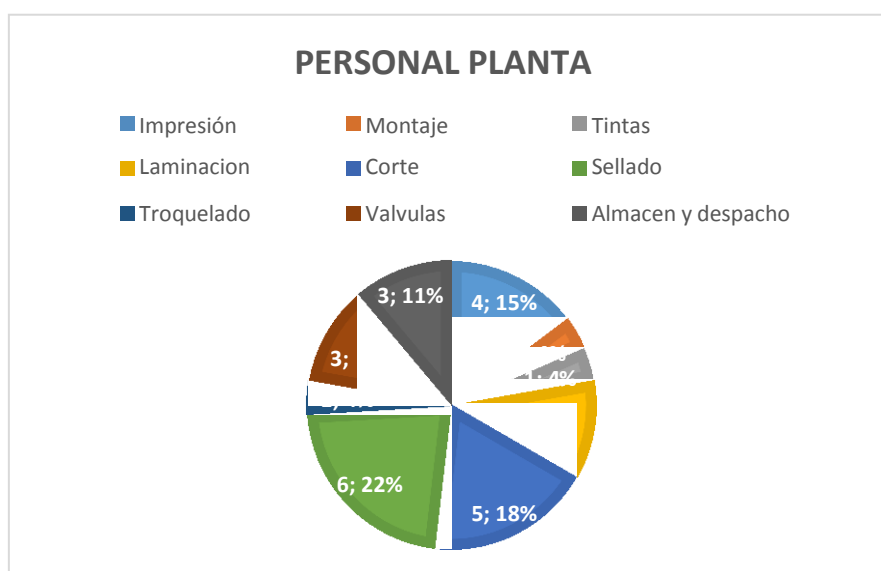


Figura 6 *Personal planta*

Nota: Elaboración Propia

5.4. Proceso metodológico

A continuación, en la Tabla 9 se demuestra el proceso metodológico a llevar a cabo.

Tabla 9 *Despliegue Metodológico*

DESPLIGUE METODOLÓGICO				
TÍTULO: Estudio de la Efectividad Global de los Equipos (OEE) y propuesta de mejoramiento basada en el uso de herramientas de lean manufacturing para la empresa Inemflex S.A.S.				
PREGUNTA PROBLEMA: ¿Cómo determinar el estado actual de la empresa a través del análisis del indicador OEE (Efectividad Global de los Equipos) y cuáles son las herramientas lean manufacturing que se deben implementar para mejorar la productividad?				
OBJETIVO GENERAL: Medir el estado actual de la empresa a través del Indicador OEE y proponer mejoras al desempeño productivo a través del uso de herramientas Lean manufacturing.				
OBJETIVO ESPECÍFICO	TAREAS O ACTIVIDADES	TÉCNICA, MÉTODO O RECURSO UTILIZADO	LOGRO ESPERADO	TIEMPO ESTIMADO
Identificación de máquinas, codificación de tiempos, paradas y causas de no calidad (Levantamiento de información)	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar el formato para la caracterización de máquinas. • Recopilación de información a través de la observación en planta. • Solicitud de los documentos actuales sobre caracterización. • Consolidación de la información. 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección de datos en formatos. • Entrevistas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtener una información consolidada del funcionamiento cada una de los procesos de fabricación y a su vez que permita identificar cada máquina. • Identificar las codificaciones definidas para la recolección de información de producción. 	2 meses
Establecer el cálculo del OEE actual en la organización.	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección de la información a través del uso de la base de datos generada por el software. • Consolidación de la base de datos de acuerdo con los indicadores del OEE. • Identificación 	<ul style="list-style-type: none"> • Bases de datos En Excel. • Reportes de producción de cada uno del proceso de fabricación. • Software QSM. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer el estado actual de la efectividad en los equipos. • Identificar y priorizar las pérdidas ocultas. 	1 mes

	<p>de las máquinas críticas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de las pérdidas ocultas. 			
Sensibilizar al personal operativo y administrativo sobre la importancia de la continuidad del indicador en la organización.	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar al personal operativo. • Capacitar al área administrativa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presentaciones en Power Point. • Folletos. • Video bean. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilizar al personal administrativo y operativo de la importancia de la implementación y desarrollo del indicador como parte del mejoramiento continuo. 	1 mes
Determinar y diseñar las acciones para el mejoramiento del OEE mediante herramientas de lean manufacturing.	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar cuáles son las herramientas a considerar. • Determinar las herramientas de lean manufacturing a usar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda en libros. • Búsqueda en Tesis • Búsqueda en Internet, Tutorías. 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar las herramientas pertinentes para la eliminación de las pérdidas ocultas. 	2 meses
Determinar el costo y el beneficio de la propuesta.	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de los recursos. • Cálculos monetarios de los recursos. • Análisis de los beneficios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda en libros. • Programa Excel. • Evaluación resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Brindar la información correspondiente de costo y beneficio en el que se incurrirá la ejecución del proyecto. 	1 meses

Nota: Elaboración propia.

