

Aplicación del indicador **OEE** en una máquina despulpadora de café Estudio de caso

Autores:
Daniel Bello Parra
Félix Murrieta Domínguez
Alicia Peralta Maroto
Alberto Ceballos
Senén Juárez León

ISBN: 978-607-59391-1-7



 Grupo de Ediciones
y Publicaciones
Xalapa S.A. de C.V.



Aplicación del indicador **OEE** en una máquina despulpadora de café

Estudio de caso

Autores:
Daniel Bello Parra
Félix Murrieta Domínguez
Alicia Peralta Maroto
Alberto Ceballos
Senén Juárez León

Editorial

© Grupo de Ediciones y Publicaciones Xalapa S.A. de C.V.

 **Grupo de Ediciones
y Publicaciones
Xalapa S.A. de C.V.**

Grupo de Ediciones y Publicaciones Xalapa S.A. de C.V.
Calle Emiliano Zapata, 15, Col. El Tanque.
C.P. 91156, Xalapa, Veracruz, México.
Tel. (228) 2014857
www.grepxa.mx

Sello editorial:

Grupo de Ediciones y Publicaciones Xalapa S.A. de C.V.
(978-607-59391)

ISBN: 978-607-59391-1-7



Primera Edición

Ciudad de Edición: Xalapa, Veracruz, México.

Presentación en medio electrónico:

Libro digital descargable

Formato PDF 3.5 MB

ISBN: 978-607-59391-1-7

Fecha de aparición: 04/11/2022

Aplicación del indicador **OEE** en una máquina despulpadora de café

Estudio de caso

Daniel Bello Parra
Cuerpo Académico en consolidación
ITESPE-CA-4
Procesos Industriales
Instituto Tecnológico Superior de Perote
Ingeniería Industrial

Félix Murrieta Domínguez
Cuerpo Académico en consolidación
ITESPE-CA-4
Procesos Industriales
Instituto Tecnológico Superior de Perote
Ingeniería Industrial

Alicia Peralta Maroto
Instituto Tecnológico Superior de Xalapa
Universidad Autónoma de Tlaxcala
Ingeniería en Industrias Alimentarias

Alberto Ceballos
Cuerpo Académico en consolidación
ITESPE-CA-4
Procesos Industriales
Instituto Tecnológico Superior de Perote
Ingeniería Informática

Senén Juárez León
Cuerpo académico en consolidación
ITTEH-CA-5
Gestión y Mejoramiento de la productividad
Instituto Tecnológico de Tehuacán
Ingeniería Industrial

Se agradece al Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Perote, Instituto Tecnológico de Tehuacán, Instituto Tecnológico Superior de Xalapa, por las facilidades otorgadas para la realización de este libro.

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Perote
Carretera Federal Perote-México Km.2.5 Colonia Centro, C.P. 91270. Perote, Veracruz,
México.

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tehuacán
Libramiento Tecnológico S/N A.P.247, C.P. 75770. Tehuacán, Puebla, México.

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Xalapa
Sección 5a. Reserva Territorial S/N, Colonia Santa Bárbara, C.P. 91096, Xalapa, Veracruz,
México



PRÓLOGO

Toda empresa en planes de crecimiento, es susceptible a tener problemas en su sistema de producción, pues ante la exigencia del mercado en entregar productos de calidad, hace necesario que se empiecen a adoptar sistemas de producción a fin de hacerlos más eficientes. Para ello, la aplicación de herramientas de mejora continua es una buena opción para la obtención de datos que nos lleven a conseguir un mejor rendimiento. La ventaja esencial de conocer el nivel de eficiencia de los equipos, es que mide los parámetros fundamentales de producción como son la disponibilidad, el rendimiento y la calidad, a través de un indicador que transforma los datos de un proceso complejo en información sencilla, visual y eficiente.

El mantenimiento de equipos y maquinaria es uno de los procesos más críticos en empresas con actividades industriales complejas que requieran diverso tipo de maquinaria y en aquellas dedicadas a la prestación de servicios que deban controlar una gran infraestructura. No sólo es importante de cara al futuro de nuestra empresa, sino también acaba siendo un reflejo de la calidad de los productos que se ofrecen al mercado. Si no se aplica un adecuado sistema de mantenimiento en los equipos de la empresa, las consecuencias se verán reflejadas en una posible improductividad dentro del proceso, por lo tanto, mayores costos y desperdicios.

La empresa de café, a lo largo de su trayectoria, no ha incluido en sus sistemas de producción algún método de trabajo estandarizado, por lo que ha tratado de cumplir con las especificaciones y exigencias de un mercado con métodos intuitivos. Es por eso que la gerencia de la empresa se ha preocupado por la innovación, mejora, y satisfacción al cliente al entregar productos que cumplan con las exigencias de calidad y de rendimiento de los equipos.

En el presente estudio de caso se dará a conocer los estudios realizados para obtener la eficiencia de la máquina despulpadora, así como las herramientas estadísticas y de mejora continua para encontrar las fallas, problemas y causas de la improductividad del equipo, y con estos resultados se muestra una propuesta de mejora.



ÍNDICE DE CONTENIDO

PROLOGO	1
ÍNDICE DE CONTENIDO	2
ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE CUADROS	6
INTRODUCCIÓN	7
1.1 Pregunta de investigación	8
1.2 Objetivo general	8
1.3 Objetivos específicos	9
1.4 Descripción de la empresa	9
1.4.1 Misión	9
1.4.2 Visión	9
1.4.3 Política de calidad	9
1.4.4 Valores	10
1.4.5 Organigrama de la empresa	10
1.5 Planteamiento del problema	11
1.6 Elementos que no le agregan valor al proceso	11
1.7 Evaluación de la productividad	13
1.8 Descripción del área donde se participó	14
1.9 Descripción general del proceso	15
1.10 Mapa de procesos	16
FUNDAMENTO TEÓRICO	18
2.1 Conceptos base	19
2.1.1 Calidad	19
2.1.2 Defecto	19
2.1.3 Producto	19
2.1.4 Desperdicio	20
2.1.5 Productividad	20
2.1.6 Eficiencia	20
2.2 Beneficio húmedo de café	20
2.2.1 Proceso de beneficio húmedo de café	20
2.3 Máquina despulpadora de café	23
2.4 Eficiencia general de los equipos OEE	24
2.4.1 Cálculo del OEE	24
2.4.2 Disponibilidad en OEE	24
2.4.3 Rendimiento en OEE	25
2.4.4 Calidad en OEE	25
2.4.5 Clasificación OEE	25
2.4.6 Aplicación del OEE	26
2.4.7 Análisis del OEE	26



2.5 Herramientas estadísticas de calidad	26
2.5.1 Diagrama de Pareto	26
2.5.2 Diagrama de causa-efecto	27
2.5.3 Diagrama de estratificación	27
2.5.4 Hoja de verificación	27
2.5.5 Histograma	27
2.5.6 Diagrama de dispersión	27
2.5.7 Gráficos de control	27
2.6 Diagrama de relaciones	27
2.7 Diagrama de flujo de proceso	28
2.8 AMEF	28
2.8.1 Objetivos del AMEF	29
2.9 TPM	29
2.9.1 Descripción de las pérdidas	29
2.9.2 El efecto de las seis grandes pérdidas en el tiempo de operación del equipo	30
2.9.3 Pilares del TPM	30
2.10 5`S	31
Seiri (Eliminar):	31
Seiton (Ordenar):	32
Seiso (limpieza e inspección):	32
Seiketsu (Estandarizar):	33
Shitzuke (Disciplina):	33
2.11 6 grandes pérdidas	33
METODOLOGÍA	35
3.1 Metodología por bloques	36
3.2 Descripción de la metodología	37
3.2.1 Conocimiento de la máquina y su funcionamiento	37
3.2.2 Obtención de datos para la elaboración del indicador OEE	37
3.2.3 Elaboración análisis de variables a través del estudio por medio de un Análisis de Modo y Efecto de Falla	37
3.2.4 Identificación de causa raíz	37
3.2.5 Análisis de mejora a través de AMEF	37
EVALUACIÓN O IMPACTO ECONÓMICO	38
4.1 Descripción de la máquina y proceso	39
4.2 Cálculo del OEE	40
4.2.1 Disponibilidad	41
4.2.2 Eficiencia	41
8.2.3 Calidad	42
4.2.4 Defectos	43
4.2.5 Índice OEE	44
4.3 AMEF	45
4.4 Identificación causa-raíz	46
4.5 Planeación de la gestión de mantenimiento	47



4.6 Diagnóstico de gestión de mantenimiento	48
4.7 Propuesta de un diseño de un plan de mantenimiento TPM en una máquina despulpadora	49
4.7.1 Objetivo general	49
4.7.2 Alcance	49
4.7.3 Cronograma de actividades	49
4.7.4 Conformación del equipo de mejoramiento	50
4.7.5 Plan maestro para el desarrollo del TPM	51
4.7.6 Capacitaciones	52
4.7.6.1 Curso de TPM en la empresa	52
4.7.6.2 Curso de mantenimiento autónomo	53
4.7.6.3 Curso OEE	55
4.7.7 Aplicación de 5 S`s	55
4.7.8 Propuesta de nuevo AMEF	56
4.8 Costo beneficio	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
5.1 Conclusiones	62
5.2 Recomendaciones	63
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	64
Libros	65
Revistas	66
Tesis	66
Páginas electrónicas	67
ANEXOS	68
7.1 Hoja de verificación de registro de OEE	69
7.2 Programa de capacitación al personal	70
7.3 Primera capacitación: Curso de TPM	72
7.4 Segunda capacitación: Curso de mantenimiento autónomo	77
7.5 Orden de trabajo	81
7.6 Reporte de fallas	82
7.7 Tercera capacitación: Curso de OEE	83
7.8 Tarjeta roja	87
7.9 Formato lista de elementos innecesarios	88



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama general de la empresa Finca Quiroz S.A. de C.V.	10
Figura 2: Diagrama de causa efecto Finca Quiroz S.A. de C.V.	11
Figura 3: Diagrama de flujo del proceso	13
Figura 4: Productividad en el área de producción en Finca Quiroz S.A. de C.V.	14
Figura 5: Despulpadora de Finca Quiroz S.A. de C.V.	14
Figura 6: Tolva llena de café cereza	14
Figura 7: Compuerta y conexión de agua	14
Figura 8: Tanque de café despulpado	15
Figura 9: Salida de desecho de pulpa	15
Figura 10: Café despulpado con exceso de frutos sin despulpar	15
Figura 11: Diagrama de flujo	16
Figura 12: Mapeo del proceso de la empresa Finca Quiroz S.A. de C.V.	16
Figura 13: Ciclo de la calidad	19
Figura 14: Despulpadora de disco	23
Figura 15: Efecto de las seis grandes pérdidas en el tiempo de operación del equipo	30
Figura 16: Metodología por bloques	36
Figura 17: Proceso de trabajo de la máquina despulpadora de disco de Finca Quiroz S.A. de C.V.	39
Figura 18: Comportamiento de disponibilidad febrero 2019-abril 2019 (OEE) ...	41
Figura 19: Comportamiento de eficiencia febrero 2019-abril 2019 (OEE)	42
Figura 20: Comportamiento de calidad febrero 2019-abril 2019 (OEE)	42
Figura 21: Porcentaje de defectos y retrabajos durante los meses de febrero 2019 a abril 2019	43
Figura 22: Comportamiento de OEE durante los meses de febrero 2019 a abril 2019	44
Figura 23: Descripción de las actividades para la aplicación de la mejora continua	47
Figura 24: Rendimiento de máquina despulpadora de Finca Quiroz S.A. de C.V.	49
Figura 25: Propuesta de equipo de mejoramiento	50
Figura 26: Plan maestro para el desarrollo de TPM en Finca Quiroz S.A. de C.V.	52
Figura 27: Como ubicar los objetos según frecuencia de uso	56
Figura 28: Horizonte del proyecto	58



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Elementos que no le agregan valor al proceso	12
Cuadro 2: Identificación del PSDI del proceso de transformación de café	17
Cuadro 3: Clasificación OEE	25
Cuadro 4: Especificaciones técnicas de la máquina despulpadora de disco	39
Cuadro 5: Descripción de las actividades de la etapa	40
Cuadro 6: Resultados OEE Finca Quiroz S.A. de C.V.	40
Cuadro 7: Relación de defectos OEE	43
Cuadro 8: Índice del mes de febrero 2019 a abril 2019 (OEE)	44
Cuadro 9: AMEF área de despulpado	45
Cuadro 10: Valor NPR	49
Cuadro 11: Cronograma de actividades de plan de mejoramiento	50
Cuadro 12: Ruta de inspección	53
Cuadro 13: Actividades de limpieza	54
Cuadro 14: Actividades de lubricación	54
Cuadro 15: Actividades de ajuste	54
Cuadro 16: Actividades de inspección	55
Cuadro 17: Propuesta de AMEF con mejora	57
Cuadro 18: Costos de implementación inicial	58
Cuadro 19: Costos primer trimestre	59
Cuadro 20: Costos segundo y tercer trimestre	59
Cuadro 21: Materia prima en desperdicio y reprocesada	59
Cuadro 22: Ganancias plan de mejora	59
Cuadro 23: Inversión total	60





CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El presente estudio de caso, se elaboró con el propósito de poner al alcance de una empresa, productora de café, una evaluación sobre la eficiencia de la maquinaria de la etapa de despulpado, que brinde las herramientas básicas, y sirva de guía para que la alta dirección pueda orientarse en realizar de una manera segura las actividades de producción, así mismo, les permita obtener beneficios en el trabajo y una mejor rentabilidad a la empresa.

En primera instancia se muestra información de algunas de las características descriptivas de la empresa, de las labores que realizan y del proceso, así mismo del área en la que se va a desenvolver el proyecto.

Posteriormente, se presenta cuál será la problemática a resolver mediante un diagrama de Ishikawa para su mejor comprensión y cuáles son las actividades que no le generan valor al proceso.

En seguida se muestran los alcances y limitaciones que conlleva la planeación del proyecto, tomando en cuenta los tiempos, las actividades a seguir y documentación de la empresa.

Se muestran los aspectos teóricos de temas básicos sobre el proceso y temas a abordar durante el proyecto.

Se explican cada una de las etapas de la metodología a seguir para la realización del proyecto, con ayuda de un diagrama de bloques el cual va a dirigir en orden las actividades.

Posteriormente, se realizan las actividades de extracción y análisis de datos en el área donde se encuentra la problemática a resolver, por medio de la metodología “Eficiencia General de los equipos” (OEE). Enseguida, se aplicó una herramienta de mejora continua llamada Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF) donde se identificaron las principales acciones, actividades o causas que originan problemas, retrasos o entorpezcan las tareas realizadas en esta etapa de trabajo (actividades sin valor al proceso), y en base a los resultados se realizó un diagrama de causa efecto para conocer la causa principal que origina problemas en el proceso. Posteriormente, se realizó una propuesta de mejora a través de la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM), cuyo propósito es la transformación del método de trabajo actual para mejorar el proceso.

1.1 Pregunta de investigación

¿En el proceso de despulpado de café las actividades que intervienen en la máquina desulpadora, afectan en gran medida la eficiencia de la máquina, presentando un bajo nivel de calidad en el proceso?

1.2 Objetivo general

Evaluar la eficiencia de la máquina de despulpado de café, analizando las variables que afectan su operatividad, a través de un estudio estadístico y herramientas de mejora continua.



1.3 Objetivos específicos

- Conocer el funcionamiento de la maquinaria empleada dentro del proceso a través de un mapeo de procesos y un diagrama de bloques.
- Medir el comportamiento actual de la maquinaria de despulpado de café a través del cálculo del indicador OEE.
- Identificar las principales variables que intervienen en la operatividad y analizarlas a través de un análisis de modos y efecto de fallas (AMEF).
- Identificar el problema principal que causa la variabilidad en el funcionamiento de la maquinaria a través de un diagrama causa y efecto.
- Desarrollar una propuesta de mejora en base al resultado obtenido en el diagrama causa y efecto a través de herramientas de mejora continua.

1.4 Descripción de la empresa

El estudio de caso se realizó en una empresa del sector privado, que tiene la obligación de brindar productos de calidad que satisfagan la mayoría de las exigencias que el mercado requiera, aplicando sus recursos con la mayor eficiencia para cumplir con sus propósitos, brindar una taza de excelencia a precios competitivos, de calidad, cumpliendo con los pedidos y tiempos de entrega. La empresa cuenta con la venta de café pergamino, café oro, café tostado en grano o molido y grano de café cubierto con chocolate.

1.4.1 Misión

El beneficio de café, es una empresa dedicada a producir y comercializar café de excelencia logrando la satisfacción del cliente bajo responsabilidad, trabajo en equipo, valores, respeto al medio ambiente, esfuerzo y dedicación del talento humano de cada uno de nuestros trabajadores.

1.4.2 Visión

Ser una marca reconocida de café mexicano y mejor opción de compra a nivel nacional e internacional, logrando un producto bajo excelente calidad que genere satisfacción y bienestar en nuestros clientes.

1.4.3 Política de calidad

En el beneficio de café actuamos bajo el marco estratégico contemplado en nuestra Misión, Visión y Valores. Estamos comprometidos con una Política de Gestión Integral desde:

- Calidad y Seguridad del café: satisfacer a nuestros clientes y consumidores con productos de calidad, confiables e inocuos, con estricto cumplimiento de principios de seguridad alimentaria y ofreciendo un excelente servicio.
- Gestión Ambiental: prevenir y controlar los aspectos ambientales, optimizando el uso de los recursos.
- Gestión de Riesgos y continuidad de negocios: Gestionar integralmente los riesgos de la organización, y establecer acciones de prevención y mitigación, en aras de la protección de los recursos, la continuidad del negocio, la tranquilidad de los colaboradores y la generación de confianza en los grupos de interés.
- Seguridad y Salud en el Trabajo: fomentar una cultura de prevención y control, en las condiciones relacionadas con la seguridad y salud del personal, brindando un mejor entorno laboral.
- Empresa Familiarmente Responsable: Promover el desarrollo humano y la felicidad de nuestros colaboradores y la de sus familias, buscando el balance de la vida laboral, personal y familiar en todos los niveles de la organización.



1.4.4 Valores

- **Respeto:** Conducirnos con austeridad y sin ostentación, y otorgan un trato digno y cordial a las personas en general y a sus compañeros de trabajo, superiores y subordinados, considerando sus derechos, de tal manera que propician el diálogo cortés y la aplicación armónica de instrumentos que conduzcan al entendimiento, a través de la eficacia y el interés público.
- **Equidad de género:** Garantizamos que tanto mujeres como hombres accedan con las mismas condiciones, posibilidades y oportunidades a los bienes y servicios; a los programas y beneficios institucionales, y a los empleos y cargos.
- **Cooperación:** Colaborar entre sí y propiciar el trabajo en equipo para alcanzar los objetivos comunes previstos en los planes y programas, generando así una colectividad y confianza.
- **Compromiso con la Excelencia:** Nuestro compromiso es demostrar la excelencia en todas las esferas de nuestro trabajo y en nuestra interacción con clientes, accionistas, proveedores, colegas, socios y sociedad en general, además nos comprometemos a actuar con racionalidad, profesionalidad, rigor, autodisciplina, perseverancia y espíritu de equipo.
- **Integridad:** Se actúan siempre de manera congruente con los principios que se deben observar en el desempeño de un empleo, cargo, comisión o función, convencidos en el compromiso de ajustar su conducta para que impere en su desempeño una ética que responda al interés de la empresa y generen certeza plena de su conducta frente a todas las personas con las que se vincule u observen su actuar.
- **Liderazgo:** El personal es la guía, ejemplo y promotor del Código de Ética y las Reglas de Integridad; fomentan y aplican el desempeño de sus funciones los principios, así como aquellos valores adicionales.
- **Transparencia:** El ejercicio de sus funciones proteger los datos personales que estén bajo su custodia.

1.4.5 Organigrama de la empresa

La organización de la empresa está distribuida entre el personal por niveles, dependiendo sus roles, actividades y responsabilidades. Como resultado se establece el orden, disciplina y una mejor toma de decisiones (ver figura 1).

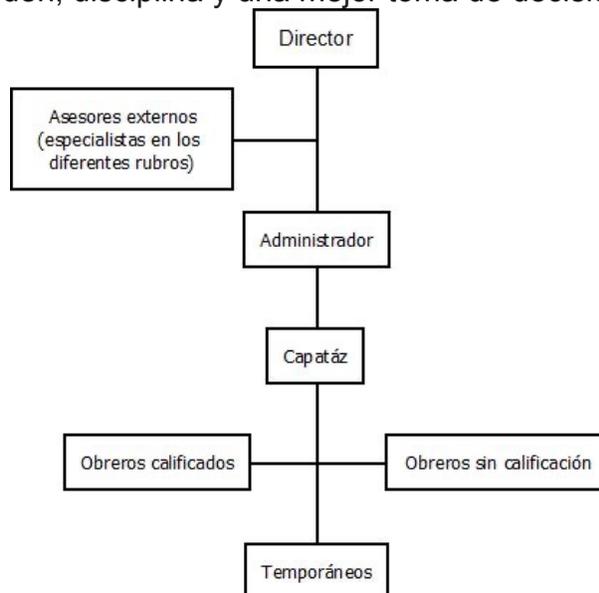


Figura 1: Organigrama general de la empresa

Fuente: Elaboración propia

1.5 Planteamiento del problema

A continuación, se muestran las distintas problemáticas que existen dentro la empresa, presentadas mediante el uso de una de las herramientas básicas de la calidad.