5.5. Instrumento de recolección de información

Para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto se hace uso de técnicas e instrumentos orientados a la recolección de datos como se muestra en la Tabla 10:

Tabla 10 *Instrumentos de recolección*

Nombre de la Técnica	Forma de recolección	Tipo
Encuesta	Virtual	La encuesta se realiza mediante preguntas abiertas y cerradas.
Entrevista	Personal	La entrevista se realiza de forma personal y verbal mediante preguntas concretas a las personas asignadas por la organización.
Observación	Personal	La observación se realiza en cada uno de los puestos de trabajo, determinados en la población de forma directa o mediante registro fotográfico.
Análisis de documentos	Virtual	Se analiza los diferentes documentos que facilitará Inemflex S.A.S. Este abarca planos, ordenes de producción, documentación de calidad, estadísticas de calidad, indicadores de áreas, reportes de producción, entre otros.
Búsqueda información	Personal y virtual	Consulta en: Libros, revistas, internet, referentes investigativos, normatividad.

Nota: Elaboración propia

5.6. Cronograma

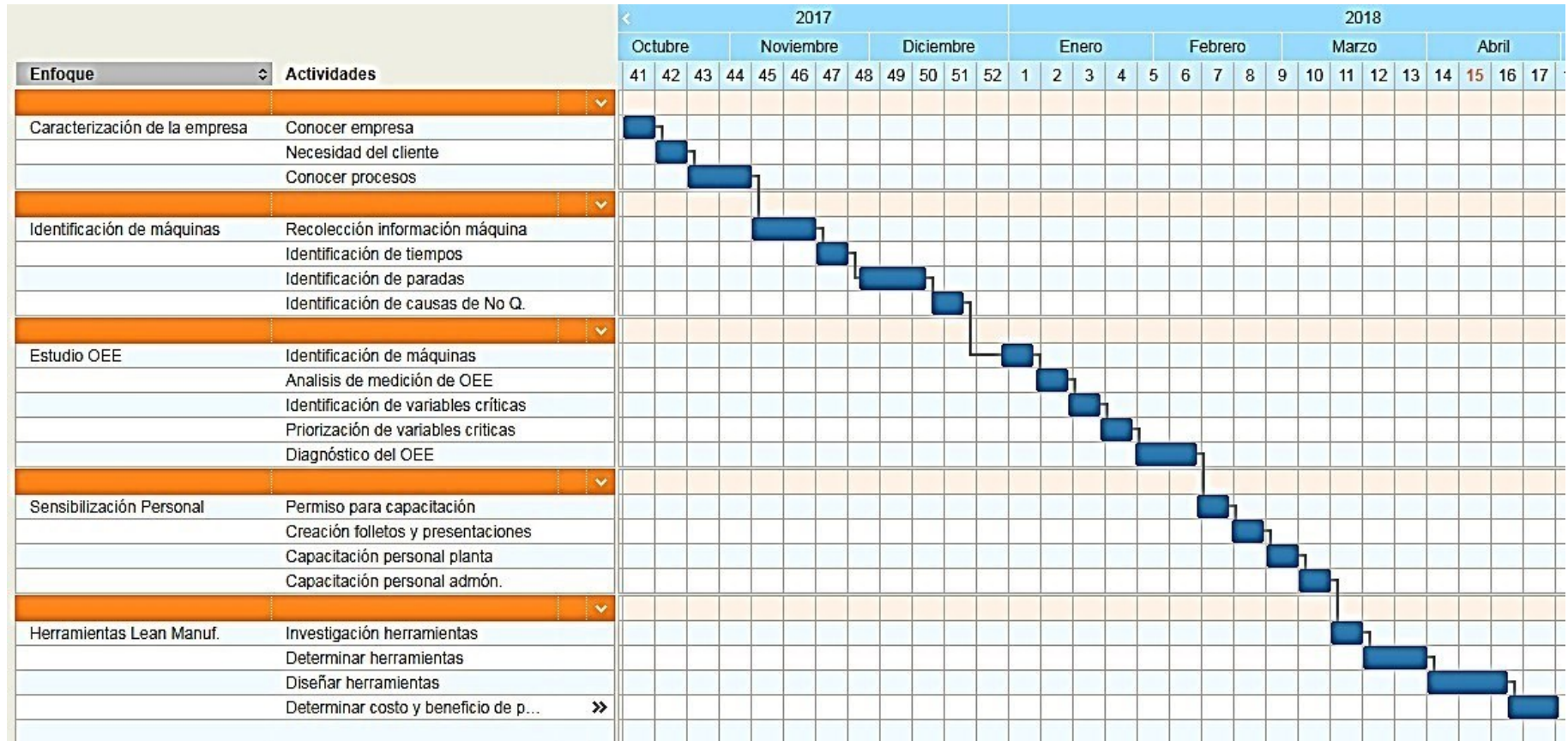


Figura 7 Cronograma

Nota: Elaboración propia

6. Resultados







6.1 Identificación de máquinas y codificación de tiempos

6.1.1. Máquinas.

La empresa Inemflex S.A.S en su planta, tiene 13 máquinas destinadas a la producción y 17 equipos complementarios. A continuación, se muestra las máquinas relacionadas a los procesos y su respectiva codificación.

Tabla 11 *Lista de máquinas/equipos*

LISTADO MÁQUINAS		
IMPRESORA FEVA COD: IMP01	LAMINADORA SOLVESS COD: LAM02	CORTADORA FARMA COD: COR01
PROCESO: IMPRESIÓN	PROCESO: LAMINACIÓN	PROCESO: CORTE Y REVISIÓN
		
CORTADORA PLANTA COD: COR02	SELLADORA COD: SEL01	SELLADORA COD: SEL02
PROCESO: CORTE Y REVISIÓN	PROCESO: SELLADO	PROCESO: SELLADO
		
TROQUELADORA COD: TRO01	VÁLVULADORA 1 COD: VAL01	VÁLVULADORA 2 COD: VAL02
PROCESO: TROQUELADO	PROCESO: PUESTA VÁLVULA	PROCESO: PUESTA VÁLVULA

		
VÁLVULADORA 3 COD: VAL03	VÁLVULADORA 4 COD: VAL04	MAQ. MONTAJE COD: MON01
PROCESO: PUESTA VÁLVULA	PROCESO: PUESTA VÁLVULA	PROCESO: MONTAJE FOTOPOLIMERO
		

Nota: Elaboración propia.

6.1.2. Codificación de tiempos improductivos y no conformidad.

Se identificaron 37 causales, que justifican los tiempos improductivos en el que puede estar sometido las máquinas de producción. Ver tabla 12.

Adicionalmente se identificaron 26 causales, que justifican las no conformidades en el que los sustratos en proceso podrían ser afectados. Ver tabla 12.

En la revisión de la documentación del sistema de gestión de calidad se conoció que dichas causales fueron creadas en el año 2014 y que hasta la fecha no han sido actualizadas.

Tabla 12 Codificación de causas tiempos improductivos y de no calidad

CODIFICACIÓN DE TIEMPOS DE PARADAS Y CAUSALES DE NO CALIDAD			
Tiempos parados		Causas defectos	
Cód.	Nombre parado	Cód.	Descripción
1	Aseo y limpieza	1	Refile
2	Alistamiento y ajuste	2	Desprende de impresión
3	Mantenimiento preventivo	3	Des registro
4	Operación neta de producción	4	Impresión descentrada
5	Aprobación cliente	5	Material de cuadro
6	Aprobación por control de calidad	6	Des calibre sustrato
7	Ajuste de tonos en proceso	7	Arrugas
8	Sin montaje de fotopolímeros	8	Medidas
9	Daño en fotopolímeros	9	Manchas y/ o repises
10	Problemas de pre prensa	10	Tonos
11	Falta de materia prima e insumos	11	Material (sustrato) golpeado
12	Corte bobina madre	12	Túnel de laminación
13	Rebobinado y revisión	13	Fallos maquinas
14	Corte cores	14	Falla en mezcla
15	Corte final	15	Falta de adherencia de la tinta
16	Sin información O.P	16	Material sin tratado
17	Sin fluido eléctrico	17	Fallas de sellado
18	Sin operario	18	Empaques con pestañas
19	Reuniones, capacitaciones.	19	Pruebas de calidad
20	Hora de almuerzos y/o refrigerio	20	Material no corresponde
21	Cambio y/o limpieza de anilox	21	Mal aprobación
22	Mantenimiento correctivo	22	Desperdicios en procesos
23	Tiempo de espera a mantenimiento	23	Desprende de laminación
24	Sin aire comprimido	24	Despunte
25	Ajuste de Montaje	25	Troquel De figura
26	Cierre de orden	26	Aprobación Cliente
27	Cuadre de tonos planos		
28	Prese y registro		
29	Montaje de fotopolímeros		
30	Reprocesos		
31	Ingreso de información a QSM		
32	Cuadre en proceso		
33	Tiempo espera por repuesto		
34	Problemas en materias primas		
35	Ajuste de boca o limpieza de fotopolímero		
36	Desmonte de pedido		
37	Cuadre de tonos policromía		

Nota: Elaboración propia.