Se llevó a cabo un recorrido en la planta, observando y analizando los procesos que realizan, para poder detectar fallas y posibles problemas, para seleccionar la que más repercute en las actividades de la planta y proponer una solución.

Se realizó un estudio mediante un diagrama de Ishikawa, donde se presentan las problemáticas detectadas que hay dentro de la empresa. (ver figura 2).

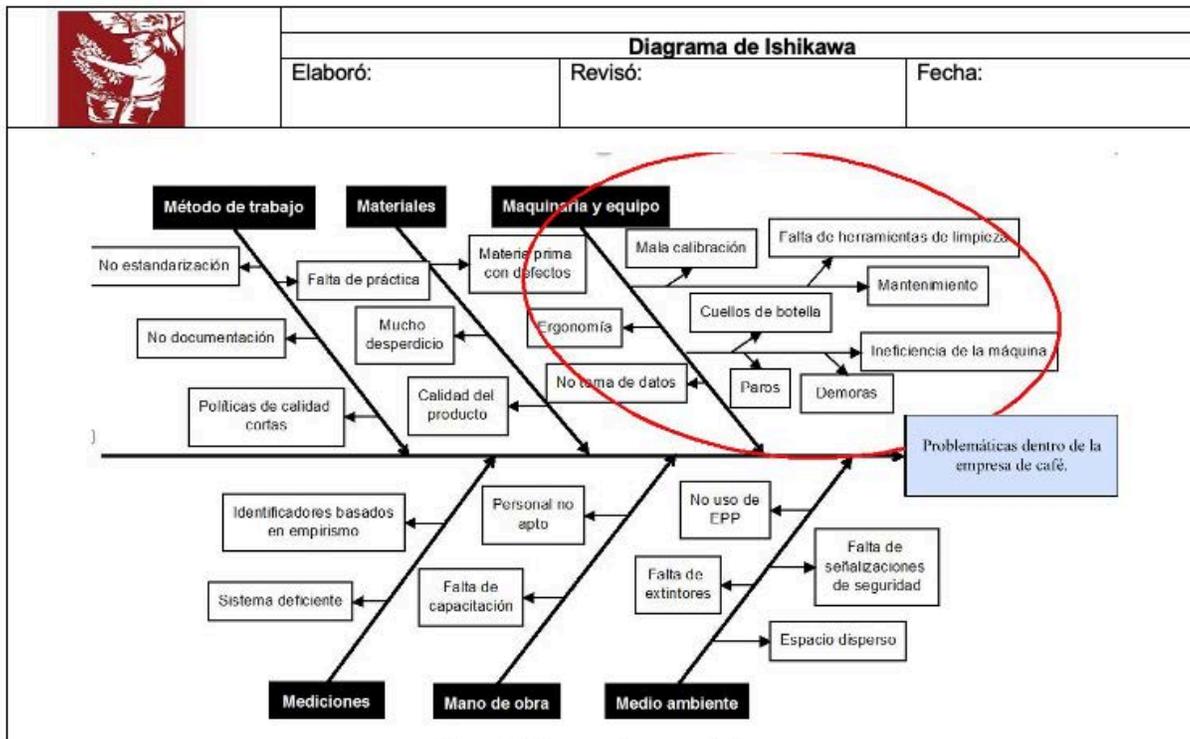


Figura 2: Diagrama de causa efecto.

Fuente: Elaboración propia, basado en Gutiérrez, (2010)

El diagrama demuestra que la principal problemática se encuentra dentro de la clasificación de “Maquinaria y equipo”, donde las ramificaciones de “ineficiencia de la máquina” y “mantenimiento” llevan la mayor cantidad de causas. Por lo que es aquí donde se va a trabajar el proyecto, buscando posibles soluciones y proponer la que mejor se adecue al proceso y empresa.

1.6 Elementos que no le agregan valor al proceso

En la empresa existen constantes problemáticas durante la transformación de café cereza, esto se debe a que el tiempo de procesamiento se atrasa por paros en el equipo, desequilibrio en el ritmo de trabajo del operario, cuello de botella en el aparato, entre otras; es decir, existen actividades que no le agregan valor al producto (ver cuadro 1). Estas actividades repercuten en la economía de la empresa, ya que disminuye la ganancia, no le agrega valor al producto, disminuye la eficiencia de la maquinaria y los trabajadores, además de que disminuye la calidad del café.

Para disminuir el impacto de estas actividades que no agregan valor al producto se pretende medir el comportamiento actual de la máquina despulpadora (etapa de

despulpado) ya que es en esta parte del proceso de transformación es donde hay mayor cantidad de inconvenientes que son un problema para la empresa, por medio de un estudio de cálculo del indicador OEE, el cual pretende ser la solución óptima de pronóstico, y tiene por objetivo obtener la máxima productividad y eficiencia de los procesos de fabricación, maximizar el rendimiento de la máquina, incrementar la calidad del proceso, reducir costos de reparación de la máquina y por ende, ayudar a la empresa a ser más competente.

Cuadro 1: Elementos que no le agregan valor al proceso

	Elementos que no le agregan valor al proceso		
	Elaboro:	Revisó:	Fecha:
Desperdicio	Descripción		
Sobreproducción	<ul style="list-style-type: none"> ➤ No existe, la producción siempre es bajo pedido y no se produce más de lo que se pide. 		
Exceso de inventarios	<ul style="list-style-type: none"> ➤ No existe, ya que lo que se almacena en bodega es lo que se va procesando durante el resto del año, a como lo van pidiendo los clientes. 		
Productos defectuosos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En ocasiones debido al cuidado que se le brinde al café mientras se encuentra en la planta, tiende a adquirir pequeñas incrustaciones de roya, o también, prolongar el tiempo de cosecha hace que se seque el fruto, por lo que traerá consecuencias en su transformación. ➤ En ocasiones la máquina de despulpado no se calibra correctamente por lo que las semillas de café tienden a quebrarse o a pasar con cáscara (epicarpio). 		
Reproceso	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En ocasiones el café cereza tiene que ser reprocesado debido a que en el despulpado no se desprendió del todo de la cáscara (epicarpio), esto debido a que la máquina estaba mal calibrada o el fruto muy pequeño. ➤ A veces se tiene que repetir la etapa de lavado, esto a consecuencia de que el operario no lo enjuagó bien. 		
Esperas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En repetidas ocasiones el proceso se ve forzado a detenerse debido a la falta de materia prima en la tolva de la máquina de despulpado, esto porque el operario no se da abasto en abrir y cerrar compuerta y en vaciar tolva. ➤ Algunas veces el proceso de despulpado debe detenerse debido a un paro de la máquina, consecuencia de un atasco en la compuerta de la tolva por exceso de basura (hojas, pequeñas ramas) o que el café se encuentra en un estado sobre maduro lo cual dificulta su fluidez en la máquina. 		
Movimientos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El operario de la máquina de despulpado en ocasiones tiene que ser suplido por trabajadores con menos experiencia en el área, por lo que tardan un poco más de lo debido y se distraen con demás trabajadores. ➤ Algunas veces los nuevos trabajadores no saben lo suficiente como para realizar sus actividades, por lo que tienen que localizar y preguntar al supervisor cómo hacerlo 		
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La planta de transformación está dividida en dos: el área de beneficio (despulpado, fermentación, lavado y secado) y el área de industrialización (morteado, tostado, molido y empaque). 		

Fuente: Elaboración propia, basado en Eckes, (2006)



1.7 Evaluación de la productividad

Para la evaluación de la productividad se tomó como referencia los tiempos de operación, de inspección, transporte, esperas y almacén, para lo cual se utilizó el Diagrama de flujo de proceso, (ver figura 3) para la toma de estos tiempos requeridos tomando como base una tonelada de café cereza.

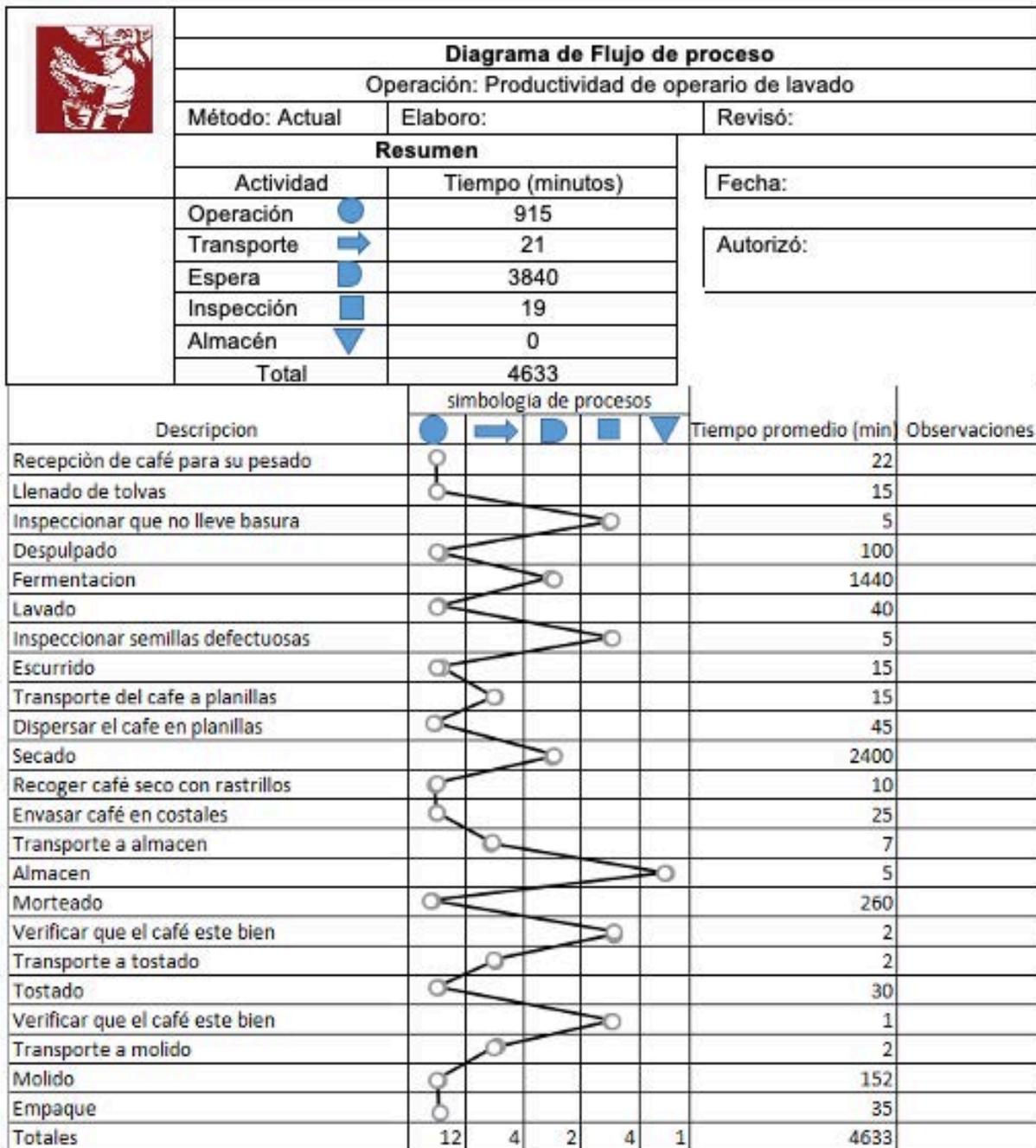


Figura 3: Diagrama de flujo del proceso
 Fuente: Elaboración propia, basado en Eckes, (2006)



Para medir la productividad de proceso en general, la fórmula a considerar es la siguiente:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Tiempo total (operación, inspección, esperas, transporte y almacén)}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{749}{4633} = 0.1616 = 16\%$$



Figura 4: Productividad en el área de producción

Fuente: Elaboración propia

El proceso de producción del beneficio de café tiene el 16% de productividad, la cual es baja y se debe principalmente a que existe varias actividades que no agregan valor al producto, por ejemplo, el transporte o el tan largo tiempo de fermentado y secado.

1.8 Descripción del área donde se participó

El área de trabajo donde se realizó este proyecto es en la etapa de despulpado (ver figura 5). En esta área, se coloca el café en una tolva (ver figura 6) que se encuentra conectada a la maquina despulpadora accionada mediante energía eléctrica, al mismo tiempo a una fuente de agua. El operario abre la compuerta y empieza a caer el café, así mismo tiene la manguera de agua abierta durante todo el proceso (ver figura 7). El café cereza pasa a despulpar a través de un disco despulpador (fundido de acero), éste arranca la pulpa ya que está dotado de puntos sobresalientes (dientes), separando el grano y llevándolos hacia un tanque de recolección (ver figura 8) y la pulpa a otro punto de desechos (ver figura 9).



Figura 5:
Despulpadora de
café
Fuente: Propia



Figura 6: Tolva llena de café cereza
Fuente: Propia



Figura 7: Compuerta y conexión de
agua
Fuente: Propia





Figura 8: Tanque de café despulpado
Fuente: Propia



Figura 9: Salida de desecho de pulpa
Fuente: Propia

Debe realizarse inmediatamente después de cosechado el café cereza. El retraso en el despulpado del café, por más de 6 horas, afecta la bebida y puede originar el defecto denominado fermento. La presencia de frutos sin despulpar y de pulpa en el grano, ocasiona café con sabor a fermento, defecto que se acentúa en la medida que aumenta el porcentaje de grano sobre maduro en el café cosechado y/o el número de granos semidespulpados y/o se retrasen las operaciones de separación de pulpa y mucílago en el proceso de beneficio (ver figura 10).



Figura 10: Café despulpado con exceso de frutos sin despulpar
Fuente: Propia

1.9 Descripción general del proceso

Las actividades involucradas en el proceso productivo que lleva a cabo la finca cafetalera objeto de estudio se encuentran divididas en fases, por medio de un beneficio húmedo. Estas actividades se muestran en un diagrama de flujo para su mayor comprensión (ver figura 11).





Figura 11: Diagrama de flujo
 Fuente: Elaboración propia. Basado en Niebel y Freivalds, (2008)

1.10 Mapa de procesos

Para poder conocer mejor el proceso en sentido técnico, se realizó un mapa de procesos de todas las actividades que se llevan a cabo dentro de la empresa para poder obtener el producto de café (ver figura 12).

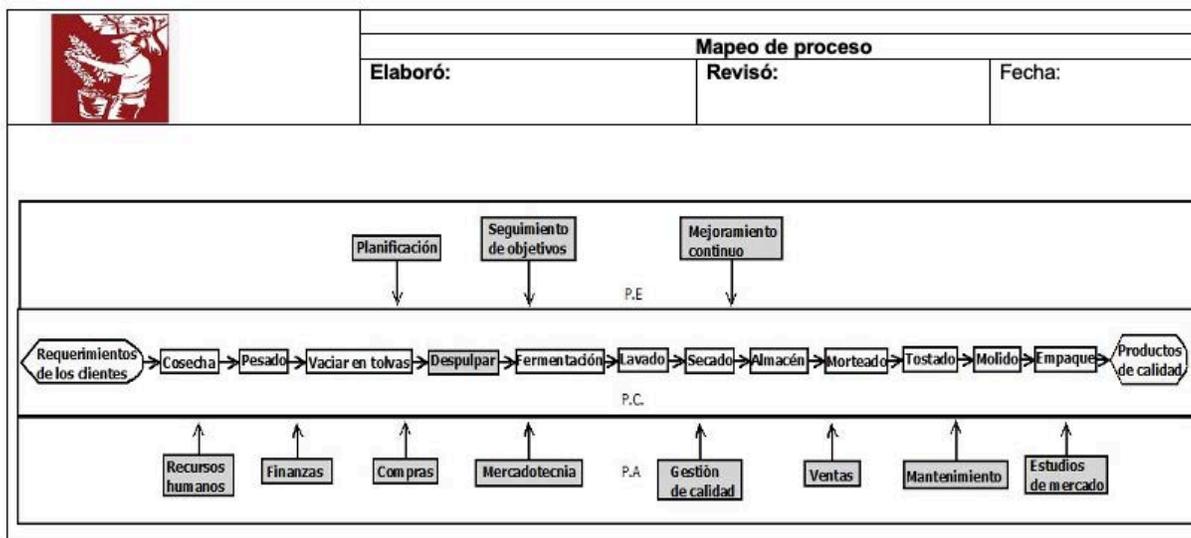


Figura 12: Mapeo del proceso de la empresa
 Fuente: Elaboración Propia, basado en Pérez, (2009)



Cuadro 2: Identificación del PSDI del proceso de transformación de café

Identificación del PSDI		
P	Producto	<ul style="list-style-type: none"> • Café molido: Tostado leve, medio, alto.
S	Servicio	A demás beneficios: <ul style="list-style-type: none"> • Mortejar • Tostar • Moler
D	Documento	Manual de procedimientos
I	Tareas y actividades de Información	Etapas del beneficio húmedo <ul style="list-style-type: none"> • Recepción del café para su pesado • Llenado de tolvas • Despulpe • Fermentación • Lavado • Secado • Almacén • Morteado • Tostado • Molido • Envasado • Almacén

Fuente: Elaboración propia, basado en NOM ISO 9001:2015

Como se observa, la empresa cuenta con las áreas necesarias para ofrecer al cliente calidad en su producto, además de la documentación necesaria para la realización correcta del proceso en general. De igual manera se define el PSDI del proceso para conocer la importancia de este en la cadena de producción.





CAPÍTULO 2

FUNDAMENTO TEÓRICO

FUNDAMENTO TEÓRICO

Para la realización de este estudio de caso se abordaron distintos conceptos, metodologías y herramientas para lograr una evaluación exitosa del tema sujeto a estudio, los cuales se muestran a continuación.

2.1 Conceptos base

2.1.1 Calidad

Este es un concepto primordial para toda empresa que quiere ser competente en su mercado, así como cumplir con los estándares que los clientes esperan que cumplan se tiene muchos conceptos de esta importante palabra como lo dicho por Pulido sosteniendo que “la calidad es el juicio que el cliente tiene sobre un producto o servicio, resultado del grado con el cual un conjunto de características inherentes al producto cumple con sus requerimientos” (Pulido y De La Barra, 2009), o lo dicho por Crosby: “Calidad es el cumplimiento con los requisitos. Así que la calidad consiste en los requerimientos del cliente” (Crosby, 1998), por lo tanto, conocer lo que realmente se significa este concepto es muy importante para las organizaciones que quieren tener éxito (ver figura 13).

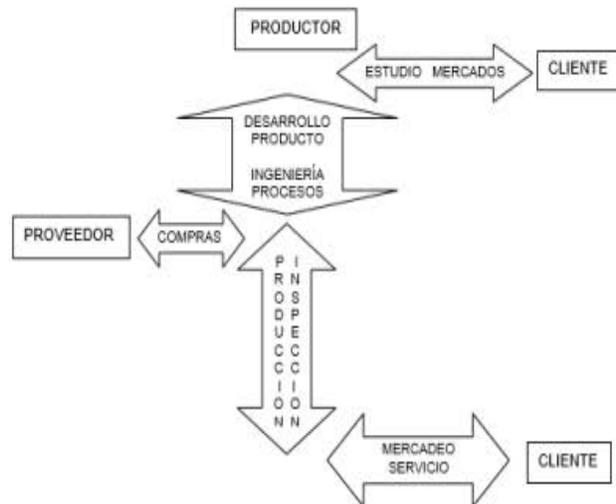


Figura 13: Ciclo de la calidad
Fuente: Rendón, 2013

2.1.2 Defecto

Carencia o falta de las cualidades propias y naturales de una cosa o a cualquier imperfección (Camisón et al., 2008).

2.1.3 Producto

El producto constituye el elemento que posibilita la satisfacción de las necesidades del cliente. Las propiedades o características son de muy diversa índole, relevancia y pertinencia, e incluyen aspectos tales como: desempeño, confiabilidad, apariencia, seguridad, durabilidad, facilidad de reparación y mantenimiento, facilidad de “uso”, servicio al cliente, disponibilidad, cumplimiento, garantías, disponibilidad de instructivos y documentación, relación beneficio – costo, compatibilidad, amabilidad, comodidad, textura, sabor, olor, precisión, tamaño, peso, volumen, fidelidad, eficiencia, dureza, pureza, exclusividad, elegancia, resistencia, flexibilidad, entre muchos otros (Rendón, 2013).



2.1.4 Desperdicio

Se ha definido el despilfarro o desperdicio como todo aquello que no añade valor al producto, o que no es absolutamente esencial para fabricarlo. El valor se añade cuando las materias primas se transforman del estado en que se han recibido en otro estado de un grado superior de acabado que algún cliente está dispuesto a comprar (Ruiz, 2016).

2.1.5 Productividad

Se entiende como la relación entre lo producido y los medios empleados. De manera que mejorar la productividad es optimizar el uso de los recursos y maximizar los resultados. De aquí que la productividad suela dividirse en dos componentes: eficiencia y eficacia (Pulido, 2009).

2.1.6 Eficiencia

Optimización del recurso para cumplir con las especificaciones de calidad y cantidad establecidas (González et al., 2016).

2.2 Beneficio húmedo de café

El beneficio húmedo del café es la transformación del café cortado de la planta hacia café pergamino seco. Este se realiza por distintas etapas que tienen distintas funciones para lograr una transformación correcta. Entre estas etapas se encuentra la recolección, recibo, primera clasificación, despulpado, segunda clasificación, fermentación, remoción del mucílago, lavado, tercera clasificación, secado, y almacenamiento y manejo productos secundarios (ANACAFE, 2018).

2.2.1 Proceso de beneficio húmedo de café

a) Recolección de café

Durante la recolección se realizan varios cortes en donde únicamente se recolectan los frutos maduros, y hasta que es necesario en el último corte se realiza la recolección de todo fruto sobrante en la planta. Durante los cortes si se y mezclan frutos verdes, semimaduros, sobremaduros, brocados, secos, entre otros, repercute directamente en la calidad del café además que se ve afectado el proceso en sí. Una parte muy importante de esta etapa son las condiciones climatológicas del área, esto debido a que la precipitación hará que se retrase la maduración del grano y este caiga de la planta. Por otro lado, poca lluvia hace prematuramente madurar el grano. Debido a estas variables se debe contar con el suficiente personal para que una finca esté preparada para esto (ANACAFE, 2018).

b) Recepción de café

Este ocurre cuando se comienza la etapa post-cosecha del grano, únicamente se recibe el grano maduro, que dependiendo la variedad así serán sus características físicas, además que no se mezcla granos de distintos días de corte. Hay dos formas para recibir el café, puede ser por volumen o peso. Dependiendo de las características de la producción y las variantes del área y capital, así selecciona el tipo. En Guatemala sifón tradicional, seco y semiseco son los recibidores más utilizados (ANACAFE, 2018).



c) Primera Clasificación

Para esta clasificación la que mejores resultados tiene es con el sifón tradicional. En esta se tiene un tanque en forma de pirámide invertida. En este se permite el almacenamiento del grano cerezo y se clasifica a través de densidades. Los frutos menos densos y enfermos flotan y se procesan de otra calidad. Mientras que los más desarrollados debido a su mayor densidad se hunden y se procesan los granos de la mejor calidad. De esta forma también se evita el procesamiento de objetos no deseados como ramas, hojas y piedras que pueden dañar la maquinaria. (Alvarado y Rojas, 2007).

d) Despulpado de café

Esta etapa del proceso es cuando se separa el grano de la pulpa, que es el epicarpio del fruto. El despulpado es una etapa totalmente mecánica y por la misma razón se debe realizar con uniformidad en cuanto a madurez, tamaño y procedencia. Se debe disponer de una despulpadora adecuada para la producción y variedad del café, el cual se debe calibrar periódicamente. Y siempre estar al tanto del mantenimiento respectivo a las máquinas para que su funcionamiento sea el ideal (Pineda, Reyes, & Oseguera, 2012).

Aproximadamente el 40% es lo que representa el peso de la pulpa en un fruto, por lo que es el subproducto más voluminoso del beneficiado. La densidad aparente de la pulpa fresca y suelta es de aproximadamente 249 kg por metro cúbico, de manera que de cada 4,535 kg de café maduro se producirán 1,814kg de pulpa, que ocupan aproximadamente 7 metros cúbicos. Este material se compacta y después de 24 horas la densidad es de 453 kg por metro cúbico. Por esta razón es que se toman procesos para la pulpa como desecho, esta se procesa para elaborar abono orgánico que se utiliza en almacigos o en plantas luego de la cosecha (ANACAFE, 2018).

e) Segunda Clasificación

La segunda clasificación se refiere a la selección de granos luego del despulpe, este se selecciona según su densidad o tamaño. En esta etapa se separan del proceso los granos deformes o enfermos con la finalidad de obtener uniformidad en el producto. Además, aquí se eliminan los sobrantes de pulpa o cerezos sobrantes de la primera clasificación, evitando así efectos en la apariencia y en una fermentación dispareja. Existe maquinaria especial para la segunda clasificación, en estas se pueden mencionar las cribas giratorias y zarandas oscilantes. Estas maquinarias se seleccionan 6 dependiendo de los requerimientos de la finca en cuanto a producción, calidad y capital a utilizar (ANACAFE, 2018).

f) Remoción del Mucílago

Entre el 15.5 y el 22 % es lo que representa el mucílago en peso en un fruto de café regular. La composición química del mucílago es 33% de materias pécticas totales, 30% de azúcares reductores, 20% de azúcares no reductores y 17% de celulosas cenizas y otros componentes. Además, estos componentes generan entre 5.6 y 6.0 de pH. El mucílago se debe retirar de la parte superficial del grano para poder procesarlo. Y por ser un material insoluble, se debe solubilizar para que sea un proceso más sencillo. El mucílago se puede degradar a través de una fermentación natural, y este proceso es el más utilizado en los beneficios húmedos de café, Este método es bioquímico y se realiza en tanques de fermentación que su tamaño depende de la cantidad de producción diaria de la finca (ANACAFE, 2018).



El tiempo que el producto se mantiene en estos tanques para la fermentación dependen de las características climáticas del área, ya que la temperatura incide directamente sobre el tiempo. Regularmente es los periodos van desde 6 a 48 horas. El tiempo en que el producto se encuentra a punto se puede medir introduciendo un palo rollizo en diferentes partes del producto, si al sacarlo los granos tapan el orificio todavía falta tiempo. Si al sacar el palo queda el orificio abierto, se muestrea diferentes partes del producto, se lava y luego se frota. Si este tiene una textura áspera, el producto se encuentra listo para el lavado. Hasta ahora no se ha encontrado un ensayo físico o químico que resulte práctico para determinar este punto de fermento. (ANACAFE, 2018).

g) Lavado del café

El lavado es la etapa del proceso de beneficiado en donde se remueve la miel que se encuentra adherida al grano, esta se puede quitar por dos tipos de lavado que son por método manual y mecánico. En el método manual se realiza a través de inmersión y correteo en un canal de agua con la utilización de paletas. Para este método la mano de obra a utilizar es mucho mayor al lavado mecánico, al igual que el tiempo. Por otro lado, el lavado mecánico utiliza bombas de sólidos y canales rectos con una pendiente uniforme de 0.75%, se trata de dar al canal un flujo laminar constante que permita la clasificación del café recién lavado. Para este proceso se debe utilizar agua limpia.

h) Tercera clasificación

En esta clasificación se obtienen distintas categorías de café, los de más baja calidad son conocidos como cafés vanos, siendo estos los de menor calidad vendida a un menor precio y usualmente no son cafés de exportación. La otra categoría son los cafés de tercera, estos tienen características que reducen la calidad del grado como por ejemplo un grano con pulpa adherida. Estos al igual que los vanos son vendidos en el mercado local y tienen un precio más bajo que los de primera. La categoría más alta y es el producto principal son los cafés de primera. Estos son los cafés más pesados y siendo los cafés con más alta calidad son los que se exportan desde Guatemala hacia distintas partes del mundo (Pineda, Reyes, y Oseguera, 2012).

i) Secado del café

Tipos de secado Una de las últimas etapas del beneficio húmedo, es el secado del producto. El objetivo de este proceso es reducir la humedad del grano café en 10 -12%. Para conocer el punto de secado se puede realizar con pruebas físicas midiendo la dureza del grano y el color, o se utiliza un medidor de humedad. El pergamino se endurece durante el secado, y más cuando temperaturas altas son utilizadas. El grano contiene células que reducen su tamaño durante el proceso de secamiento. Cuando esto sucede el calor no logra penetrar al interior del grano dando como resultado un secado variable. Además, cuando altas temperaturas son utilizadas, los componentes que dan las características organolépticas a la taza se volatilizan. Por esta razón el secado es una de las partes más importantes para obtener una buena calidad de café. El secado del café se puede realizarse dos



formas distintas, la primera es natural, a través de la energía solar y el aire se seca en patios de concreto. En este método los costos son más bajos, pero se necesita tener suficiente área para estos. Estos patios deben tener ciertas características como una pendiente máxima de 2%, no colocar el café con más grosor de 6 cm y evitar contaminación externa. Por otro lado, es importante conocer que el secado del café se puede realizar también mecánicamente. Existe distinta maquinaria utilizada con esta finalidad, pero la mayormente usada es por medio de secadoras tipo Guardiola de diferentes capacidades, en zonas de condiciones climáticas limitantes. El método más rápido y con mejor uso de los recursos para el secado del café es cuando se combina el secado en patio para escurrir y el método mecánico para llegar al punto (ANACAFE, 2018).

j) Almacenamiento del café procesado

La comercialización del café requiere de más tiempo dependiendo de las características del área, variación en el precio y demanda del producto. Existe una gran variedad de tipos de instalaciones en las que se puede almacenar el café pergamino seco, las cuales van desde estibas de sacos, trincheras, silos planos o bodegas hasta silos metálicos para almacenamiento de muchas formas, tamaños y tipos de construcción. El objetivo del almacenamiento es mantener la calidad y la cantidad del producto, basándose en mantenerlo alejado de daños por factores climáticos, Fito patógenos, insectos y de malos olores que el producto pueda adquirir. El método más utilizado en Guatemala para el almacenamiento es en sacos. Y también se utiliza por excelencia en almacenamiento de café oro (Robles, 2010).

2.3 Máquina despulpadora de café

Las despulpadoras de discos retiran la pulpa por medio de un disco que gira y exprime la cereza de café contra la barra despulpadora, esta barra puede ser calibrada de acuerdo al tamaño del fruto, de esta manera se previene el daño del grano. La pulpa y el grano son separados por medio de una placa (pechero) que dirige el curso de cada uno de ellos (ver figura 14). Las despulpadoras de disco pueden contar hasta con cuatro discos con una capacidad de una tonelada de café despulpado por hora cada uno, su rendimiento puede disminuir con el tiempo con respecto a las despulpadoras de cilindro.

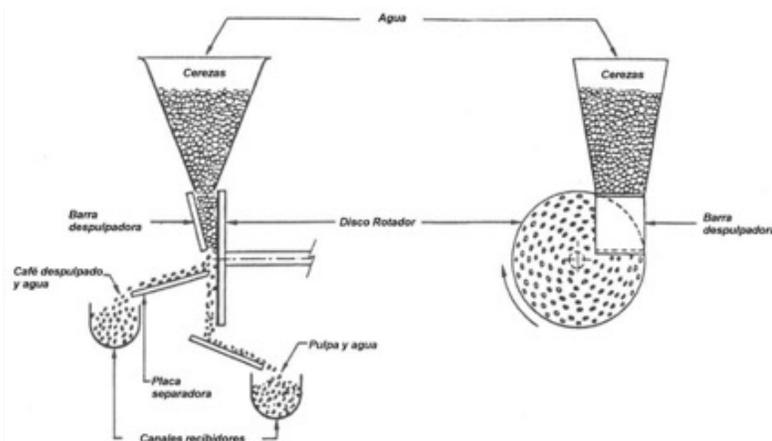


Figura 14: Despulpadora de disco
Fuente: J.N. Wintgens, 2004



2.4 Eficiencia general de los equipos OEE

El OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos) es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. Es un indicador que se emplea para medir el rendimiento y productividad de las líneas de producción en las que la maquinaria tiene gran influencia.

La ventaja del OEE frente a otras razones es que mide, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, el rendimiento y la calidad. Tener un OEE del 40%, significa que de cada 100 piezas buenas que la máquina podría haber producido, sólo ha producido 40.

Se dice que engloba todos los parámetros fundamentales, porque del análisis de las tres razones que forman el OEE, es posible saber si lo que falta hasta 100% se ha perdido por disponibilidad (la maquinaria estuvo cierto tiempo parada), rendimiento (la maquinaria estuvo funcionando a menos de su capacidad total) o calidad (se ha producido unidades defectuosas) (Cruelles, 2010).

OEE fue utilizado por primera vez por Seiichi Nakajima, el fundador del TPM (Total Productive Maintenance), como la herramienta de medición fundamental para conocer el rendimiento productivo de la maquinaria industrial. Su reto fue aún mayor al crear un sentimiento de responsabilidad conjunta entre los operarios de las máquinas y los responsables de mantenimiento para trabajar en la mejora continua y optimizar la Eficiencia Global de los Equipos. Los objetivos del OEE tienen como finalidad hacer más productiva y eficiente la planta, por lo tanto, la reducción de costos (Guide to improving OEE, 2015).

2.4.1 Cálculo del OEE

El OEE resulta de multiplicar otras tres razones porcentuales: la Disponibilidad, el Rendimiento y la Calidad.

$$\text{OEE: Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

Donde:

Disponibilidad: cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que se planificó que estuviera funcionando.

Rendimiento: durante el tiempo que ha 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 de todos. Cuánto he fabricado bueno a la primera respecto del Total de la Producción realizada (Bueno + Malo) (Mohr, 2012).

2.4.2 Disponibilidad en OEE

La Disponibilidad resulta de dividir el tiempo que la máquina ha estado produciendo por el tiempo que la máquina podría haber estado produciendo. El tiempo que la máquina podría haber estado produciendo, es el tiempo total menos los períodos en los que no estaba planificado producir por razones legales, festivos, almuerzos, mantenimientos programados, etc., lo que se denominan Paradas Planificadas (Cruelles, 2010).

$$\text{Disponibilidad: } \frac{\text{Tiempo disponible} - \text{Tiempos de paros}}{\text{Tiempo disponible}}$$



2.4.3 Rendimiento en OEE

El rendimiento resulta de dividir la cantidad de piezas realmente producidas por la cantidad de piezas que se podrían haber producido durante el tiempo de disponibilidad de la máquina. La cantidad de piezas que se podrían haber producido se obtiene multiplicando el tiempo en producción por la capacidad de producción nominal de la máquina (Cruelles, 2010).

$$\text{Eficiencia: } \frac{\text{Producción total}}{\text{Tiempo operativo} \times \text{Capacidad}}$$

Para tener el cálculo del tiempo operativo se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo operativo: } \text{Tiempo total} - \text{Tiempo planeado} - \text{Tiempo muert}$$

2.4.4 Calidad en OEE

El tiempo empleado para fabricar productos defectuosos deberá ser estimado y sumado al tiempo de Paradas, ya que durante ese tiempo no se han fabricado productos conformes.

Por lo tanto, la pérdida de calidad implica dos tipos de pérdidas:

Pérdida de Calidad, igual al número de unidades malas fabricadas.

Pérdida de Tiempo Productivo, igual al tiempo empleado en fabricar las unidades defectuosas.

Adicionalmente, en función de que las unidades sean o no válidas para ser reprocesadas, influyen: Tiempo de reprocesado, costo de tirar, reciclar, etc, las unidades malas.

Calidad: (Cantidad de piezas buenas)/(Cantidad de piezas producidas)

La OEE sólo considera buenas las piezas que salen conformes la primera vez, no las reprocesadas. Por lo tanto las unidades que posteriormente serán reprocesadas deben considerarse Rechazos, es decir, malas.

Por tanto, la Calidad resulta de dividir las piezas buenas producidas por el total de piezas producidas incluyendo piezas re trabajadas o desechadas (Cruelles, 2010).

2.4.5 Clasificación OEE

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 han alcanzado el nivel de excelencia (Cruelles, 2010). (Ver cuadro 3).

Cuadro 3: Clasificación OEE

OEE	Calificativo	Consecuencias
OEE < 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad.
65% < OEE < 75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora.
75% < OEE < 85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% < OEE < 95%	Buena	Buena competitividad
OEE > 95%	Excelente	Competitividad excelente

Fuente: Cruelles, 2010



La métrica OEE informa sobre las pérdidas y cuellos de botella del proceso y enlaza la toma de decisiones financieras y el rendimiento de las operaciones de planta, ya que permite justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones. Además, las previsiones anuales de mejora del índice OEE permiten estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc., de la planificación anual. Finalmente, la OEE es la métrica para cumplir los requerimientos de calidad y de mejora continua (Scodanibbio, 2009).

Lo que encontramos como causa del bajo índice de rendimiento en el cálculo es debido a seis pérdidas que considera en su evaluación que son:

- Pérdidas de tiempo del mantenimiento
- Pérdidas de tiempo de la disponibilidad
- Pérdidas de tiempo ocioso
- Pérdidas de reducción de la velocidad
- Pérdidas de tiempo de la calidad
- Pérdidas de tiempo de rendimiento.

2.4.6 Aplicación del OEE

- Recolección e ingreso de datos: los operadores de máquina deben registrar los datos de pérdidas en un formato de papel. Es entonces necesaria una codificación de las seis grandes pérdidas. El operador o el supervisor incorpora los datos después del cambio de turno.
- Acciones de la gerencia: la base de datos electrónica del OEE es sobre todo una herramienta de gerencia. Supervise y compare OEE para las células, los departamentos y la planta. Escudriñe y planee las inversiones del capital. Los supervisores pueden supervisar la productividad de células y de máquinas. Los operadores pueden supervisar tendencias de varias pérdidas y la toma/ sugerencia de acciones correctivas (Guide to improving OEE, 2015).

2.4.7 Análisis del OEE

El OEE no sólo es un indicador que se pueda medir como un valor absoluto, éste debe ser medido con respecto al tiempo; es decir, si actualmente una línea de producción se encuentra en un 65% de OEE y se puede establecer mejoras de acuerdo al análisis, se pueden establecer metas de 68% para el mes siguiente. Hay líneas que serán más convenientes que otras al momento de establecer mejoras, esto dependiendo del ciclo de vida del equipo.

Es fácil cometer el error de buscar un 100% del OEE para cada máquina. Esto disipa los esfuerzos del personal técnico y puede llevar a la sub optimización. Por lo tanto, se debe centrar la atención en los procesos cuellos de botella y restricciones del proceso a fin de priorizar los problemas que puedan provocarnos una parada o que puedan elevar mucho los costos (Scodanibbio, 2009).

2.5 Herramientas estadísticas de calidad

Estas son las siete herramientas llamadas indispensables para el control de calidad.

2.5.1 Diagrama de Pareto

El principio de Pareto que es conocido también como “el principio 80-20”. En él se establece que, en todos los problemas que hay por resolver, la solución de unas cuantas causas llamadas vitales (aproximadamente el 20 por ciento), nos dará la mayoría de los beneficios potenciales (aproximadamente el 80 por ciento) (Guajardo, 2008).



2.5.2 Diagrama de causa-efecto

También conocido como diagrama de pescado o Ishikawa, sirve para ordenar las causas que afectan o influyen en la calidad de un proceso, producto o servicio evaluando las causas desde distintas perspectivas para una mayor comprensión de lo que ocurre (Rendón, 2013).

2.5.3 Diagrama de estratificación

Diagrama en donde se emplea la estratificación que es la clasificación de un grupo de datos en series de causas con características similares. Su propósito es comprender que está sucediendo en un proceso encontrando la causa mayor de impacto en el mismo. (Carro y Gonzales, 2010).

2.5.4 Hoja de verificación

Formato impreso diseñado para recopilar fácilmente datos de factores y/o características previamente establecidas acerca de las cuales se describen los resultados de inspecciones, revisiones, opiniones de clientes, etc. (Gutiérrez, 2009).

2.5.5 Histograma

Estudio en el cual se registran diferentes datos de mediciones, como temperatura, presiones, espesores, etc. y en donde posteriormente se grafica en rangos mostrando su distribución (Rendón, 2013).

2.5.6 Diagrama de dispersión

Representan pares ordenados (X, Y) y a menudo se les denomina diagramas de correlación, ya que pretenden explicar un cambio en la variable dependiente Y en relación con un cambio observado en la variable independiente X. La dirección de la correlación puede ser proporcional (correlación positiva), inversa (correlación negativa), o bien puede no darse un patrón de correlación (correlación cero). En caso de que se pueda establecer una correlación, se puede calcular una línea de regresión y utilizarla para estimar cómo un cambio en la variable independiente influirá en el valor de la variable dependiente (Rendón, 2013).

2.5.7 Gráficos de control

Las gráficas de control se utilizan en la industria como técnica de diagnósticos para supervisar procesos de producción e identificar inestabilidad y circunstancias anormales. Una gráfica de control es una comparación gráfica de los datos de desempeño de proceso con los “límites de control estadístico” calculados, dibujados como rectas limitantes sobre la gráfica. Las gráficas de control constituyen un mecanismo para detectar situaciones donde las causas asignables pueden estar afectando de manera adversa la calidad de un producto. Cuando una gráfica indica una situación fuera de control, se puede iniciar una investigación para identificar causas y tomar medidas correctivas (Guajardo, 2008).