En el mes de diciembre de 2017, se realizó el análisis de los reportes de producción del periodo comprendido entre noviembre 01 y noviembre 29, teniendo en cuenta los ítems: fecha, turno, hora inicio hora final, código operario, código operación, código de no conformidad. De los procesos de impresión, corte, laminación, sellado, válvulas y troquelado. El objetivo fue conocer el estado actual de la metodología del registro y la calidad de la información suministrada en los formatos físicos y en el software QSM. Dicho análisis se realizó bajo la siguiente metodología:

- Se recolectaron las órdenes de producción físicas y se registraron en una base de datos para verificar la coherencia y la completa información, relacionándola con la programación de turnos del mes.
- Se ubica en una primera hoja de Excel los turnos 01, 02, 03,04, ejecutados en el día.
- Se ubica en una segunda hoja de Excel los turnos 05 y 06, ejecutados en la noche.
- Cada dato suministrado es relacionado con la fecha y el operario.
- Se analizaron 91 órdenes de producción del cual, en la base de datos, fueron 1626 filas, por 12 columnas, para un total de 19382 datos.

Con este análisis se evidenció:

- Cultura de la organización: el personal operativo no cuenta con una disciplina en el tema de registros en físico y en QSM, por causa de la no existencia de una metodología clara y la ausencia del personal para realizar el pertinente seguimiento a la información registrada, evaluar las falencias y generar retroalimentaciones.
- Formatos físicos: estos no poseen la suficiente capacidad para registrar la información. Los parámetros establecidos no funcionan de manera integrada ocasionando incoherencias.
- Códigos: estos no son coherentes y suficientes para justificar aquellas actividades y situaciones que ocurren en la actualidad ocasionando indicadores inexactos.
- Registros en el software:
No hay coherencia entre los datos en físicos vs ingresados en el sistema. Los pesos de la producción y de inconformidades están incompletos como también el tiempo total de la programación de los turnos asignados para la semana.

6.2. Cálculo OEE actual y diagnóstico.

Con la ayuda de la base de datos suministrada por el software para el mes de febrero de 2018, se calculó el primer indicador OEE de la organización, para ello se reunieron los tiempos (Programado, perdido, Tiempo de producción buena, Producción buena y defectuosa), esta información se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13 *Tiempos de mes de febrero 2018*

MÁQUINA	TIEMPO PROGRAMADO (MIN)	TIEMPO PÉRDIDO (MIN)	PRODUCCIÓN BUENA (KG)	PRODUCCIÓN DEFECTUOSA (KG)	TIEMPO PRODUCCIÓN BUENA (MIN)	TIEMPO PRODUCCIÓN DEFECTUOSA (MIN)	TOTAL: TIEMPO PRODUCCIÓN (MIN)
IMP01	24354	18601	7412,20	1110,60	5003	750	5753
LAM02	34402	20317	20781,07	973,53	13455	630	14085
COR01	27374	9775	21932,40	956,90	16863	736	17599
COR02	21612	7372	13653,30	370,40	13864	376	14240
SEL01	33910	14357	3639,87	213,80	18468	1085	19553
SEL02	34476	14120	2668,68	409,50	17648	2708	20356
TRO01	2765	415	262,59	10,92	2256	94	2350
VAL01	13081	3750	528,32	6,44	9219	112	9331
VAL02	16944	6012	586,41	18,55	10597	335	10932
VAL03	17240	6190	527,51	7,25	10900	150	11050
VAL04	3779	1250	94,58	1,60	2487	42	2529
MON01	16455	6000					10455

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los tiempos se hizo el cálculo de la capacidad real de cada máquina, tomando el número de horas laborales por los turnos y los días laborales del mes.

Como se evidencia en la Tabla 14 las máquinas de mayor capacidad son las Cortadoras seguidas de la Laminadora y posteriormente la Impresora.

Tabla 14 *Capacidad de cada máquina*

MÁQUINA	DIAS MES	HORAS/TURNO	TORNOS	H DIA	CAPACIDAD	ESTANDAR FABRICACION	CAPACIDAD UNIDADES (KG)
IMP01	24	12	2	24	576	0,350	12094,4
LAM02	24	8	3	24	576	0,632	21854,5
COR01	24	12	2	24	576	0,836	28898,0
COR02	24	12	2	24	576	0,649	22425,5
SEL01	24	12	2	24	576	0,114	3927,5
SEL02	24	12	2	24	576	0,089	3085,7
TRO01	24	10	1	10	240	0,099	1424,4
VAL01	24	12	1	12	288	0,041	706,4
VAL02	24	12	1	12	288	0,036	617,0
VAL03	24	12	1	12	288	0,031	536,0
VAL04	24	12	1	12	288	0,025	439,8
MON01	24	12	1	12	288		

Fuente: Elaboración propia.

Después de hacer el cálculo de las capacidades, se procedió a realizar el del indicador OEE por cada máquina este se desarrolló bajo las fórmulas matemáticas del numeral 4.2.1.2. Luego se identificó las máquinas con baja efectividad concluyendo que estas son la Impresora FEVA con un (14,5%) y la Laminadora Solvess con (38,9%), ver tabla 15.