2.6 Diagrama de relaciones

El diagrama de interrelaciones, diagrama de relaciones o diagrama de flechas, le permite a un equipo identificar las conexiones lógicas y secuenciales entre el problema de un producto/ servicio o proceso y las ideas relacionadas con el mismo. El equipo de trabajo genera muchas ideas referentes al problema, luego identifica los patrones entre el problema y las ideas generadas. Frecuentemente las tarjetas creadas por un “brainstorming - diagrama de afinidad” constituyen un punto de partida para un diagrama de interrelaciones. Siempre es posible tener una sesión de “ideas súbitas u opiniones” para usarlas en este diagrama. Los diagramas de interrelaciones son útiles si el problema que se estudia:



- tiene complejas relaciones de causa y efecto o de objetivos a medias con ideas relacionadas
- necesita de la comprensión de su interrelación de un problema con ideas y conceptos para la solución del problema
- necesita de una comprensión total de sus relaciones lógicas y secuenciales con ideas relacionadas - se cree que es un síntoma y no un problema básico
- necesita mucho tiempo para solucionarse
- necesita de la dedicación de varios individuos, posiblemente en varios departamentos, para resolverse (participación por consenso).

Los diagramas de interrelaciones no son útiles si el problema es sencillo o necesita de una solución inmediata (UNIT , 2009).

2.7 Diagrama de flujo de proceso

El diagrama de flujo de proceso se usa para cada componente de un ensamble o sistema para obtener el máximo ahorro en la manufactura. El diagrama de flujo de proceso es valioso en especial al registrar costos ocultos no productivos, como distancias recorridas, retrasos y almacenes temporales, además de registrar las operaciones e inspecciones, estos diagramas muestran todos los movimientos y almacenamientos de un artículo en su paso por la planta (Niebel y Freivalds, 2008).

Los diagramas de flujo de procesos, por lo tanto, necesitan varios símbolos. Una flecha pequeña significa transporte, el cual puede definirse como mover un objeto de un lugar a otro excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección. Una letra D mayúscula representa un retraso, el cual se presenta cuando una parte no puede ser procesada inmediatamente en la próxima estación de trabajo. Un triángulo equilátero parado en su vértice significa almacenamiento, el cual se presenta cuando una parte se guarda y protege en un determinado lugar para que nadie la remueva sin autorización. Los diagramas de flujo de proceso de uso común son de dos tipos: productos o materiales y de personas u operativos. El diagrama de producto proporciona los detalles de los eventos que involucran un producto o un material, mientras que el diagrama de flujo operativo muestra a detalle cómo lleva a cabo una persona una secuencia de operaciones (Niebel y Freivalds, 2008).

2.8 AMEF

El AMEF o FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), es una técnica de prevención, utilizada para detectar por anticipado los posibles modos de falla, con el fin de establecer los controles adecuados que eviten la ocurrencia de defectos (Torralba y Burgos, 2013).

El Análisis del Modo y Efecto de la Falla es una herramienta de análisis para la identificación, evaluación y prevención de los posibles fallos y efectos que pueden aparecer en un producto/servicio o en un proceso (Torralba y Burgos, 2013).

El AMEF tiene tres finalidades de carácter preventivo, sistemático y participativo:

- **Carácter preventivo**
El anticiparse a la ocurrencia del fallo en los productos/servicios o en los procesos permite actuar con carácter preventivo ante los posibles problemas.
- **Sistematización**
El enfoque estructurado que se sigue para la realización de un AMEF asegura, prácticamente, que todas las posibilidades de fallo han sido consideradas.
- **Participación**
La realización de un AMEF es un trabajo en equipo, que requiere la puesta en común de los conocimientos de todas las áreas afectadas (Torralba y Burgos, 2013).



2.8.1 Objetivos del AMEF

- Identificar los modos de fallas potenciales y clasificar la severidad de su efecto.
- Evaluar objetivamente la ocurrencia de causas y habilidades de los controles para detectar la causa cuando ocurre.
- Clasificar el orden potencial de deficiencias de producto y proceso.
- Se enfoca a la prevención y eliminación de problemas de producto y proceso (Torral y Burgos, 2013).

2.9 TPM

El TPM se define como una estrategia agresiva que se centra en mejorar la función y el diseño de la producción e involucra a cada persona en la organización (Chandra y Shastri, 1998).

Así, se concluye que el TPM pretende aumentar la disponibilidad y eficacia de la maquinaria y equipo manteniéndolo en el nivel óptimo de servicio e incrementar su ciclo de vida; por ende, también con la inversión mínima en recurso humanos (Cooke, 2000), lo que permite disminuir y controlar la variación en el proceso de producción (Reed, 1996).

2.9.1 Descripción de las pérdidas

Fallas de equipo. Causadas por ambas fallas, esporádicas y crónicas. Las fallas esporádicas son por lo general obvias y fáciles de corregir (alguna cosa rota). Las fallas crónicas con frecuencia son ignoradas o negadas después de varios intentos poco exitosos de corregir el problema (Hortiales, 1997).

Tiempos de Acomodo y Ajuste. Las pérdidas durante los ajustes son resultado del tiempo de paro y producto defectuoso que surge cuando la producción de un artículo termina y el equipo se ajusta para cumplir con los requerimientos de otro artículo (Hortiales, 1997).

Ocio y Paros Menores. Los “paros menores” ocurren cuando la producción se interrumpe por un mal funcionamiento temporal o cuando la máquina está ociosa entre uno y otro producto (Hortiales, 1997).

Reducción de Velocidad. Las pérdidas de reducción de velocidad se refieren a la diferencia entre la velocidad de diseño y la de operación actual del equipo. Las pérdidas por velocidad con frecuencia son ignoradas en la operación del equipo. Aun cuando constituyen el obstáculo más grande para lograr la efectividad del equipo y deben ser estudiadas cuidadosamente (Hortiales, 1997).

Defectos del Proceso. Los defectos del proceso son pérdidas en calidad causadas por el equipo de producción (Hortiales, 1997).

Reducción de Rendimiento. Las pérdidas de rendimiento arranque son pérdidas cuantitativas que ocurren durante las etapas temporales (^producción - desde su principio hasta su estabilización - la cantidad de pérdidas por rendimiento varía con el grado de estabilidad de las condiciones de manufactura, nivel de mantenimiento de dados y equipo, y las habilidades técnicas de los operadores en la práctica, los números son sorprendentemente altos (Hortiales, 1997).



2.9.2 El efecto de las seis grandes pérdidas en el tiempo de operación del equipo
 La meta del TPM es aumentar la eficacia del equipo de forma que cada pieza del mismo pueda ser operada óptimamente y mantenida en este nivel. El personal y la maquinaria deben funcionar de manera estable bajo condiciones de averías y cero defectos. Aunque sea difícil acercarse al cero, el creer que los desperfectos cero puede lograrse es un requisito importante para el éxito del TPM (Hortiales, 1997). (Ver figura 15).

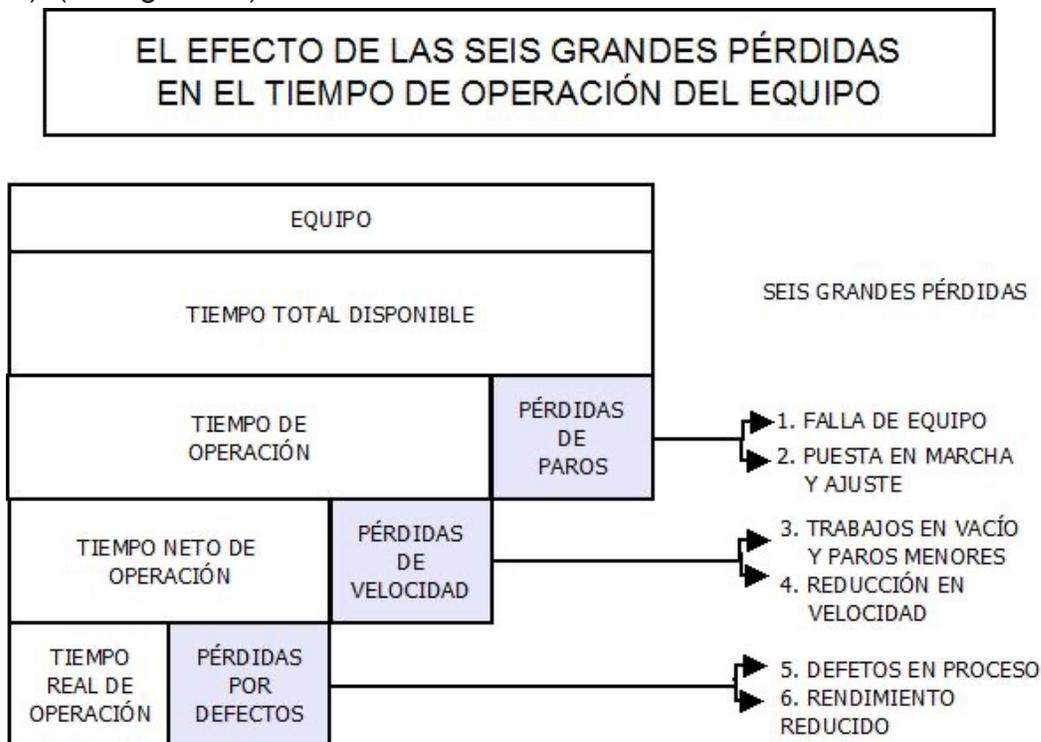


Figura 15: Efecto de las seis grandes pérdidas en el tiempo de operación del equipo
 Fuente: Hortiales, 1997

2.9.3 Pilares del TPM

- Mejora enfocada: Consta en llegar a los problemas desde la raíz y con previa planificación para saber cuál es la meta y en cuanto tiempo se logrará.
- Mantenimiento autónomo: Conservar y mejorar el equipo con la participación del usuario u operador.
- Mantenimiento planificado: Lograr mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas.
- Entrenamiento y desarrollo de operación: Aumentar las capacidades y habilidades de los empleados.
- Control inicial: Reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento.
- Mejoramiento para la calidad: Tomar acciones preventivas para obtener un proceso y equipo cero defectos.
- Mantenimiento de áreas administrativas: Eliminar las pérdidas en los procesos administrativos y aumentar la eficiencia.
- Seguridad Higiene y medio ambiente: Crear y mantener un sistema que garantice un ambiente laboral sin accidentes y sin contaminación (Hortiales, 1997).

2.10 5`S

La herramienta 5`S se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramientas y cuya fonética empieza por "S": Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito (Hernández y Vizán, 2013).

Las cinco S tiene por objetivo implantar tanto el orden como la limpieza y la disciplina en el lugar de trabajo de tal manera de hacer factible la gerencia visual, y contribuyendo tanto a la eliminación de desperdicios, como al mejoramiento en las labores de mantenimiento de equipos y a la reducción en los niveles de accidentes (Guachisaca y Salazar, 2009).

Los principios 5`S son fáciles de entender y su puesta en marcha no requiere ni un conocimiento particular ni grandes inversiones financieras. Su implantación tiene por objetivo evitar que se presenten los siguientes síntomas disfuncionales en la empresa y que afectan, decisivamente, a la eficiencia de la misma:

- Aspecto sucio de la planta: máquinas, instalaciones, técnicas, etc.
- Desorden: pasillos ocupados, técnicas sueltas, embalajes, etc.
- Elementos rotos: mobiliario, cristales, señales, topes, indicadores, etc.
- Falta de instrucciones sencillas de operación.
- Número de averías más frecuentes de lo normal.
- Desinterés de los empleados por su área de trabajo.
- Movimientos y recorridos innecesarios de personas, materiales y utillajes.
- Falta de espacio en general.

La implantación de las 5`S sigue normalmente un proceso de cinco pasos cuyo desarrollo implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos (Hernández y Vizán, 2013).

El principio de las 5`S puede ser utilizado para romper con los viejos procedimientos existentes y adoptar una cultura nueva a efectos de incluir el mantenimiento del orden, la limpieza e higiene y la seguridad como un factor esencial dentro del proceso productivo, de la calidad y de los objetivos generales de la organización. Es por esto que es de suma importancia la aplicación de la estrategia de las 5`S como inicio del camino hacia una cultura Lean (Hernández y Vizán, 2013).

Seiri (Eliminar):

La fase de eliminación "Seiri" pretende eliminar todo aquello que no sea indispensable para laborar, por ello es necesario que las áreas se encuentren libres de elementos que obstruyan el tránsito dentro del área de trabajo, como son botes, herramientas, laminas, entre otras (Madariada, 2018).

Este primer paso consiste en separar los elementos del puesto de trabajo en dos categorías: necesarios e innecesarios. Son innecesarios aquellos elementos que no prevemos utilizar a corto y medio plazo en las actividades normales de producción. Los elementos innecesarios entorpecen la utilización de los elementos necesarios y son una fuente de variación (Madariada, 2018).

Una forma de eliminar los elementos sobrantes de las áreas de trabajo es con la técnica de "etiquetado rojo", la cual consiste en colocar tarjetas rojas a los artículos considerados no necesarios para la operación (Bautista, Campillo y Rosas, 2010).



Seiton (Ordenar):

Seiton consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad (Cerda, 2012).

Una vez hemos eliminado los elementos innecesarios, se define el lugar donde se deben ubicar aquellos que necesitamos con frecuencia, identificándolos para eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio una vez (Cerda, 2012).

Seiton permite:

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar.
- Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- Disponer de lugares para ubicar el material o elementos que no se usarán en el futuro. En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro, etc.
- Lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza.
- Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles.
- Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción. Además, se pretende eliminar los materiales que aún no son necesarios para el proceso.
- Eliminar estos elementos resulta beneficioso, ya que el trabajador puede acceder a su herramienta de trabajo de manera más rápida, puesto que, al encontrarse ordenado y clasificado, se eliminan tiempos innecesarios por búsqueda de equipo (Cerda, 2012).

Con esto se pretende que las áreas de trabajo se encuentren ordenadas al inicio y al final de la jornada laboral (Cerda, 2012).

Seiso (limpieza e inspección):

Mantener las áreas limpias puede resultar complejo por las características del trabajo, pero precisamente el cambio de mentalidad es un punto primordial al aplicar esta fase de la metodología, primeramente, porque se debe de pensar que no es limpiar constantemente, si no ensuciar lo menos posible (Guachisaca y Salazar, 2009).

De manera secuencial, la inspección cumple un papel muy importante, puesto que al inicio de la aplicación se debe monitorear constantemente que las áreas se encuentren en condiciones aceptables. Con el paso del tiempo se pretende que los trabajadores se hagan responsables de mantener sus áreas ordenadas, provocando que las inspecciones disminuyan (Guachisaca y Salazar, 2009).

La limpieza en las maquinas tiene por objetivo la detección de fallas potenciales en la maquinaria, puesto que, al realizar la labor de limpieza, quedan al descubierto las posibles averías que puedan surgir, como, fugas de aceite, partes de maquinaria desgastadas, posibles fallos mecánico eléctrico, entre otras. Cabe destacar que el proceso de limpieza se considera como inspección de las maquinas, porque es muy fácil la detección de posibles fallas en estas (Guachisaca y Salazar, 2009).



Seiketsu (Estandarizar):

El principio Seiketsu consiste en establecer normas de estandarización dentro de la empresa. Con estas normas se busca mantener el orden dentro de la organización de una manera visual pegando carteles, afiches, separadores o etiquetas con palabras claves para no colocar nada en un lugar que no corresponda. Esto ayudará a tener una mejor cultura organizacional (García y Ortíz, 2015).

Shitsuke (Disciplina):

El principio Shitsuke consiste en llevar un control para evitar que las normas de limpieza no se ejecuten de manera inadecuada. Al mantenerse la disciplina en el ambiente laboral se podrá disfrutar de todos los beneficios que implican las 5S. Es bueno realizar evaluaciones periódicas para mantenernos en una mejora continua (García y Ortíz, 2015).

2.11 6 grandes pérdidas

Más allá de medir la producción de las máquinas, el análisis de las 6 grandes pérdidas ayuda a los fabricantes a controlar las variables de producción a través del conocimiento de la cantidad de productos que podrían llegar a fabricar en cada máquina y donde está sufriendo la eficiencia. (Whitepaper, 2012).

Paros mecánicos (disponibilidad) Cuando las paradas llegan, no basta con reconocer que las paradas son un problema. Es crítico conocer y entender las causas que provocan esta pérdida. Es más, para conducir el cambio es imprescindible conocer el componente del equipo que las provoca. Más allá de las causas de la parada, lo operarios deben conocer si la parada es causada por errores en los equipos, errores de los operarios o falta / atraso de mantenimiento. (Whitepaper, 2012).

Cambios y preparaciones (disponibilidad) Un operador que no dispone de unos objetivos a cumplir cuando está realizando un cambio en una máquina y que no dispone de visibilidad de la ejecución óptima del trabajo, no podrá intentar minimizar los tiempos de cambio. Pero en un escenario en el cual tanto los operadores como los encargados y los directores de planta tienen una información absolutamente transparente entre los tiempos de cambio actuales respecto a los objetivos, la dinámica es completamente diferente. (Whitepaper, 2012).

Esperas y paradas menores (ejecución): Esta categoría a menudo representa una enorme área para la implantación de mejoras. Esperas y micro paradas normalmente direccionan a otros problemas de coste además de tiempo perdido. De hecho, incluso las más pequeñas paradas pueden destrozar los ratios de productividad en muchos entornos productivos. (Whitepaper, 2012).

Reducción de la velocidad de las operaciones: Si se da una gran visibilidad a los operarios e información de lo que está ocurriendo en tiempo real, la velocidad de la línea puede tener un gran efecto en la ejecución de la línea de producción. Esto es debido al efecto que produce en los operarios el hecho de creerse observados, el cual hace que inconscientemente mejoren de una forma significativa su productividad. (Whitepaper, 2012).

Rechazos y retrabajos (calidad): Si se habla de rechazo y retrabajo, conocer el tamaño de la pérdida no es suficiente. Para realizar mejoras continuas, necesita conocer la causa de la pérdida. Por ejemplo, el número de productos que están siendo rechazados en la dosificadora, los que se están reprocesando en la encapsuladora y los motivos de estos retrabajos. (Whitepaper, 2012).



Perdidas en los cambios (calidad): La mayoría de los fabricantes de la industria de proceso experimentan pérdidas de producto durante los procesos de ajuste y arranque de las máquinas. Este apartado es un punto importante de mejora, máxime si en una línea es necesario realizar un ciclo de preparación y arranque durante varias veces en un turno. (Whitepaper, 2012).





CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA

METODOLOGÍA

El análisis y estudio que se llevó a cabo a la máquina despulpadora se realizó por medio de una metodología planeada. Mediante el uso de herramientas estadísticas, se identificaron los principales problemas que afectan el correcto funcionamiento de la máquina. Por medio de este análisis se podrá planear las mejoras correspondientes al problema principal que se encuentre, teniendo como propósito alcanzar mejores estándares de productividad y eficiencia en la maquina despulpadora.

3.1 Metodología por bloques

Mediante una investigación descriptiva y documentada se realizaron las actividades para la elaboración de este estudio. Se elaboró un diagrama de bloques que muestra paso a paso las actividades realizadas (ver figura 16).

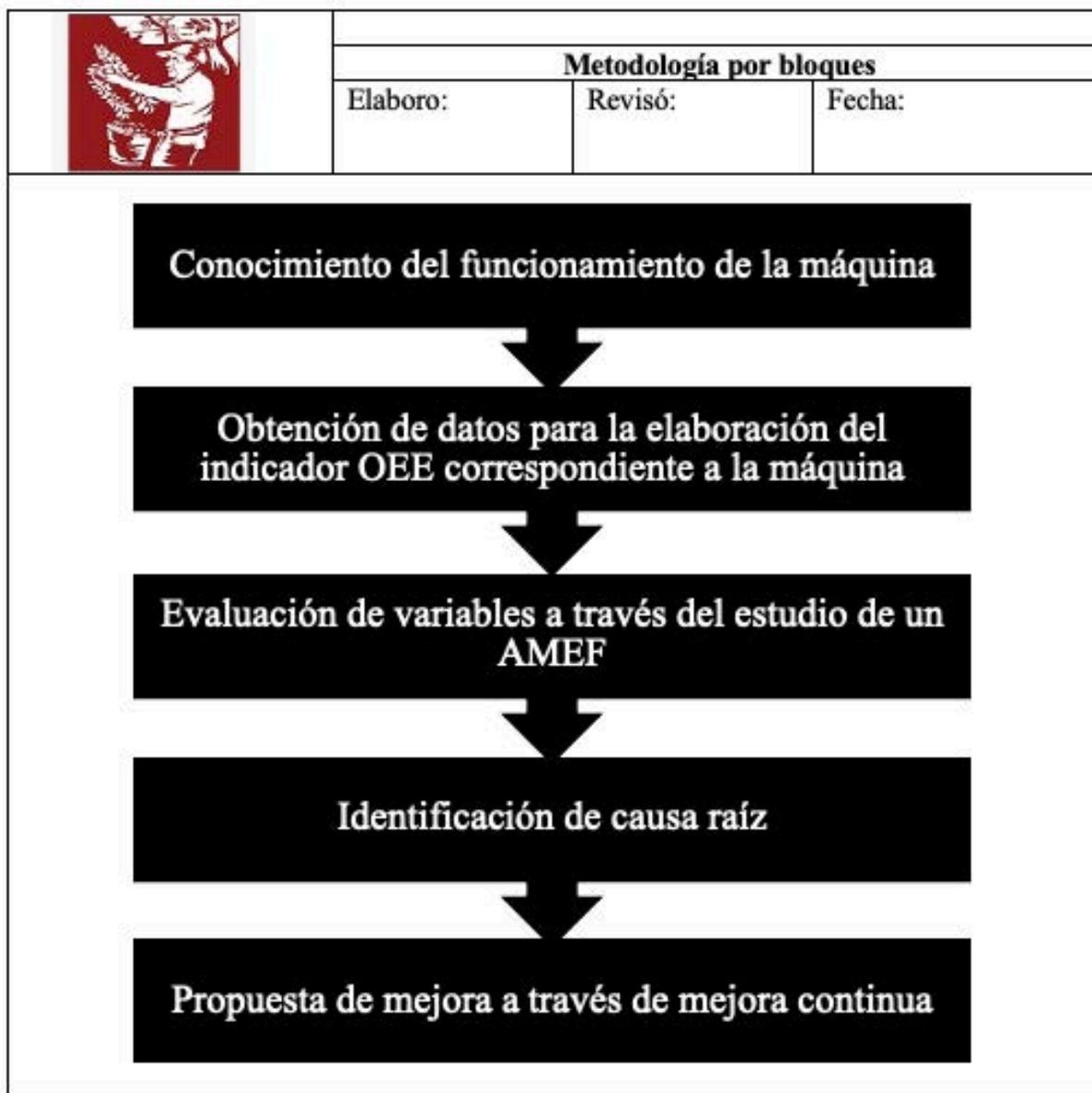


Figura 16: Metodología por bloques

Fuente: Elaboración propia, basado en Baena, (2014)

3.2 Descripción de la metodología

3.2.1 Conocimiento de la máquina y su funcionamiento

Conocer el funcionamiento de la máquina despulpadora a través de la observación de operación de la máquina, así como, de un mapeo por medio de un diagrama de bloques, elaborado en el programa Día 0.97.2, para conocer el proceso de trabajo de la máquina y detectar en que parte del proceso se encuentra la oportunidad de mejora.

3.2.2 Obtención de datos para la elaboración del indicador OEE

Se realiza un estudio para la obtención del indicador OEE correspondiente a la máquina despulpadora evaluando tiempos, calidad y eficiencia (Cruelles, 2010) con la asistencia de una hoja de verificación (Gutiérrez, 2009) para la obtención de los datos necesarios para el estudio elaborada en el programa Word 2016 y de igual forma generando una base de datos elaborada en el programa Excel

2016. Así mismo los datos obtenidos serán evaluados bajo gráficas y un arreglo de Pareto (Guajardo, 2008).

3.2.3 Elaboración análisis de variables a través del estudio por medio de un Análisis de Modo y Efecto de Falla

Se determina elaborar un estudio para detectar las principales variables y los defectos que presenta el producto terminado encontrando las áreas de oportunidad que se puedan atacar registrándolos en un Análisis de Modo y Efecto de Falla (Toral y Burgos, 2013) para la recolección de datos en un formato realizado en el programa Word 2016 y con la ayuda del programa Excel 2016 formulando una base de datos para un mejor control. De este estudio se obtendrán los principales defectos que se generan, siendo estos los que hay que disminuir.

3.2.4 Identificación de causa raíz

Se identifica la causa raíz problema en base a los datos obtenidos con anterioridad a través de un diagrama de Ishikawa (Rendón, 2013) elaborado en el programa Día 0.97.2 teniendo como resultado la causa raíz problema que afecta a más semillas de café provocando defectos es la transformación. Se deberá realizar la mejora adecuada para dar solución a esta área de oportunidad.

3.2.5 Análisis de mejora a través de AMEF

Una vez conocida la causa raíz problema y el índice OEE se establece el plan de mejoramiento que se cree más adecuado para el área de oportunidad detectada, proponiendo una serie de actividades para obtener un mejor rendimiento del trabajo de la maquina despulpadora. Se considera que la mejora más adecuada a desarrollar para dar un mejor rendimiento de la maquina es la metodología Mantenimiento Productivo Total, para posteriormente hacer una proyección de un Análisis de Modos y Efectos de Falla y con este analizar la viabilidad de la propuesta.





CAPÍTULO 4

EVALUACIÓN O IMPACTO ECONÓMICO

EVALUACIÓN O IMPACTO ECONÓMICO

4.1 Descripción de la máquina y proceso

Se realizó una tabla de especificaciones de la máquina despulpadora, mostrando las características de la máquina (ver cuadro 4).

Cuadro 4: Especificaciones técnicas de la máquina despulpadora de disco

	Tabla de especificaciones de máquina despulpadora de disco		
	Elaboró:	Revisó:	Fecha:
Máquina despulpadora de disco			
Proceso:	Despulsar café cereza	Marca:	Imsa
Modelo:	PE1-D1	Año:	1927
Operadores:	2	Sistema:	Mecánico-eléctrico
Potencia (Hp):	7	Voltaje (voltios):	380
Productividad (kg/h):	1000	Productividad qq (46kg/h):	22

Fuente: Elaboración propia

De igual manera, se elaboró un diagrama de bloques de las actividades que se realizan dentro del proceso de despulsar café (ver figura 17).

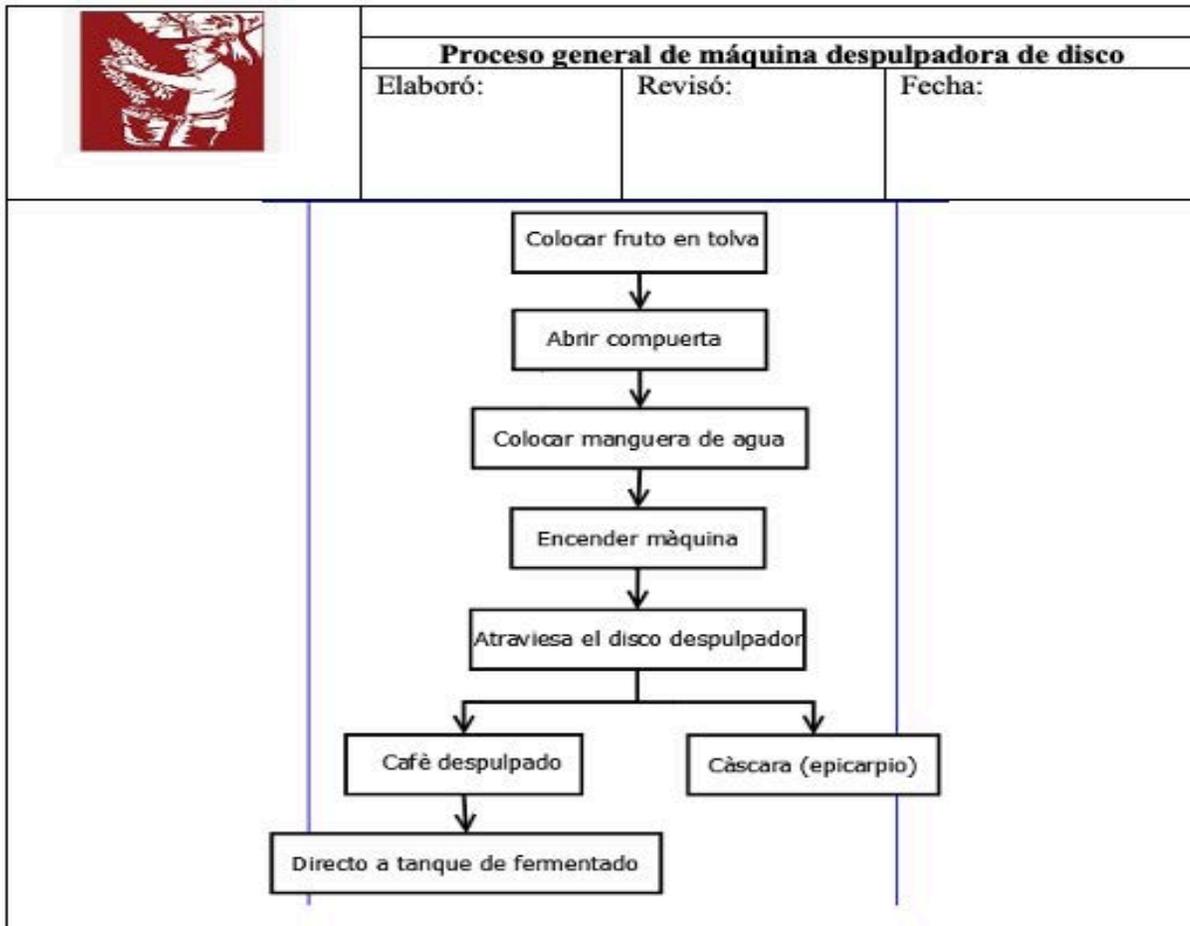


Figura 17: Proceso de trabajo de la máquina despulpadora de disco

Fuente: Elaboración propia, basado en Ogata, (2003)

Para facilitar la comprensión del diagrama anterior, se elaboró la descripción de las actividades que se realizan en la etapa de despulpado (ver cuadro 5).

Cuadro 5: Descripción de las actividades de la etapa

	Descripción de las actividades		
	Elaboró:	Revisó:	Fecha:
Actividad	Características		
Colocar fruto en tolva	Los trabajadores acarrean y vacían los costales de café cereza recién cosechada.		
Abrir compuerta	El operario de la máquina abre la compuerta del final de la tolva para que el café caiga, conforme se va llenando la tolva de la máquina va cerrando la compuerta.		
Colocar manguera de agua	Coloca una manguera con un chorro de agua a presión constante durante todo el tiempo que esté despulpando.		
Encender máquina	El operario enciende la máquina.		
Atravesar disco despulpador	Cada grano de café atraviesa por el disco despulpador, que contiene dientes un tanto filosos que van ayudando a desprender el epicarpio de la semilla de café.		
Café despulpado	Las semillas despulpadas se van directo hacia el tanque de fermentación.		
Cáscara (Epicarpio)	El epicarpio sale por detrás de la máquina y el operario la traslada hacia el desecho.		

Fuente: Elaboración propia

4.2 Cálculo del OEE

Para sacar la evaluación de la eficiencia de la máquina despulpadora se recurrió a la implementación de la herramienta Eficiencia General de los Equipos (ver cuadro 6).

Cuadro 6: Resultados OEE

	Resultados OEE febrero 2019-abril 2019											
	Elaboró:				Revisó:				Fecha:			
Carga	Fecha	Kg	Tiempo disponible (minutos)	Tiempo real (minutos)	Tiempo muerto (minutos)	Disponibilidad	Tiempo operativo (minutos)	Capacidad (kg/min)	Eficiencia	Defectos y retrabajos	Calidad	OEE
1	01/02/19	425	25	34	0	64%	34	16.6	75%	7	98%	47%
2	12/02/19	370	22	29	0	68%	29	16.6	77%	4	99%	52%
3	26/03/19	540	32	69	8	9%	61	16.6	53%	270	50%	2%
4	29/03/19	220.5	13	28	3	8%	25	16.6	53%	51.5	77%	3%
5	30/03/19	250	15	18	0	80%	18	16.6	84%	2.5	99%	66%
6	18/04/19	287	17	32	0	12%	32	16.6	54%	3.2	99%	6%
7	19/04/19	98	6	12	2	33%	10	16.6	59%	1.2	99%	19%
8	20/04/19	75	4.5	7	2	89%	5	16.6	90%	0.4	99%	80%
9	21/04/19	142	9	12	0	67%	12	16.6	71%	1.7	99%	47%
10	22/04/19	137.5	8	15	0	12%	15	16.6	55%	1.5	99%	7%
11	28/04/19	508	31	59	0	10%	59	16.6	52%	7	99%	5%
12	30/04/19	793	48	76	2	46%	74	16.6	65%	8	99%	29%
	Total	3846		Promedio		42%	Promedio		66%	Promedio	94%	26%

Fuente: Elaboración propia, basado en Cruelles, (2010)



Para el cálculo de la efectividad global del equipo se diseñó una hoja de verificación (ver Anexo A) que permitió el correcto registro de los datos necesarios para su obtención siendo el periodo evaluado de 3 meses.

Se registraron los datos obtenidos durante 3 meses de evaluación en la que se registraron los tiempos diarios de funcionamiento, registrando tiempos de paros y velocidad de trabajo con la que se desempeña la máquina, la producción total diaria y lo defectos producidos en la misma carga. Todo lo antes mencionado engloba la evaluación y obtención del OEE, siendo este un indicador que evalúa completamente la efectividad de la máquina.

4.2.1 Disponibilidad

Con base a la tabla de datos del OEE se realizó un gráfico de la disponibilidad para poder observar gráficamente los resultados (ver figura 18).

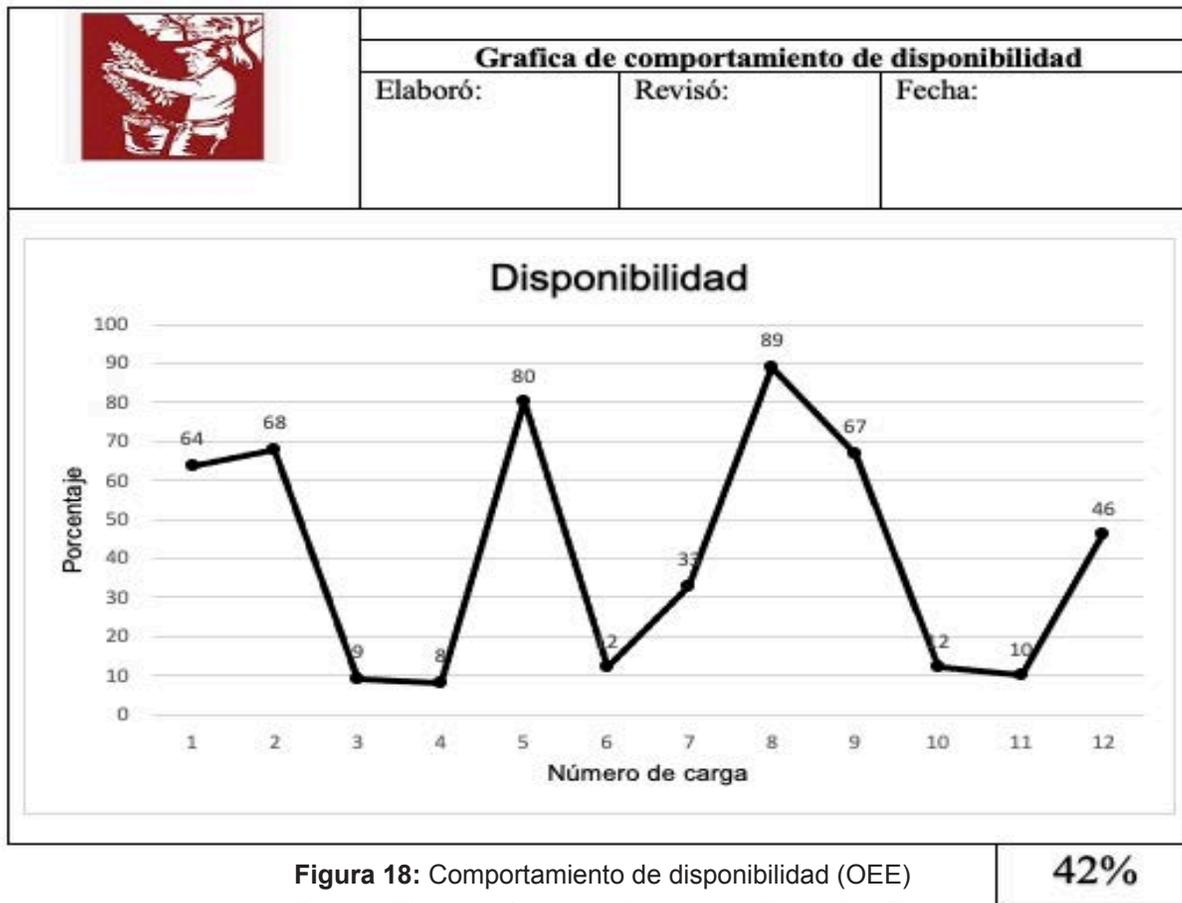


Figura 18: Comportamiento de disponibilidad (OEE)

Fuente: Elaboración propia, basado en Ross, (2007)

Como se puede observar la disponibilidad esta fluctuando entre los valores de 7% y 90%, muestra inconsistencia en el tiempo de aprovechamiento de la máquina, obteniendo un 42% de disponibilidad se considera un estándar muy bajo en la clasificación de aceptación.

Este valor como resultado de que la maquina se utiliza mucho más tiempo del que debería utilizar.

4.2.2 Eficiencia

Con base a la tabla de datos del OEE se realizó un gráfico de la eficiencia para poder observar gráficamente los resultados (ver figura 19).



Grafica de comportamiento de eficiencia

Elaboró:

Revisó:

Fecha:

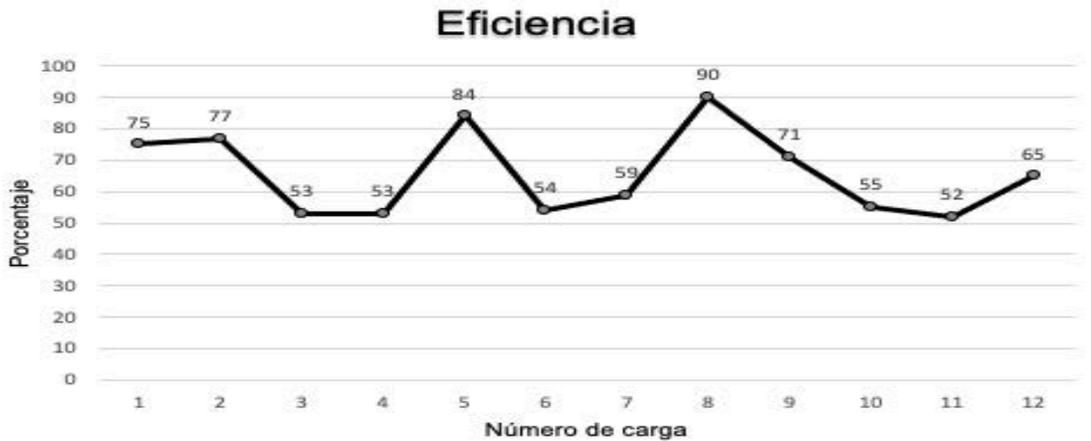


Figura 19: Comportamiento de eficiencia (OEE)

66%

Fuente: Elaboración propia, basado en Ross, (2007)

En la gráfica sobre la eficiencia los datos se encuentran entre 50% y 90% lo que nos indica que existe mucha disparidad en el método de trabajo ya que en esta grafica específicamente se evalúan velocidades, tiempo de aprovechamiento y producción total para conocer el cumplimiento de la máquina, el estudio se encuentra con un 66% de aprovechamiento lo que nos indica en la escala de aceptación que es aceptable al ser considerado un índice regular.

4.2.3 Calidad

Con base a la tabla de datos del OEE se realizó un gráfico de la calidad para poder observar gráficamente los resultados (ver figura 20).



Grafica de comportamiento de calidad

Elaboró:

Revisó:

Fecha:

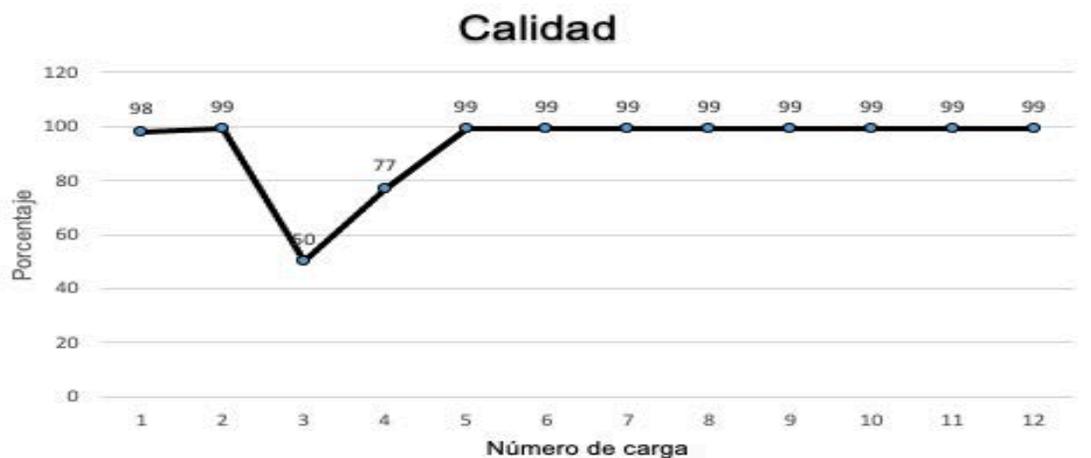


Figura 20: Comportamiento de calidad (OEE)

94%

Fuente: Elaboración propia, basado en Ross, (2007)

En el registro de calidad los datos se encuentran entre el 98% al 99%, teniendo dos datos aislados entre el 50% y el 77%, esta grafica nos muestra un 94% de aprovechamiento a lo que se considera en la escala de aceptación como muy bueno, esta nos dice que el proceso muestra un buen rendimiento en semillas de primera.

4.2.4 Defectos

Con base a la tabla de datos del OEE se realizó una relación de defectos mostrados en una tabla, indicando los valores en porcentaje y unidades de medida (ver cuadro 7).