Se aclara que la máquina de montaje (MON 01) no se involucró ya que este hace parte de alistamiento de componentes que se requiere en el proceso de impresión. También el resultado del OEE para la maquina TRO01, el cual fue afectado porque en el mes de enero de 2018 se automatizó este proceso en el área de sellado, es decir, que a partir de esa fecha la máquina de sellado 1 (SELL01) se le incorporó un sistema para troquelar. La máquina TRO01 se utiliza, cuando se presentan fallas en la selladora 1.

Tabla 15 OEE por máquina

MÁQUINA	DISPONIBILIDAD	EFICIENCIA	CALIDAD	OEE MÁQUINA
IMP01	23,6%	70,5%	86,97%	14,5%
LAM02	40,9%	99,5%	95,52%	38,9%
COR01	64,3%	79,2%	95,82%	48,8%
COR02	65,9%	62,5%	97,36%	40,1%
SEL01	57,7%	98,1%	94,45%	53,4%
SEL02	59,0%	99,8%	86,70%	51,1%
TRO01	85,0%	19,2%	96,01%	15,7%
VAL01	71,3%	75,7%	98,79%	53,3%
VAL02	64,5%	98,1%	96,93%	61,3%
VAL03	64,1%	99,8%	98,64%	63,1%
VAL04	66,9%	21,9%	98,33%	14,4%
MON01	-	--	--	--
OEE	60,3%	74,9%	95,0%	42,9%

Nota: Elaboración propia.

Luego de identificar las máquinas con baja efectividad, se procedió a identificar los indicadores que hacen parte del OEE, concluyendo como se evidencia en la figura 8, que los indicadores con mayor afectación son el de disponibilidad (60,3%) y eficiencia con un (75%).

El OEE general está en un rango porcentual del 42,9% lo que según Tabla 3, nos indica estar por debajo del nivel inaceptable según los parámetros de la Word Class, ocasionando una baja competitividad e importantes pérdidas económicas para la organización.

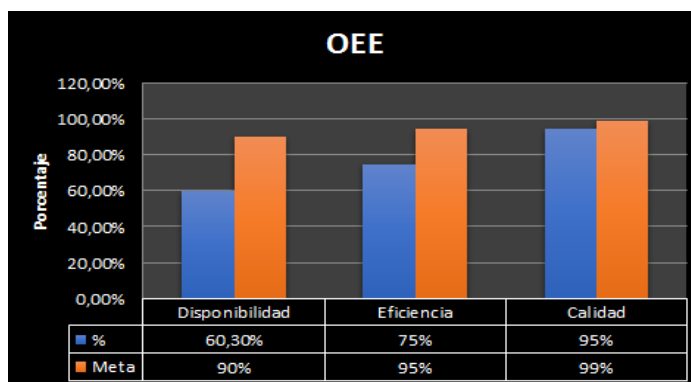


Figura 8 OEE Febrero

Nota: Elaboración propia

TIEMPO TOTAL DISPONIBLE (CAPACIDAD INSTALADA)	
TIEMPO DE PRODUCCIÓN	229.937min
TIEMPO DE OPERACIÓN	138.233min
TIEMPO NETO DE OPERACIÓN	120.760min
PIEZAS BUENAS	72.086 (kg)

Figura 9 Escalera de tiempos febrero 2018

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados se determinó que se debe enfocar en la búsqueda de la eliminación de las pérdidas ocultas para las máquinas laminadora (ver tabla 16) e impresora (ver tabla 17) y para esto se identificaron a partir de la organización de mayor a menor en relación al tiempo y para definir el conjunto con las que se debe iniciar se hizo uso del principio de Pareto 80-20.

Tabla 16 *Tiempos Impresora FEVA*

IMPRESORA FEVA (IMP01)		CLASIFICACIÓN	Min TT	%
I01	Ajuste de tonos a estándar	t. improductivo alistamiento y ajuste	2225	12,0%
I37	Preense y registro	t. improductivo alistamiento y ajuste	1638	8,8%
G16	Cambio de pedido y/o referencia	t. improductivo alistamiento y ajuste	1522	8,2%
G08	Aprobación control calidad	t. improductivo por control calidad	1395	7,5%
I31	Montaje de mandriles	t. improductivo alistamiento y ajuste	1169	6,3%
I18	Limpieza de bombas	t. improductivo alistamiento y ajuste	1127	6,1%
I32	Montaje de mangas	t. improductivo alistamiento y ajuste	971	5,2%
I27	Limpieza de fotopolímeros	t. improductivo alistamiento y ajuste	871	4,7%
I35	Orientación de piñones	t. improductivo alistamiento y ajuste	826	4,4%
I25	Limpieza tambor	t. improductivo alistamiento y ajuste	728	3,9%
I22	Limpieza de filtros	t. improductivo alistamiento y ajuste	436	2,3%
G54	Refrigerio	t. improductivo planeado	405	2,2%
G43	Mantenimiento correctivo	t. improductivo por falla en maquina	354	1,9%
G03	Ajuste en proceso maquina	t. improductivo alistamiento y ajuste	323	1,7%
G07	Aprobación cliente	t. improductivo por control calidad	293	1,6%
I15	Falta de montaje de	t. improductivo por falla operacional	289	1,6%

	fotopolímeros			
G13	Calibración	t. improductivo alistamiento y ajuste	273	1,5%
G60	Sin fluido eléctrico daño interno y/o externo	t. improductivo por falta de recurso	263	1,4%

Nota: Elaboración propia.

Tabla 17 *Tiempos Laminadora Solvess*

LAMINADORA SOLVESS (LAM02)		CLASIFICACIÓN	TT (Min)	%
G04	Alistamiento y ajuste inicial máquina	t. improductivo alistamiento y ajuste	4901	23,0%
G43	Mantenimiento correctivo	t. improductivo por falla en maquina	2872	13,5%
G08	Aprobación control calidad	t. improductivo por control calidad	2050	9,6%
G03	Ajuste en proceso máquina	t. improductivo alistamiento y ajuste	1497	7,0%
L06	Reproceso-paso por calor	t. improductivo por defecto	1470	6,9%
G47	Montaje de Mat. Primas y/ producto en proceso	t. improductivo por alistamiento y ajuste	961	4,5%
G16	Cambio de pedido y/o referencia	t. improductivo alistamiento y ajuste	930	4,4%
G50	Pegues	t. improductivo por defecto	902	4,2%
G42	Limpieza básica inicial/final de máquina	t. improductivo planeado	684	3,2%
G37	Falta materia prima y/o insumos	t. improductivo por falta de material	569	2,7%
G23	Daño mecánico en máquina (general)	t. improductivo por falla en maquina	535	2,5%

Nota: Elaboración propia.

A partir de los tiempos más representativos se concluye que son atribuidos a alistamiento - ajuste y fallas en la maquinaria. Los tiempos y las pérdidas según OEE se describen a continuación (ver tabla 18):

Tabla 18 *Variables de máquinas*

Máquina	Variable	Clasificación	Tiempo	Pérdida	TT min	%
IMPRESORA FEVA (IMP01)	Ajuste de tonos a estándar	Tiempo improductivo alistamiento y ajuste	Tiempo de preparación de equipos	Pérdida de tiempo de disponibilidad	2225	12,0%
	Mantenimiento correctivo	Tiempo improductivo por falla en máquina	Tiempo de parada no planificada	Pérdida de tiempo de mantenimiento.	354	1,9%

			por equipo			
LAMINADORA SOLVSS (LAM02)	Alistamiento y ajuste inicial máquina	Tiempo improductivo alistamiento y ajuste	Tiempo de preparación de equipos	Pérdida de tiempo de disponibilidad	4901	23,0%
	Mantenimiento correctivo	Tiempo improductivo por falla en máquina	Tiempo de parada no planificada por equipo	Pérdida de tiempo de mantenimiento.	2872	13,5%

Nota: Elaboración propia.

6.3 Sensibilización al personal operativo y gerencia

Con las mejoras realizadas en los formatos físicos se desarrolló la prueba piloto en el mes de enero de 2018 y con la previa autorización de gerencia de Operaciones. Para ello se requirió de una capacitación en donde se involucraron dos temas:

- Socialización de nuevos códigos de causas de tiempos improductivos y de no calidad e incorporación de nuevos formatos.
- Importancia del OEE como técnica de medición de la efectividad de los equipos y parte del mejoramiento continuo.

Dicha capacitación y sensibilización tuvo como propósito generar un compromiso y responsabilidad del personal, también brindar el respectivo conocimiento en los temas y fortalecer las habilidades.

La metodología llevada a cabo se muestra en la Tabla 19. La lista de asistencia se puede evidenciar en los Anexos (2-4).