Cuadro 7: Relación de defectos OEE

	Tabla de relación de defectos		
	Elaboró:	Revisó:	Fecha:
		Cantidad (kg)	Porcentaje
Defectos y retrabajos	358	9%	
Producción total	3,846	91%	

Fuente: Elaboración propia, basado en Cruelles, (2010)

En el cuadro se muestra la cantidad producida totalmente durante los 3 meses de febrero a abril y los defectos y retrabajos obtenidos durante el mismo tiempo, mostrando la relación que se obtuvo en la evaluación.

Para una mejor comprensión de los resultados de relación de defectos y retrabajos se realizó un gráfico de barras (ver figura 21).

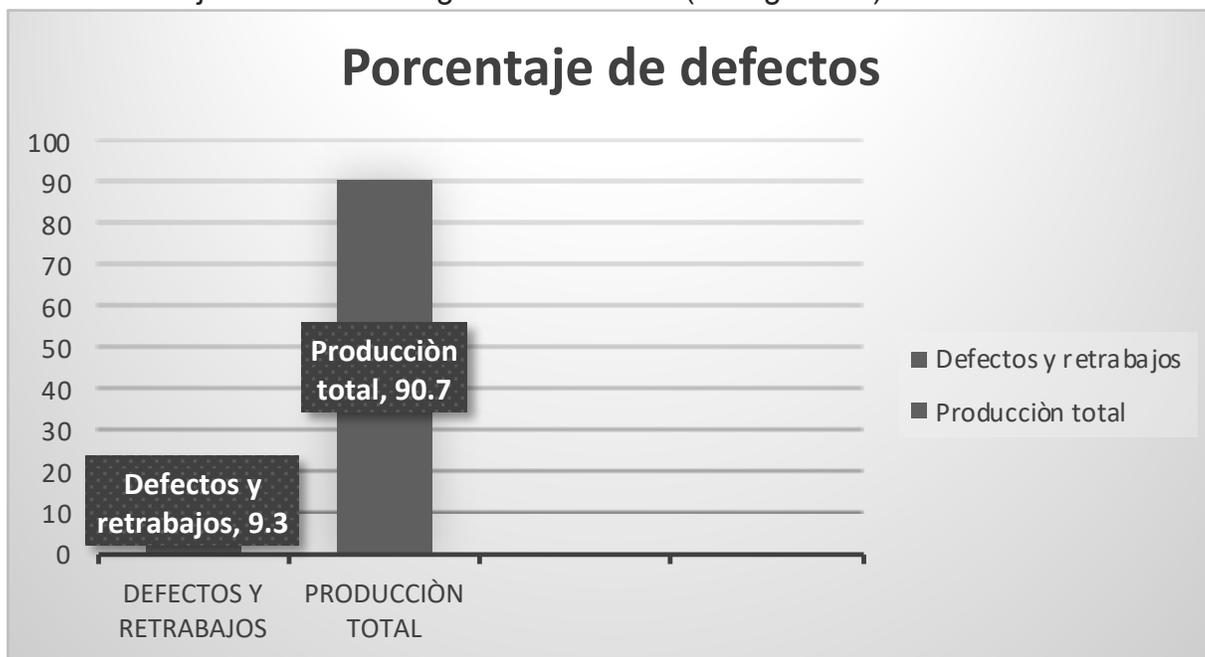


Figura 21: Porcentaje de defectos y re trabajos

Fuente: Elaboración propia, basado en Cruelles, (2010)



Del 100% de la producción solo el 9% de esta se consideró defectuosa después de pasar por inspección, lo que nos indica que hay un aprovechamiento considerable en cuanto a calidad, pero está presente la existencia de defectos en el trabajo y considerando el volumen de trabajo lo ideal es tratar de reducir los defectos.

4.2.5 Índice OEE

Con base a la tabla de datos del OEE se realizó un gráfico de control del índice de OEE para poder observar gráficamente los resultados (ver figura 22).

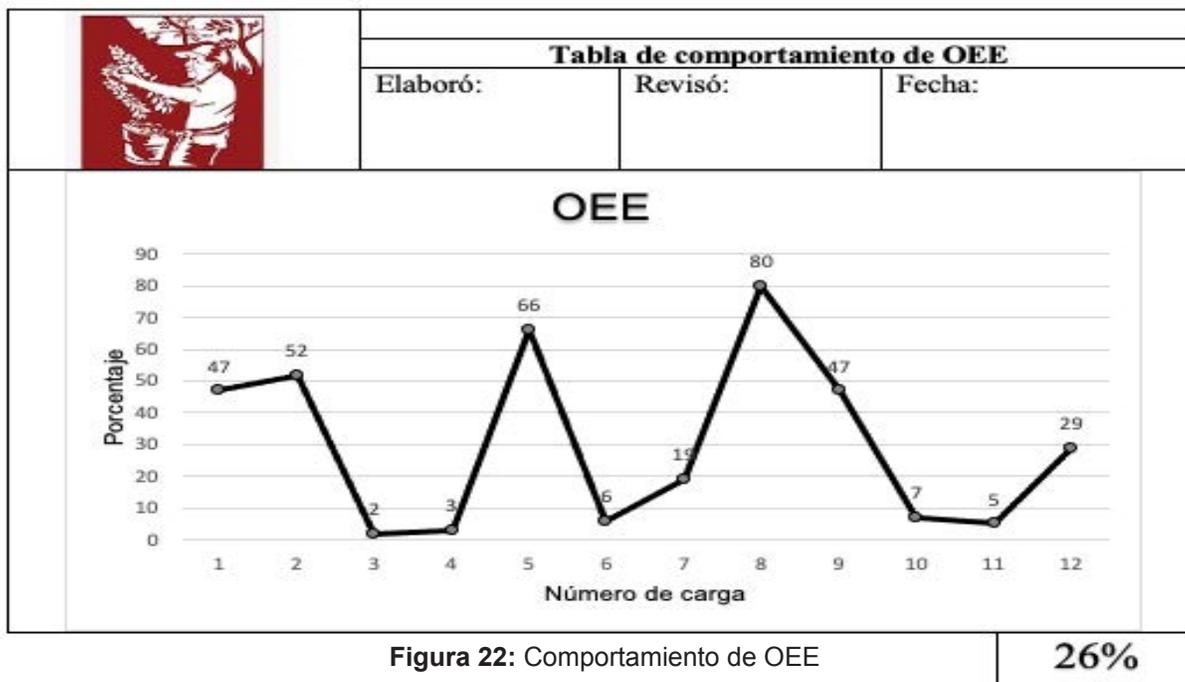


Figura 22: Comportamiento de OEE

Fuente: Elaboración propia, basado en Ross (2007)

En el registro de comportamiento del OEE los datos se encuentran entre el 2% al 80%, teniendo dos datos aislados entre el 50% y el 78%, esta grafica nos muestra un 26% de aprovechamiento a lo que se considera en la escala de aceptación como inaceptable, esta nos dice que el proceso se muestra muy deficiente.

En base a la tabla de datos del OEE se realizó una relación de los índices de disponibilidad, eficiencia y calidad, mostrados en una tabla, indicando los valores en porcentaje (ver cuadro 8).

Cuadro 8: Índice (OEE)

	Tabla de relación de OEE		
	Elaboró:	Revisó:	Fecha:

Índice OEE de febrero 2019 a abril 2019	
Disponibilidad:	42%
Eficiencia:	66%
Calidad:	94%
OEE:	26%

Fuente: Elaboración propia, basado en Cruelles, (2010)



Después de tres meses de evaluación se obtuvieron los resultados anteriores teniendo un OEE trimestral del 26% que comparado a la tabla de aceptación se considera inaceptable, de igual manera, se observa que la calidad resultó tener el porcentaje más alto por lo que se concluye que es la calidad la que genera el mayor ascenso de la efectividad global del equipo, revisando la disponibilidad se define que es el área de oportunidad que hay que atacar, ya que es a que aporta menor porcentaje de efectividad al proceso de despulpado, lo que significa que la maquina está trabajando muy diferente a la disponibilidad que debe ser.

4.3 AMEF

El siguiente Análisis de Modo y Efecto de la Falla (AMEF) se utilizó para identificar en qué parte de la etapa de despulpado se encuentran las causas que ocasionan mayor variabilidad en el proceso. A continuación, se presenta el AMEF de proceso actual, llevado a cabo en el proceso de producción, con el cálculo del NPR, de acuerdo a la metodología descrita por Toral y Burgos (2013). Es de suma importancia recalcar que actualmente no existe una medida estricta ni estandarizada para hacer frente a estas problemáticas, es por eso que la segunda sección del AMEF se encuentra en blanco (ver cuadro 9)

Cuadro 9: AMEF área de despulpado

												Página 1 de 2				
		Análisis de Modo y Efecto de Falla					Nombre del proceso: Despulpar café									
		Elaboró:					Revisó:					Fecha:				
Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	S E V	Causas potenciales	O C U	Controles de ocurrencia	D E T	N P R	Acciones recomendadas	Responsable	Acciones implementada s	S E V	O C U	D E T	N P R	
¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué maneras puede fallar dicho paso del proceso?	¿Cuál es el impacto de las variables de los pasos clave cuando hay un fallo?	Severidad	¿Qué causa que el paso clave falle?	Ocurrencia	¿Cuáles son los controles existentes y procedimientos preventivos de Causa o Modo de Falla?	Detectar		¿Qué también pueden detectar la Causa o Modo de Falla?	¿Quién es responsable de las acciones recomendadas?	Anotar las acciones implementadas.					
Colocar fruto en la tolva	Agregar fruto mezclado con basura u otros objetos	Mal sabor, mal aspecto, mala calidad, retraso	7	Falta de responsabilidad	6	Inspección durante el proceso	3	126								
				No clasificar	5	Inspección durante el proceso	2	70								
				Operar con rapidez	3	Inspección durante el proceso	2	42								
	Agregar fruto en mal estado o seco	Paros no programados, retrasos	8	Falta de responsabilidad	6	Inspección durante el proceso	2	36								
Colocar manguera de agua	Olvidar poner la conexión de agua	Semilla quebrada, retraso	7	Falta de capacitación del operador	1	Inspección durante el proceso	2	14								
Despulte con disco	No calibrar bien el disco Se atasque por algún objeto duro	Desperdiciar materia prima, retraso	10	Operación con rapidez	7	Inspección durante el proceso	2	140								
				Se desgasta e disco	8	El operador no sabe cómo se compone el modelo	3	Inspección durante el proceso	2	48						
				Discontinuar el proceso, retraso	10	No inspección, irresponsabilidad	2	Inspección durante el proceso	2	40						





Pasos Clave del Proceso		Modos de Falla Potenciales		Efectos de Fallas Potenciales		S E V	Causas potenciales	O C U	Controles de ocurrencia	D E T	N P R	Acciones recomendadas	Responsable	Acciones implementadas	S E V	O C U	D E T	N P R
¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué maneras puede fallar dicho paso del proceso?	¿Cuál es el impacto de las variables de los pasos clave cuando hay un fallo?	Severidad	¿Qué causa que el paso clave falle?	Ocurrencia	¿Cuáles son los controles existentes y procedimientos preventivos de Causa o Modo de Falla?	Detectar		¿Qué también pueden detectar la Causa o Modo de Falla?	¿Quién es responsable de las acciones recomendadas?	Anotar las acciones implementadas.							
Despulpe con disco	Se atasque por algún objeto duro	Paros no programados	8	Irresponsabilidad no clasificado	2	Inspección durante el proceso	2	32										
	No funcione correctamente	Falta de mantenimiento	9	Irresponsabilidad	1	Inspección durante el proceso	1	9										
Mover el café en la tolva para que caiga en el orificio	Se quede la maquina sin carga	Retraso, paros	9	Operación con rapidez, distracción, falta de operarios	6	Inspección durante el proceso	2	108										

Fuente: Elaboración propia, basado en Toral y Burgos, (2013)

Como se mencionó anteriormente, las acciones que afectan al proceso de despulpado son aquellas cuyo cálculo del NPR sea más alto. El AMEF realizado para el proceso de despulpado muestra que las afectaciones son:

- Colocar fruto en la tolva, agregar fruto mezclado con basura u otros objetos con 126
- Despulpe con disco, No calibrar bien el disco con 140
- Mover el café en la tolva para que caiga en el orificio con 108

De acuerdo a los resultados obtenidos por el AMEF, se sabe que la mayoría de las fallas potenciales se encuentran en el tercer movimiento que es “colocar fruto en la tolva” debido a que no hay una inspección antes de agregar el café directo de los costales ya pesados, por lo que en ocasiones la máquina tiende a pararse porque se atasca en la entrada de la tolva e impide el paso de más café.

Si el café contenía café seco, algún otro fruto u objeto ajeno, al final del proceso obtendrá un sabor diferente al que requiere el cliente final, por lo que es recomendable realizar una inspección o clasificación antes de despulpar, así como también cosechar y despulpar el mismo día para prevenir un mal sabor en la bebida de café.

En cuanto a la etapa de despulpado de disco, los problemas que tiene son que el operador de la maquina no tiene la suficiente capacitación para saber que tiene que estar calibrando el disco, ya que si no lo hace los granos se quiebran o no se despulpan.

4.4 Identificación causa-raíz

Una vez elaborado el estudio estadístico y la obtención del índice de rendimiento OEE, se busca la causa raíz problema de los defectos presentados en el estudio para la detección del área de oportunidad que se abordara siendo esta la que presenta mayor incidencia en los defectos presentados (ver figura 23).

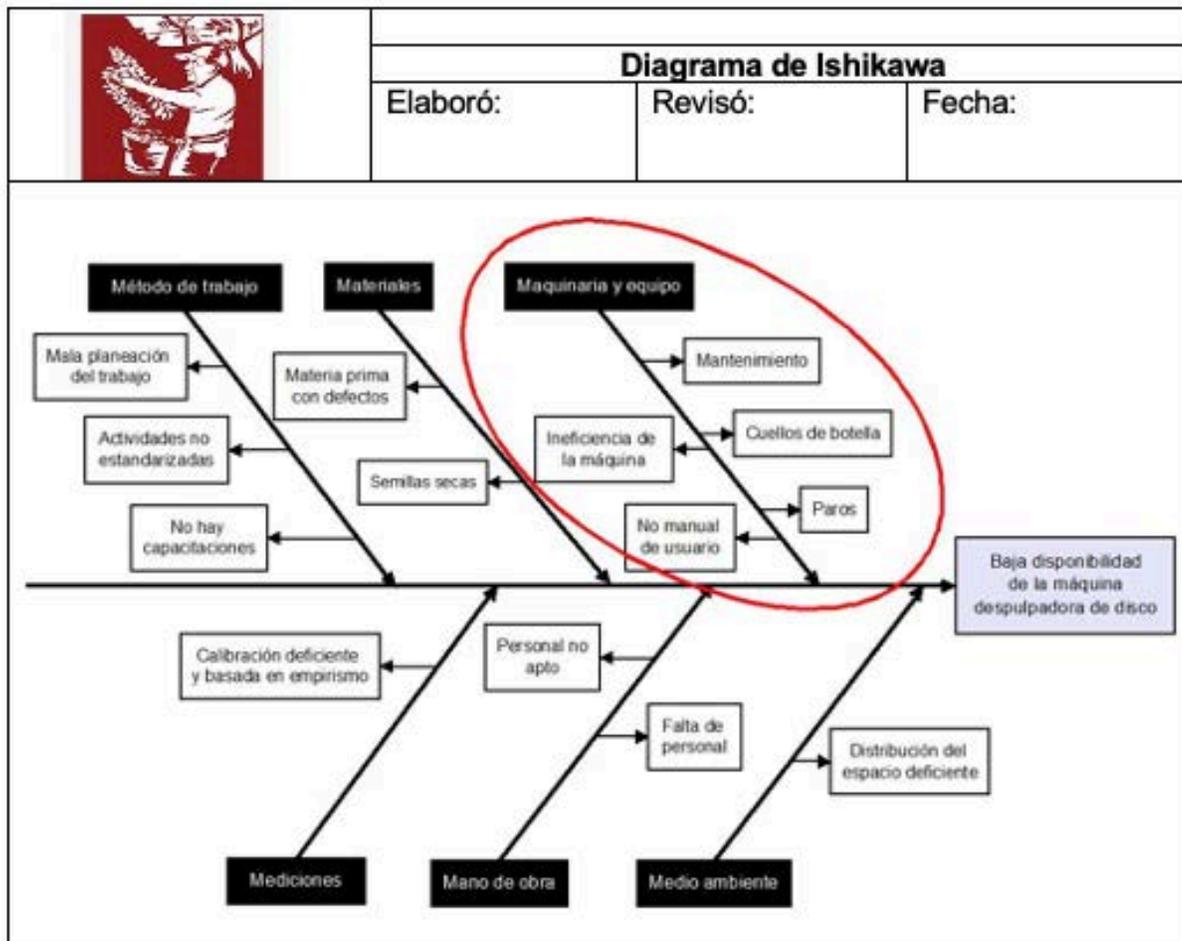


Figura 23: Descripción de las actividades para la aplicación de la mejora continua

Fuente: Elaboración propia, basado en Ishikawa, (2012)

Se considera como causa raíz problema al área de maquinaria y equipo, teniendo como causas el bajo mantenimiento, cuellos de botella, paros, ineficiencia y que no cuentan con manual. Ésta causa, está generando que la máquina no trabaje como debería hacerlo, ya que hay paros, y mala calibración, todo esto porque no se le capacita al personal para que sepa cómo utilizar la máquina correctamente. Se concluye que esta es el área de oportunidad, a la cual será propuesta la mejora.

4.5 Planeación de la gestión de mantenimiento

La experiencia demuestra que cualquier máquina o equipo a lo largo de su vida presenta degradaciones. Si estas situaciones no se evitan o no se eliminan cuando aparecen, su objetivo de operación no se cumple, su rendimiento disminuye y se reduce su vida útil, por lo cual se hace necesario que siempre se esté al pendiente de mantenerlas en adecuadas condiciones.

Para lograr una alta disponibilidad en los equipos, es necesario contar con una buena estrategia de mantenimiento. Esta estrategia pretende mantener altos indicadores de confiabilidad y disponibilidad de dichos equipos. Adicionalmente ante la ocurrencia de un evento no deseado, la respuesta ante las necesidades operacionales deberá ser efectiva y en el menor tiempo posible, minimizando los efectos de su ocurrencia. De igual forma, el costo de la gestión del mantenimiento debe ser razonable y buscar la optimización de los recursos del proceso y de la empresa en general.

4.6 Diagnóstico de gestión de mantenimiento

En la empresa de café no se cuenta con un sistema de indicadores que permitan medir la eficiencia y el desempeño del mantenimiento. Esto se traduce en la ausencia de control de sus operaciones y no es posible identificar oportunidades de mejora.

Como primer paso se debe realizar una revisión del proceso de mantenimiento. En este análisis se dispone a identificar los aspectos críticos y que afectan la buena gestión del departamento.

Para la identificación de los factores críticos que se presentan en el área será necesario en varias oportunidades hacer acompañamiento en la realización de las actividades de mantenimiento con el fin de observar en detalle el manejo que se le da a los trabajos realizados.

Los siguientes son los aspectos críticos que se lograron identificar teniendo en cuenta elementos deficientes en cuanto a planeación y control de actividades, documentación, sistemas de información, personal y técnicos:

- La empresa no cuenta con manuales, catálogos o información suministrada por los fabricantes de los equipos.
- El nivel de disponibilidad de la maquinaria está muy por debajo de los estándares menores que debe llevar. Por tanto, el nivel de rendimiento es bajo.
- La maquinaria no cuenta con una debida limpieza.
- El mantenimiento que operan es intuitivo, no documentado.
- Los operadores no cuentan con un debido conocimiento sobre el mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Los operadores de turno no manejan registros para el control de variables de funcionamiento de los equipos de la empresa.
- Falta de una adecuada programación, planeación y control de las actividades de mantenimiento que originan la baja disponibilidad en los equipos por fallas imprevistas.
- No se puede llevar un adecuado control ya que no se manejan indicadores que puedan medir la gestión del mantenimiento.
- La Gestión de mantenimiento que se realiza consiste básicamente en la programación de mantenimiento de tipo correctivo en los equipos, generando así una dinámica que no ha contado con un previo análisis que determine las políticas de mantenimiento que se deben implementar de acuerdo al impacto de los equipos en el sistema productivo de la empresa.
- Respecto a la documentación correspondiente a fichas técnicas, hojas de vida de los equipos y órdenes de trabajo, se observó que no existen documentos de este tipo.
- No se han establecido procedimientos formales o estandarizados.
- Los mantenimientos no se manejan bajo una orden de trabajo formal.
- Información poco disponible.
- No existe un formato definido de ficha técnica donde se resuman los datos fundamentales de los equipos.

En la empresa de café la etapa de despulpado el principal problema es en el mantenimiento de la maquinaria, ya que no trabaja con el rendimiento que debe ser. El nivel de rendimiento de la máquina despulpadora es muy bajo, esto es debido a que el equipo trabaja más tiempo del que realmente debe laborar (ver figura 24).