Tabla 19 Metodología capacitación

PROFESIONAL RESPONSABLE			
NOMBRE		CARGO	
Estudiantes		Proyecto	
FECHA	22 de enero de 2018	LUGAR	Salón de capacitaciones
POBLACIÓN SUJETO	Personal operativo y gerencia de Inemflex S.A.S.		
OBJETIVO GENERAL	Capacitar y sensibilizar, en la metodología del registro, importancia de la calidad en la información y la continuidad del OEE en la organización.		
1. METODOLOGÍA:			
Momento 1. Saludo			
<ul style="list-style-type: none"> • Bienvenida • Presentación de los responsables de la capacitación por parte de gerencia de operaciones. • Presentación por parte de responsables. 			
Momento 2. Desarrollo de la sesión			
<ul style="list-style-type: none"> • Presentación del estado actual de la metodología en el registro físico y QSM. • Presentación del Acta de compromiso. • Metodología del registro. • Presentación de las Variables que afecta la medición. • Importancia de la calidad de la información. • Presentación del OEE como técnica de medición de la efectividad de los equipos. • Continuidad del indicador. 			
Momento 3. Despedida y citación a próxima capacitación			
			
1. RECURSOS MATERIALES:			
Video bean, Comunicado interno, lista de asistencia, formatos prueba piloto.			
2. TIEMPO ESTIMADO PARA EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD:			
60 minutos			

Nota: Elaboración propia.

Para una mejor comprensión del tema se hace la proyección de la presentación OEE (ver figura 10) por cada área establecida en producción, posteriormente a gerencia.

1. OEE (EFECTIVIDAD GLOBAL EN LOS EQUIPOS)
Presentado por: Cristian Camilo Sierra
Freddy Livelli Algora
UNIVERSIDAD AGUSTINIANA

2. ¿QUE ES EL OEE ?
OEE es un indicador que mide la Eficiencia Global del Equipo (Overall Equipment Effectiveness) que muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente.

3. 改善 KAIZEN

4. ¿PARA QUE SIRVE?
1. Identificación de Pérdidas
2. Priorización de pérdidas
3. Eliminación o disminución de pérdidas
4. Maximización del rendimiento de los equipos
5. Aumento de la calidad de los procesos
6. Aumento de la calidad de los productos
7. Identificación del potencial oculto
8. Mejorar el rendimiento económico

5. ¿CUALES SON LAS GRANDES PERDIDAS ?
Identificación del Equipo: Tiempo Total Disponible, Tiempo Operativo, Tiempo Neto de Operación, Tiempo Real de Operación.
Baja Grandes Pérdidas: 1. Fallos de Equipo, 2. Ajustes y Cambios de Producto, 3. Paros Menores, 4. Velocidad Reducida, 5. Defectos y Menor Calidad, 6. Rendimiento Reducido.

6. 1. Paradas / Averías
Un repentino e inesperado fallo o avería genera una pérdida en el tiempo de producción.
- error al operar la máquina.
- mantenimiento pobre del equipo.
2. Configuración / Ajuste
El tiempo de producción se reduce también cuando la máquina está en espera.
- Cambio por mantenimiento

7. 3. Pequeñas paradas
Cuando una máquina tiene interrupciones cortas no trabaja a velocidad constante.
Causas:
- Inestable producción por sensores de presencia inapropiados en un cintas transportadoras.
4. Reducción Velocidad
Es la diferencia entre la velocidad física real y la actual y la velocidad técnica o de diseño.
En la mayoría de los casos estas reducciones son lentitud.

8. 5. Defectos En Procesos
Una producción retrabajada son también productos que no cumplen los requisitos del cliente desde la primera vez, pero pueden ser reprogramados y controlados en producción de buena calidad. A primera vista, los productos retrabajados no parecen ser muy malos, incluso para el cliente pueden parecer buenos.
6. Defectos En Productos
Son aquellos productos que no cumplen los requisitos establecidos por el cliente. Cuando un producto que no se diseñó para ser bueno para la serie de fabricación y, consecuentemente, se convierte en una pérdida.

9. ¿QUE MIDE ?
PLANIFICACIÓN: Tiempo Producción Programado
A. Tiempo Disponible
B. Tiempo Disponible
C. Disponibilidad
D. Disponibilidad
E. Disponibilidad
OEE = DISP. x EPIC. x CALID.

10. ¿QUE MIDE ? INDICE DISPONIBILIDAD
Cuanto tiempo la máquina funciona a máquina y equipo respecto del tiempo que debería estar funcionando (operando) el tiempo no planificado. Más las pérdidas de los equipos debido a sero programado o no programado, está después de cada concepto, se recomienda no los anotar.
Tiempo Programado - Tiempo Perdido / Tiempo Programado

11. INDICE RENDIMIENTO
Divide ese tiempo que haya estado funcionando, cuánto ha fabricado (bueno y malo) respecto de lo que debe haber fabricado a tiempo de ciclo ideal. Más las pérdidas causadas por el mal funcionamiento del equipo entonces produce variación, pequeñas paradas, o incluso paradas, las causadas por el no funcionamiento a la velocidad respectiva y el rendimiento disminuido por el fabricante.
Tiempo trabajado - Tiempo Perdido en operación / Tiempo trabajado

12. INDICE CALIDAD
Es el indicador más conocido por todos. Cuanto ha fabricado bueno a la primera respecto del total de la producción realizada (bueno y malo). Es el porcentaje de la producción total que se produce sin defectos. El porcentaje de calidad se ve afectado por retrabajos o causas defectuosas.
Piezas Producidas - Piezas No conformes / Piezas Producidas

13. OEE IDEAL
Indica con cuanta efectividad las máquinas están siendo utilizadas comparado con la Máquina Ideal (OEE = 100%).