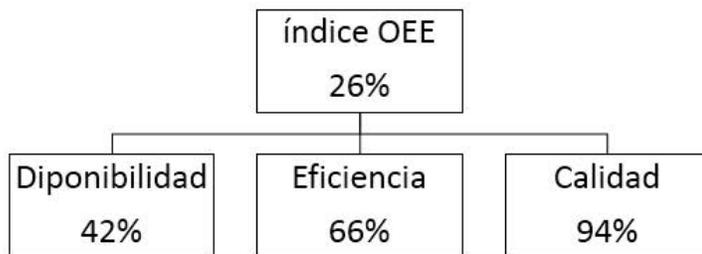


Figura 24: Rendimiento de máquina despulpadora

Fuente: Elaboración propia, basado en Toral y Burgos, (2013)

Esta etapa dentro del procedimiento de transformación del café contiene diversas actividades consecutivas, que le agregan valor al proceso. La actividad que menos le agrega valor al producto y que dificulta la obtención de un buen café, es cuando la cereza pasa por el disco de la máquina, ya que es aquí donde están las pérdidas de materia prima, y el atraso (ver cuadro 10).

Cuadro 10: Valor NPR

Actividad	Valor de NPR
Despulpe con disco	140
Agregar café en tolva	126
Mover café en tolva para que caiga en el orificio	108

Fuente: Elaboración propia, basado en Toral y Burgos, (2013)

Según lo valores del NPR, el despulpe de disco se encuentra dentro de la calificación de “riesgo de falla medio”, lo que significa que debe dársele prioridad media, para “prevenir” o corregir fallas.

4.7 Propuesta de un diseño de un plan de mantenimiento TPM en una máquina despulpadora

En este apartado se presenta la propuesta de mejora identificada en el diagnóstico inicial con el fin de lograr el mejoramiento de la Gestión de Mantenimiento de la maquinaria y como preámbulo para lograr a futuro la excelencia de la organización en general

4.7.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta de Gestión de Mantenimiento en base a la metodología TPM para la maquinaria de la etapa de despulpe en la empresa de café.

4.7.2 Alcance

Mejoramiento de las actividades de mantenimiento tales como la organización de la información de la máquina como fichas técnicas, hojas de vida del equipo, personal asignado, indicadores, órdenes de trabajo, rutina de actividades y la toma de decisiones con base en índices de confiabilidad y disponibilidad del equipo.

4.7.3 Cronograma de actividades

Se establece como propósito subir el nivel de rendimiento de la máquina en un lapso de 11 meses, con un nivel del 26% al 66% para que sea un rendimiento aceptado dentro de la metodología OEE, con un tiempo de planeación de 3 meses, en los que se les capacitará a los empleados y el equipo de mejora para poder lograr la meta (ver cuadro 11).



Cuadro 11: Cronograma de actividades de plan de mejoramiento

Cronograma de actividades de plan de mejoramiento												
Actividad	Tiempo de realización planeado											
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	
Anuncio a la alta dirección sobre el plan de mejora	█											
Conformación de equipo de mejora	█											
Distribución de roles	█											
Planificación de actividades	█	█										
Creación de documentación		█	█									
Planificar capacitaciones			█	█								
Primer capacitación			█	█								
Segunda capacitación				█	█							
Tercer capacitación					█	█						
Aplicación de 5 S's												
Llevar a cabo plan y actividades												
Recabar datos												
Analizar datos mediante OEE												
Hacer una presentación de resultados mediante Power Point												
Organizar y presentar los resultados al equipo de mejora												

Fuente: Elaboración propia, basado en Ramírez, (2010)

4.7.4 Conformación del equipo de mejoramiento

Los equipos de mejoramiento tienen la responsabilidad de determinar las discrepancias u oportunidades de mejora, la forma más adecuada de corregirlas o implementarlas e iniciar el proceso de corrección o de mejoramiento. Posiblemente no resulte fácil para todos los miembros del equipo el reconocer las oportunidades e iniciar las acciones, sin embargo, otros tal vez tengan experiencia de otras plantas o casos previos en la misma y gracias a lo que hayan observado en el pasado y las comparaciones que puedan establecer, se logrará un importante avance. El establecimiento de estas comparaciones que a veces pueden implicar visitar otras plantas, se denomina “benchmarking” o sea “comparación sobre la mesa” puesto que permite analizar las características y comparar cada parte en su proceso de funcionamiento. A los grupos se les anima a iniciar atacando discrepancias y mejoras menores y a llevar un registro de sus avances. A medida que alcanzan logros, se les da reconocimiento de parte de la gerencia. A fin de que crezca la confianza y el prestigio del proceso, se la da la mayor publicidad que sea posible.

Ingredientes claves para un exitoso equipo de mejoramiento:

- Motivación
- Habilidades Apropriadas
- Ambientes agradables de trabajo

Se crean roles para cada integrante del EM, involucrándolo en su totalidad en el logro del objetivo y entrega de resultados a su vez se vincula personal de apoyo (mantenimiento, administrativos, periféricos, otros) (ver figura 25).

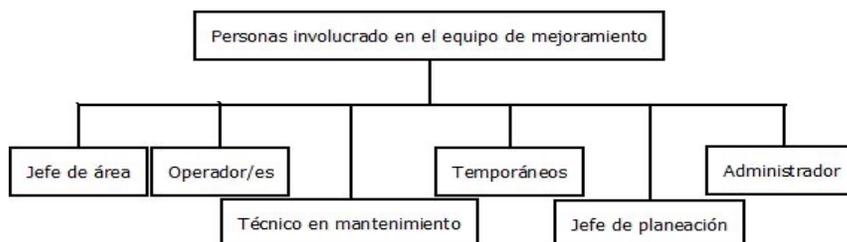


Figura 25: Propuesta de equipo de mejoramiento

Fuente: Elaboración propia, basado en Hortiales, (1997)



- Jefe de área: Es la persona que se encuentra a cargo del área de despulpado. Dentro de la empresa, es quien está al tanto de las actividades que se realizan en el beneficio. Es quien va a estar revisando que las actividades del plan de mejoramiento se lleven a cabo, para pasar los reportes al jefe de planeación.
- Operadores: Son quienes manipulan la maquinaria, en este caso, la despulpadora.
- Temporáneos: Son aquellos que están realizando algún servicio a la planta, y que en ocasiones tienen acceso a la maquinaria y operarla.
- Técnico en mantenimiento: Es quien realiza operaciones de mantenimiento en la maquinaria de mayor complejidad, que ningún operador puede realizar por su falta de conocimientos técnicos.
- Administrador: Es quien maneja los pedidos de café, encargado de cuantificar la materia prima, el producto final, así como surtir los pedidos. Esta persona debe estar al tanto de lo que se realiza en la empresa.
- Jefe de planeación: Es quien realiza la propuesta del plan de mejoramiento, en ocasiones asistir a auditar que el personal esté recabando los datos correctamente, encargado de recibir reportes, recabar y analizar los datos y hacer presentaciones de capacitaciones al equipo de mejora, así como presentar los resultados.

Establecidos los equipos de mejoramiento, se procede a seleccionar un tema para cada uno, definir roles y responsabilidades del equipo para ese proyecto, registrar el tema en una presentación clara y entendible para todos los niveles y colaboradores de la empresa. Investigando conjuntamente y poniendo en práctica la mejora definida, se procede a evaluar los resultados de la misma.

4.7.5 Plan maestro para el desarrollo del TPM

Se establece la propuesta del siguiente plan maestro de desarrollo de TPM (ver figura 26), el cual se centra en las siguientes cinco actividades de mejoras básicas:

1. Mejorar la efectividad del equipo a través de la eliminación de las seis grandes pérdidas.
2. Establecer un plan de mantenimiento autónomo para los operarios.
3. Aseguramiento de la calidad.
4. Establecer un programa de mantenimiento planificado por el departamento de mantenimiento.
5. Educación y entrenamiento para aumentar las capacidades personales.



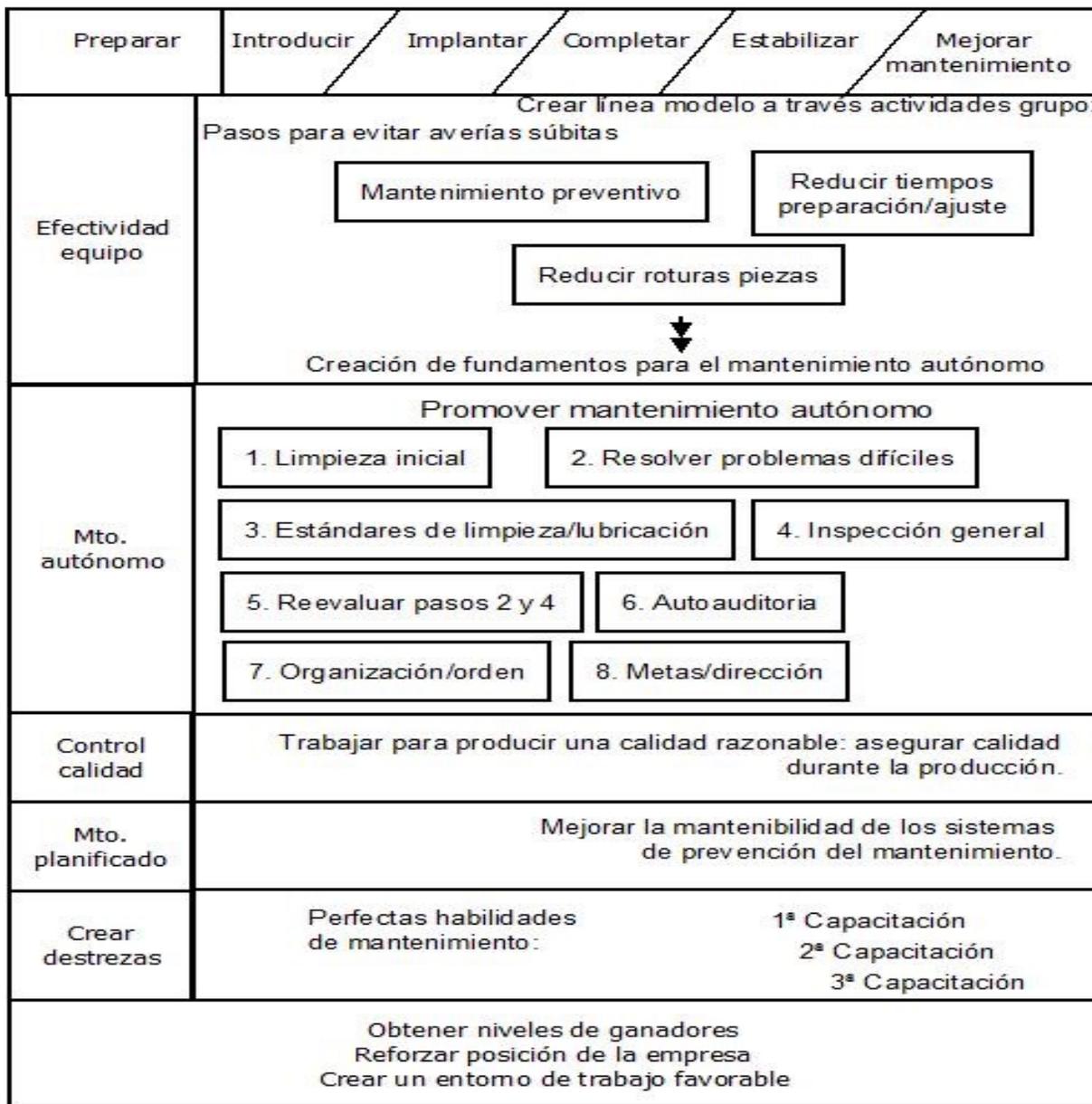


Figura 26: Plan maestro para el desarrollo de TPM

Fuente: Elaboración propia

4.7.6 Capacitaciones

Se deben aplicar capacitaciones a los trabajadores de la empresa para que conozcan el plan de mejoramiento y sepan en qué va a consistir todas las actividades que se van a implementar. Para eso se elaboró un plan de capacitaciones, presentando los tres cursos que se les impartirá (ver anexo B). Estos temas son:

- TPM
- Mantenimiento autónomo
- OEE

4.7.6.1 Curso de TPM en la empresa

Consiste en realizar una primera capacitación al personal que labora en la producción de la empresa, así mismo a los medios administrativos para mostrarles una introducción al tema del TPM, esto para que se vayan familiarizando con el tema a aplicar durante los 11 meses de aplicación del plan de mejora en la etapa de despulpado, específicamente en el mantenimiento

de la máquina despulpadora. de igual manera justificarles por qué se debe realizar este plan, y cuáles serán los beneficios para la empresa (ver Anexo C).

4.7.6.2 Curso de mantenimiento autónomo

Las actividades que realizará el/los operarios diariamente cada que ocupe la máquina. Estas actividades previenen problemas mayores en las máquinas, así mismo, agregan calidad al producto final y mejoran la eficiencia del equipo (ver Anexo D).

Mantenimiento a realizar

El operario de la máquina, debe:

- Realizar la limpieza de la maquina después de haber terminado la operación, removiendo con agua los residuos en la tolva.
- Engrasar los rodamientos de los ejes horizontales.
- Engrasar los bujes del eje alimentador.
- Calibrar el pechero al momento de empezar a despulpar.

Se propone un formato de reportes de orden de trabajo para que el operador pueda llenar cuando realice las inspecciones correspondientes (ver Anexo E).

Las actividades se encuentran en las siguientes tablas (ver cuadro 12).

En primer lugar, están las actividades de inspección, limpieza y ajuste con nivel de importancia medio. Estas las realiza el mismo operario, ya que no requiere de un nivel mayor de tecnicismo para su realización, de igual manera las puede realizar algún temporáneo o el mismo técnico en mantenimiento.

Cuadro 12: Ruta de inspección

			
Ruta de inspección de despulpadora de disco			
Elaboró:		Revisó:	Fecha:
Sistema	Subsistema	Actividad	Frecuencia
Alimentación	Tolva	Limpieza	Semanal
	Eje alimentador	Inspección	Trimestral
		Limpieza	Semanal
Despulpado	Disco de despulpado	Limpieza	Mensual
	Barra despulpadora	Ajuste de acuerdo al tamaño de la cereza	Mensual
		Limpieza	
	Engranajes	Lubricación	Trimestral
Sistema motor	Motor eléctrico	Inspección	Anual
	Polea y banda	Ajuste e inspección	Trimestral
	Rodamiento	Lubricación	Semestral
Estructura	Soldadura	Inspección	Anual

Fuente: Elaboración propia, basado en Hortales, (1997)

Teniendo la ruta de inspección y los tiempos en los cuales se debe realizar cada una de las tareas de mantenimiento, se describirá el procedimiento de limpieza que debe realizar el operario (ver cuadro 13).



Cuadro 13: Actividades de limpieza

	Actividad de limpieza de despulpadora de disco								
	Elaboró:	Revisó:	Fecha:						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tolva</td> <td rowspan="4">Retire la cubierta del disco, utilizar preferiblemente agua a presión y un cepillo de cerdas duras, refregar hasta remover las partículas adheridas.</td> </tr> <tr> <td>Eje alimentador</td> </tr> <tr> <td>Disco de despulpado</td> </tr> <tr> <td>Barra despulpadora</td> </tr> </tbody> </table>			Componente	Descripción	Tolva	Retire la cubierta del disco, utilizar preferiblemente agua a presión y un cepillo de cerdas duras, refregar hasta remover las partículas adheridas.	Eje alimentador	Disco de despulpado
Componente	Descripción								
Tolva	Retire la cubierta del disco, utilizar preferiblemente agua a presión y un cepillo de cerdas duras, refregar hasta remover las partículas adheridas.								
Eje alimentador									
Disco de despulpado									
Barra despulpadora									

Fuente: Elaboración propia, basado en Hortiales, (1997)

Teniendo la ruta de inspección y los tiempos en los cuales se debe realizar cada una de las tareas de mantenimiento, se describirá el procedimiento de lubricación que debe realizar el operario (ver cuadro 14).

Cuadro 14: Actividades de lubricación

	Actividad de lubricación de despulpadora de disco									
	Elaboró:	Revisó:	Fecha:							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rodamiento</td> <td>Los rodamientos no requieren de lubricación, solo se realiza al momento de reemplazarlos, asegurándose que la grasa no salga de la caja de cojinete.</td> </tr> <tr> <td>Engranés</td> <td>Engrasar de manera uniforme dentro de los dientes, retirando la grasa sobrante.</td> </tr> <tr> <td>Buje del eje alimentador</td> <td>Retire el eje del buje, engrase el interior de este, luego vuelva a montar el eje y ajústelo en su posición inicial.</td> </tr> </tbody> </table>			Componente	Descripción	Rodamiento	Los rodamientos no requieren de lubricación, solo se realiza al momento de reemplazarlos, asegurándose que la grasa no salga de la caja de cojinete.	Engranés	Engrasar de manera uniforme dentro de los dientes, retirando la grasa sobrante.	Buje del eje alimentador
Componente	Descripción									
Rodamiento	Los rodamientos no requieren de lubricación, solo se realiza al momento de reemplazarlos, asegurándose que la grasa no salga de la caja de cojinete.									
Engranés	Engrasar de manera uniforme dentro de los dientes, retirando la grasa sobrante.									
Buje del eje alimentador	Retire el eje del buje, engrase el interior de este, luego vuelva a montar el eje y ajústelo en su posición inicial.									

Fuente: Elaboración propia, basado en Hortiales, (1997)

Teniendo la ruta de inspección y los tiempos en los cuales se debe realizar cada una de las tareas de mantenimiento, se describirá el procedimiento de ajuste de la máquina que debe realizar el operario (ver cuadro 15).

Cuadro 15: Actividades de ajuste

	Actividad de ajuste de despulpadora de disco									
	Elaboró:	Revisó:	Fecha:							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Barra de despulpado</td> <td>Utilice una llave de boca fija de 9/16", afloje los tornillos que sujetan y separa el pechero hasta una distancia acorde con el tamaño de la cereza de café.</td> </tr> <tr> <td>Polea y banda</td> <td>Desmontar banda en caso de fisura y colocar una nueva, cumpliendo con las características del fabricante.</td> </tr> <tr> <td>Tornillería</td> <td>Ajustar los tornillos de la base del motor.</td> </tr> </tbody> </table>			Componente	Descripción	Barra de despulpado	Utilice una llave de boca fija de 9/16", afloje los tornillos que sujetan y separa el pechero hasta una distancia acorde con el tamaño de la cereza de café.	Polea y banda	Desmontar banda en caso de fisura y colocar una nueva, cumpliendo con las características del fabricante.	Tornillería
Componente	Descripción									
Barra de despulpado	Utilice una llave de boca fija de 9/16", afloje los tornillos que sujetan y separa el pechero hasta una distancia acorde con el tamaño de la cereza de café.									
Polea y banda	Desmontar banda en caso de fisura y colocar una nueva, cumpliendo con las características del fabricante.									
Tornillería	Ajustar los tornillos de la base del motor.									

Fuente: Elaboración propia, basado en basado en Hortiales, (1997)



Teniendo la ruta de inspección y los tiempos en los cuales se debe realizar cada una de las tareas de mantenimiento, se describirá el procedimiento de inspección de la máquina que debe realizar el operario (ver cuadro 16).

Cuadro 16: Actividades de inspección

	Actividad de inspección de despulpadora de disco		
	Elaboró:	Revisó:	Fecha:
Componente			
Descripción			
Motor eléctrico	Se debe verificar el amperaje y el nivel de vibración del motor.		
Eje alimentador	Realizar una inspección visual del eje, verificando que no presente fisuras.		
Soldadura	Inspeccionar las soldaduras de la estructura, en búsqueda de corrosión o fisura que puedan presentar un riesgo.		

Fuente: Elaboración propia, basado en Hortiales, (1997)

El operador además de inspeccionar y verificar el equipo, también va a detectar fallas, por lo que se propone un formato de una hoja de verificación para que pueda estar anotando los tipos de fallas que tiene la máquina y posteriormente aplicar una corrección de mantenimiento correctivo (ver Anexo F).

4.7.6.3 Curso OEE

Consiste en realizar una tercera capacitación a los trabajadores dentro de la empresa, ahora sobre el tema del OEE, con el objetivo de que conozcan la manera en que se van a evaluar los resultados finales y saber cuál es el nivel de eficiencia del equipo después de haber realizado todo el plan de mejoramiento (ver Anexo G).

4.7.7 Aplicación de 5 S`s

Debido a que nunca se ha implantado ningún tipo de mejora en ningún área de la empresa, lo primero que se debe hacer antes de aplicar las actividades de TPM es la metodología 5 S`s, para ordenar y limpiar el área y poder hacer la toma de datos del TPM con más facilidad.

- Seiri (Clasificación): Utilización de tarjetas rojas: Estas se utilizarán para marcar o “denunciar” que en el sitio de trabajo existe algo innecesario y que se debe tomar una acción correctiva y así clasificar los objetos y marcarlos con tarjetas rojas para su respectivo almacenamiento transitorio (ver Anexo H). Una vez marcados los elementos se procede a registrar cada tarjeta utilizada en la lista de elementos innecesarios (ver Anexo I). Esta lista permite posteriormente realizar un seguimiento sobre todos los elementos identificados. Si es necesario, se puede realizar una reunión donde se decide qué hacer con los elementos identificados, ya que en el momento de la “campaña” no es posible definir qué hacer con todos los elementos innecesarios detectados.
- Seiton (Orden): Cada material, cada herramienta, cada cosa en su lugar.
 - Distribuya los elementos de la mejor forma en el espacio físico del área de trabajo.
 - Ubique los ítems de acuerdo con la frecuencia de utilización (ver figura 27).
 - Guarde objetos semejantes en un mismo lugar.