OEE	Cualitativo	Consecuencias
>95%	Óptimo	Pérdidas económicas. Aceptable solo si se está en proceso de mejora
85%-95%	Aceptable	Algunas pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja
65%-85%	Buena	Buena competitividad. Entrenamiento en valores conductivos "World Class"
45%-65%	Regular	Algunas pérdidas económicas. Competitividad baja

14. METODOLOGIA
1. Recolección e ingreso de Datos
2. Emisión de Reporte
3. Acciones de Mejora

15. EL PERSONAL COMO AGENTE DE CAMBIO
- Participación de personal en actividades:
1. Autoconciencia
2. Comprensión de la organización
3. Experiencia
4. Capacidad de diagnóstico
5. Capacidad de resolución
6. Compromiso organizacional
7. Cambio de cultura organizacional
- Procesos de cambio organizacional:
1. Claridad y precisión
2. Supervisión de la implementación con la decisión de tomar los cambios adelante
3. Controlar los planes en resultados
4. Definir el nivel de cambio con el entusiasmo compartido por las posibilidades que genera dicho cambio.

Figura 10 Presentación OEE

Nota: Elaboración propia

6.4 Diseño de herramientas lean manufacturing para OEE.

Tabla 20 *Problemas Causa - Raíz*

Problema	1 ¿por qué?	2 ¿por qué?	3 ¿por qué?	4 ¿por qué?	5 ¿por qué?	Herramienta lean Manufacturing
Calidad en la fuente de información de producción	Falta de conocimiento del operario	Falta de capacitación	Ausencia en la Identificación de necesidades	Falta de seguimiento	Ausencia de responsabilidades	OEE (formatos de registros, clasificación de tiempos y metodología)
Ausencia de compromiso en la Identificación y resolución de problemas	Ausencia del personal operativo como agente de cambio.	Desconocimiento del estado actual de los procesos.	Falta de exposición de la información.	Falta de sensibilización del personal administrativo en mostrar la información clara, concisa y oportuna.	Ausencia de herramientas de exposición de la información	Gestión visual (Tablero de resultados)
Altos tiempos en Alistamiento y ajuste	Falencias en el aseguramiento de las condiciones	Ausencia de disciplina.	Falta de compromiso directivo, administrativo	Carencia de políticas y seguimiento.	Carencia de un plan basado en técnicas estructuradas y	5s

	óptimas para la ejecución de las operaciones del proceso en su respectiva área.		y operativo.		definidas.	
Tiempos improductivos por paros de máquina asociados a mantenimientos correctivos.	Falta de cambio de componentes defectuosos.	Falta de seguimiento al estado de la maquinaria.	Falta de actualización de plan de mantenimiento de acuerdo las necesidades.	Ausencia de responsabilidades.	Ausencia de compromiso directivo.	TPM preventivo

Nota: Elaboración propia.

A partir de los problemas encontrados como se evidencia en la tabla 20, por medio de la estructura Causa- Raíz se determinaron las herramientas lean que pueden dar mejoramiento a la problemática encontrada y a su vez contribuir con el incremento del indicador, estas herramientas se desarrollan a continuación.

6.4.1 Incorporación de nuevos códigos y formatos.

6.4.1.1 Códigos para tiempos improductivos.

Se establecen 136 códigos enmarcados bajo un concepto con el fin de justificar los tiempos improductivos realizados en la actualidad. Dichos códigos son alfanuméricos combinados con la letra inicial del proceso, categorizados y distribuidos de la siguiente manera como se muestra en la Tabla 21:

Tabla 21 *Códigos de tiempos improductivos*

CÓDIGOS TIEMPOS IMPRODUCTIVOS			
LETRA	PROCESO	CÓDIGO	TOTAL
A	Almacén y Despacho	A01 - A11	11
B	Bolseado – Troquelado – Sellado Válvulas	B01 – B09	9
C	Corte	C01 – C06	6
L	Laminación	L01 – L06	6
I	Impresión	I01 – I41	41
G	General (Tiempos improductivos que tienen en común los procesos)	G01 – G63	63
			139

Nota: Elaboración propia

Beneficios: Los nuevos códigos (ver tabla 22) buscan ajustarse a la realidad para recopilar información basadas en unidades de tiempo, bajo el objetivo de analizar y evaluar aquellas actividades y/o situaciones que no aportan valor, convirtiéndose en variables críticas que afectan los procesos de producción. Promoviendo a la toma de decisiones para la ejecución de acciones de mejora que modifiquen y/o eliminen estas.