- Use rótulos de colores para identificar los materiales.
- Identifique los objetos y estandarice los nombres.
- Busque el compromiso de todos con el mantenimiento del orden.

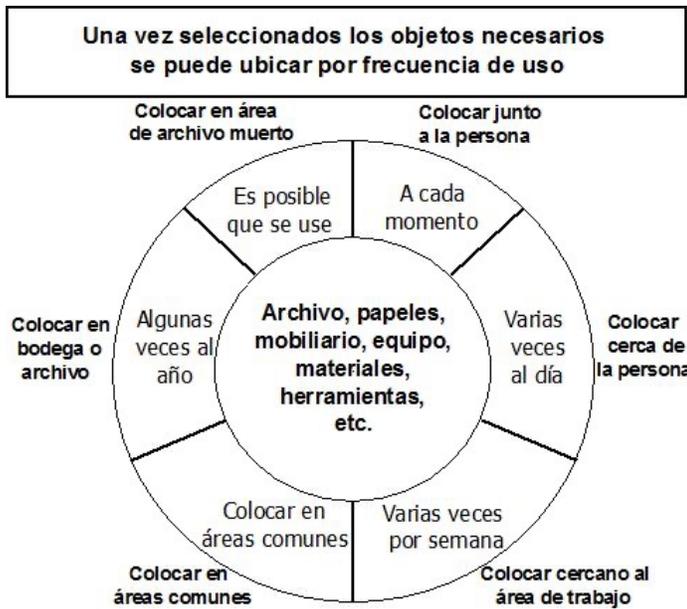


Figura 27: Como ubicar los objetos según frecuencia de uso

Fuente: Vargas, 2004

- **Seiso (Limpieza):** Una vez que ya se ha eliminado la cantidad de estorbos y hasta basura, y relocalizado lo que sí se necesita, viene una super-limpieza del área. Cuando se logre por primera vez, habrá que mantener una diaria limpieza a fin de conservar el buen aspecto y comodidad de esta mejora. Se desarrollará en los trabajadores un orgullo por lo limpia y ordenada que tienen su área de trabajo. Este paso de limpieza realmente desarrolla un buen sentido de propiedad en los trabajadores. Al mismo tiempo comienzan a aparecer evidentes problemas que antes eran ocultados por el desorden y suciedad. Así, se dan cuenta de fugas de aceite, aire, refrigerante, partes con excesiva vibración o temperatura, riesgos de contaminación, partes fatigadas, deformadas, rotas, desalineamiento, etc. Estos elementos, cuando no se atienden, pueden llevarnos a una falla del equipo y pérdidas de producción, factores que afectan las utilidades de la empresa.
- **Seiketsu (Estandarización):** Al implementar las 5S's, se debe concentrar en estandarizar las mejores prácticas del área de trabajo. Hay que dejar que los trabajadores participen en el desarrollo de estos estándares o normas.
- **Shitzuke (Sostener):** El sostenimiento consiste en establecer un nuevo "status quo" y una nueva serie de normas o estándares en la organización del área de trabajo.

4.7.8 Propuesta de nuevo AMEF

Para poder confirmar que este manual mejoraría el proceso, se recurrió a la elaboración de una nueva propuesta de resultados de un AMEF, el cual se presenta a continuación con los datos actuales y los datos de propuesta de mejora (ver cuadro 17)



Cuadro 17: Propuesta de AMEF con mejora

												Página 1 de 2											
												Análisis de Modo y Efecto de Falla				Nombre del proceso: Despulpasr café							
												Elaboró:				Revisó:				Fecha:			
Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	S E V	Causas potenciales	O C U	Controles de ocurrencia	D E T	N P R	Acciones recomendadas	Responsable	Acciones implementadas	S E V	O C U	D E T	N P R								
¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué maneras puede fallar dicho paso del proceso?	¿Cuál es el impacto de las variables de los pasos clave cuando hay un fallo?	Severidad	¿Qué causa que el paso clave falle?	Ocurrencia	¿Cuáles son los controles existentes y procedimientos preventivos de Causa o Modo de Falla?	Detectar		¿Qué también pueden detectar la Causa o Modo de Falla?	¿Quién es responsable de las acciones recomendadas?	Anotar las acciones implementadas.												
Colocar fruto en la tolva	Agregar fruto mezclado con basura u otros objetos	Mal sabor, mal aspecto, mala calidad, retraso	7	Falta de responsabilidad	6	Inspección durante el proceso	3	126	Realizar inspección antes de agregar café en tolva	Usuario de máquina		4	5	3	60								
				No clasificar	5	Inspección durante el proceso	2	70	Capacitar al operario	Encargado de plan		5	4	2	40								
				Operar con rapidez	3	Inspección durante el proceso	2	42	Capacitar al operario	Encargado de plan		6	3	2	36								
Colocar manguera de agua	Agregar fruto en mal estado o seco	Paros no programados, retrasos	8	Falta de responsabilidad	6	Inspección durante el proceso	2	36	Inspección de fruto	Usuario de máquina		4	5	2	40								
Despulpe con disco	No calibrar bien el disco Se atasque por algún objeto duro	Desperdiciar materia prima, retraso Se desgasta e disco Discontinuar el proceso, retraso	10 8 10	Falta de capacitación del operador	1	Inspección durante el proceso	2	14	Capacitar al operario	Encargado de plan		6	1	2	12								
				Operación con rapidez	7	Inspección durante el proceso	2	140	Mantenimiento autónomo	Encargado de plan		6	6	2	72								
				El operador no sabe cómo se compone el modelo	3	Inspección durante el proceso	2	48	Inspección de fruto	Usuario de máquina		5	2	2	20								
				No inspección, irresponsabilidad	2	Inspección durante el proceso	2	40	Inspección de fruto	Usuario de máquina		6	2	2	24								

												Página 2 de 2											
												Análisis de Modo y Efecto de Falla				Nombre del proceso: Despulpasr café							
												Elaboró:				Revisó:				Fecha:			
Pasos Clave del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	S E V	Causas potenciales	O C U	Controles de ocurrencia	D E T	N P R	Acciones recomendadas	Responsable	Acciones implementadas	S E V	O C U	D E T	N P R								
¿Cuál es el paso del proceso?	¿De qué maneras puede fallar dicho paso del proceso?	¿Cuál es el impacto de las variables de los pasos clave cuando hay un fallo?	Severidad	¿Qué causa que el paso clave falle?	Ocurrencia	¿Cuáles son los controles existentes y procedimientos preventivos de Causa o Modo de Falla?	Detectar		¿Qué también pueden detectar la Causa o Modo de Falla?	¿Quién es responsable de las acciones recomendadas?	Anotar las acciones implementadas.												
Despulpe con disco	Se atasque por algún objeto duro No funcione correctamente	Paros no programados Falta de mantenimiento	8 9	Irresponsabilidad no clasificado	2	Inspección durante el proceso Inspección durante el proceso Inspección durante el proceso	2	32	Inspección de fruto	Usuario de máquina		6	2	2	24								
				Irresponsabilidad	1	Inspección durante el proceso	1	9	Mantenimiento	Usuario de máquina		5	1	1	5								
Mover el café en la tolva para que caiga en el orificio	Se quede la maquina sin carga	Retraso, paros	9	Operación con rapidez, distracción, falta de operarios	6	Inspección durante el proceso	2	108	Agregar un operario más	Usuario de máquina		6	4	2	48								

Fuente: Elaboración propia, en base a Toral y Burgos, 2013

Como puede observarse, en la nueva propuesta del AMEF:

- Colocar fruto en la tolva, agregar fruto mezclado con basura u otros objetos bajó de 126 a 60.
- Despulpe con disco, no calibrar bien el disco con 140 a 72
- Mover el café en la tolva para que caiga en el orificio bajó de 108 a 48

Esto quiere decir que si habría una mejora del proceso con la propuesta de “manual de usuario de máquina despulpadora”.



4.8 Costo beneficio

Las actividades que se proponen como: plan de mejoramiento, capacitaciones, aplicación de 5 S's y mantenimiento de la maquinaria conllevan gastos que se deben registrar para realizar una evaluación financiera precisa, determinando los beneficios que se obtienen de mejorar el proceso.

El análisis se realizó de acuerdo a los costos y beneficios, de tal manera que se puede ejecutar y poner en marcha, esto conlleva a definir ciertos criterios que servirán para realizar el proyecto.

El desarrollo del proyecto conlleva diferentes tipos de costos que se tuvieron en cuenta, cada uno de ellos representaran las etapas del proyecto y definen si la inversión es viable o no.

El proyecto, teniendo en cuenta una inversión inicial, los costos generados en la operación y un valor de salvamento o liquidación que representa la etapa final, el proyecto se evalúa en un periodo de 11 meses (ver figura 28).

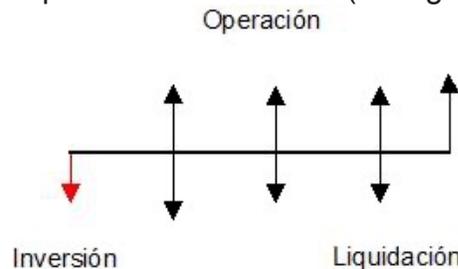


Figura 28: Horizonte del proyecto

Fuente: Elaboración propia, basado en Trujillo, (2011)

Inversión inicial. La inversión del proyecto comienza desde el principio hasta la etapa final de este, la inversión se ve representada en la elaboración de plan de mejoramiento, impresión de documentos, tarjetas y formatos, en realidad no es mucha inversión inicial, ya que la mayor inversión está a partir del tercer mes cuando se implementa el mantenimiento inicial, por tanto, es el que más cargos tiene.

La inversión representa lo costos de las actividades y elementos tangibles que se ocuparán en el inicio de la implementación del plan de mejoramiento (ver cuadro 18).

Cuadro 18: Costos de implementación inicial

Costo de implementación inicial	
Primera capacitación	\$1000
Segunda capacitación	\$1000
Tercera capacitación	\$1000
Documentación (Impresión de tarjetas y formatos)	\$300
Limpieza	
Productos de limpieza (jabón, cloro, limpiones, escoba, bolsas de basura)	\$100
Total	\$3400

Fuente: elaboración propia, basado en Trujillo, (2011)

Durante el primer trimestre se realizarán las primeras inspecciones en la maquinaria, realizadas por un técnico especializado en actividades que los mismos trabajadores no pueden realizar (outsourcing), así como la compra de productos de limpieza para la aplicación de 5 S's y compra de productos de limpieza diaria en la máquina (ver cuadro 19). NOTA: debido a que no se sabe exactamente qué piezas se necesitan o productos se necesitan comprar para la máquina, solo se propone una cantidad estimada.

Cuadro 19: Costos primer trimestre

Costo de implementación primer trimestre	
Limpieza	
Mantenimiento inicial (productos de limpieza, lubricante, nuevas piezas)	\$1300
Ordenar (Pequeño estante de madera en la pared con material reciclado)	\$50
Nuevas herramientas de limpieza del equipo (cepillo de cerdas de metal, cepillo de cerdas de plástico, limpión,)	\$150
Total	\$1500

Fuente: Elaboración propia, basado en Trujillo, (2011)

Durante los siguientes dos trimestres los costos de mantenimiento consistirán en que el mismo operario deba inspeccionar la máquina, ajuste, lubricación, limpieza (algunos se realizan cada mes o cada semana) (ver cuadro 20).

Cuadro 20: Costos segundo y tercer trimestre

Costo de implementación segundo y tercer trimestre	
Limpieza	
Productos de limpieza (jabón, limpiadores, bolsas de basura)	\$150
Total	\$150

Fuente: Elaboración propia, basado en Trujillo, (2011)

Al implementar el plan de mejoramiento, se van a reducir en gran proporción los desperdicios, defectos y materia prima reprocesada, ya que debido a la calibración que actualmente tiene el disco que es estándar, algunos granos salen por el despacho de pulpa y otros salen por el despacho de granos despulpados, pero aún con cáscara, por lo que debe reprocesarse (ver cuadro 21).

Cuadro 21: Materia prima en desperdicio y reprocesada

Conceptos	Materia prima			
	Ahora		Nuevo sistema	
	Porcentaje	Costos	Porcentaje	Costos
Desperdicios y reprocesos	9.3%	\$63600	0%	\$0

Fuente: elaboración propia, basado en Trujillo, (2011)

Con la operación de la máquina actual se pierde alrededor del 9% de materia prima, ya sea en desperdicio o se vende a precios inferiores a lo normal debido a la calidad que lleva, generando pérdidas equivalentes a unos \$63600 anuales de acuerdo a la cantidad de café recolectado. Con el nuevo plan de mejora se calcula una ganancia superior.

De acuerdo con el plan de mejora, se elaboró una tabla de las ganancias que obtendría la empresa si se implementara la propuesta (ver cuadro 22).

Cuadro 22: Ganancias plan de mejora

Ítem	Unidad	Cantidad unidades por año	\$/tonelada	Total
Café despulpado	Por tonelada	30	\$22,800	\$684,000

Fuente: elaboración propia, basado en Trujillo, (2011)

De acuerdo a la tabla anterior, la máquina puede procesar en su totalidad la cantidad de café recolectado, a la primera, sin reprocesos.

Se muestran los resultados de las inversiones realizadas durante el lapso de tiempo que se implementó el plan de mejora (ver cuadro 23).



Cuadro 23: Inversión total

Inversión	
Inicial	\$3400
Primer trimestre	\$1500
Segundo y tercer trimestre	\$150
Total	\$5050

Fuente: elaboración propia, basado en Trujillo, (2011)

De acuerdo al resultado anterior, el proyecto es viable y se garantiza la recuperación de la inversión, con una ganancia extra de \$ 58550.





CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Durante la realización de este estudio de caso, se detectó que los trabajadores llevan una labor rutinaria, con percepción intuitiva de hace años, muchas de las personas que cosechan en la finca son personas mayores, que tienen mucha experiencia dentro de éste ámbito. Mas no saben acerca de las metodologías para estandarizar correctamente el trabajo y conseguir mejora calidad en el producto final.

Esto resulta un impedimento a la vez, porque a pesar de que las personas son accesibles para explicar, quizá sea un poco complicado hacer que cambien su rutina de trabajo debido a que llevan ya mucho tiempo laborando de esta manera.

Se tuvo contacto con personas con grados académicos en diferentes disciplinas (climatólogos, biólogos, Ing. Químicos y demás), los cuales representan puestos temporales pero que brindan un servicio a la empresa y que apoyan con sus conocimientos en la ejecución de los procesos brindando aprendizajes tanto a los trabajadores como a los residentes.

El beneficio es una empresa de la rama de alimentos y agricultura, por lo que el proyecto además de proporcionar una diversidad de conocimientos que son afines al Ing. Industrial, representa una oportunidad para abrir nuevos horizontes laborales. La realización de este estudio de caso resultó satisfactorio y grato, debido a que el medio laboral es cómodo y se encuentra rodeado un ambiente natural. Poder estar en contacto con las plantas de café y ayudar a los trabajadores en las distintas etapas, así como consumir este alimento producido por la misma empresa, son unas cuantas de las actividades que se llevaron a cabo.

Se detectó que a la empresa le hace falta la implementación de metodologías para encaminar hacia las mejoras, muy importante en el área de seguridad e higiene, ya que el personal tiende a estar expuesto a riesgos que pueden provocar accidentes.

En cuanto al proyecto, se extrajeron datos de la maquinaria con accesibilidad a ella. En ocasiones, el personal temporáneo proporcionó ayuda para recabar información. Los datos se mostraron con mucha variabilidad, sobre todo durante la evaluación de eficiencia de la maquinaria, ya que hubo ocasiones en que la materia prima no mostraba las características necesarias para pasar por el proceso, y eso hacía que los datos tuvieran un comportamiento variable.

Los trabajadores se mostraron muy respetuosos y accesibles a las preguntas y dudas que iban surgiendo con el paso de los días, y los encargados mostraron empatía y compromiso.

Se puso en práctica muchas de las herramientas de mejora continua, como diagramas de relación, cronogramas, etc. hasta herramientas más complejas como la metodología OEE para obtener la eficiencia de los procesos, o la metodología AMEF para detectar fallas. Es el momento en el que se pueden utilizar todos los medios necesarios para realizar el proyecto con el objeto de mejorar algo en la empresa.

A pesar de estas adversidades, fue una experiencia grata y placentera, llena de retos y mucha experiencia, conocimientos y adversidades presentes.



5.2 Recomendaciones

- Realizar un plan maestro de producción mediante cronograma de actividades para cosechar a tiempo el café cereza para evitar que se madure de más en la planta.
- Implementar un plan de seguridad e higiene tanto para el lugar como para los trabajadores, debido a que hay muchos riesgos en el área los cuales pueden provocar riesgos y accidentes.
Durante toda la jornada laboral deba estar siempre una persona inspeccionando las actividades que realizan los trabajadores, con el fin de mejorar el comportamiento de los trabajadores y optimizar su nivel de eficiencia en ellos y sus actividades a desempeñar.
- Aumentar una etapa más al proceso, añadiendo una clasificación a las cerezas de café después de la cosecha, separándolas por tamaños para que así mismo se despulpen por tamaños y evite su desperdicio.
- De ser necesario, tener dos operadores en el área de despulpado y lavado, ya que en ocasiones es mucho el trabajo que hay para una sola persona, por lo cual puede sufrir lesiones o accidentes de trabajo.
- Implementar un sistema de buenas prácticas de manufactura, lo cual provocara que el personal y dueños de la empresa concienticen en los riesgos de contaminación por la cercanía de animales o roedores.
- Utilizar conceptos ergonómicos útiles para crear ambientes cómodos a los trabajadores debido a que se observaron algunas actividades realizadas de manera incorrecta y que puede provocar un riesgo de trabajo teniendo como desenlaces accidentes graves para el operador y fuertes multas económicas de sanción a la empresa.
- Implementar 5´S en todas las áreas de trabajo de la empresa, debido a que se observó que no hay un orden adecuado y clasificación de objetos que utilizan para realizar las actividades, por lo que el área se vuelve un espacio complicado de laborar menos eficiente.
- Implementación de un plan de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo en la maquinaria, debido a que no cuentan con una debida limpieza y trato a los equipos de trabajo, lo que conlleva a ineficiencia y ponen en riesgo a los operarios.





REFERENCIAS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Libros

- Baena Paz, Guillermina. 2014. Metodología de la investigación. Grupo editorial Patria. México. 157 pág.
- Camisón César, Cruz Sonia y Gonzáles Tomás. 2008. Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Pearson. Madrid, España. 1464 pág.
- Carro Paz Roberto y Gonzáles Gómez Daniel. 2010. Administración de la Calidad Total. Universidad Nacional de Mar del Plata. Argentina. 65 pág
- Chandra, P. y T. Shastri 1998. Competitiveness of Indian manufacturing: findings of the 1997 manufacturing futures survey. Vikalpa. 36 pág.
- Crosby Philip B. 1998. La calidad no cuesta, El arte de cerciorarse de la calidad. CECSA, México. 238 pág.
- Cruelles Ruiz José Agustín. 2010. La Teoría de la Medición del Despilfarro. Artef, S.L. 2da. Edición. Toledo, España. 238 pág.
- Eckes, George. 2006. El Six Sigma para todos. Editorial Norma. Bogotá, Colombia. 166 pág.
- Guajardo Garza Edmundo. 2008. Administración de la Calidad Total. ED PAX MÉXICO. México, 181 pág.
- Gutiérrez Pulido Humberto y De La Barra Salazar Román. 2009. Control estadístico de la calidad y six sigma. Mc Graw-Hill, México, DF. 482 pág.
- Hernandez Matias, J. C., & Vizan Idoipe , A. 2013. Lean Manufacturing, Conceptos, Tecnicas e Implantacion . Madrid: Fundacion OEI. 178 pág.
- Madariaga Nieto, F. 2018. Lean manufacturing: Exposicion adaptada a la fabricacion repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos. Creative Commons. España. 282 pág.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. 2008. Ingenieria Industrial de Niebel: métodos, estándares y diseños de trabajo. McGraw-Hill. 570 pág.
- Ogata, Katzuhiko. 2003. Ingenieria de control moderna. Minnesota. Pearson educación. 965 pág.
- Pérez Fernández de Velazco, José Antonio. 2009. Gestión por procesos: tercera edición. Madrid, España. ESIC editorial. 354 pág.
- Ramírez Bacca, Renzo. 2010. Introducción teórica y práctica a la investigación histórica. Guía para historiar en las ciencias sociales. Libros de la Facultad: Historia. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. 214 pág.
- Rendón C. Hernán Darío. 2013. Control Estadístico de la Calidad. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas. Medellín, Colombia. 208 pág.
- Roos, Sheldon. 2007. Introducción a la estadística. Reverte. Barcelona, España. 809 pág.
- Trujillo Gianfranco, Mejía. 2011. Análisis Costo-Beneficio de Las Normas. EAE. 176 pág.
- Wintgens, J. N. 2004. Factors influencing the quality of Green coffee. Ed. J.N. Wintgens. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, KGaA



Revistas

- Cooke, F. L. 2000. Implementing TPM in plant maintenance: some organizational barriers. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 1003-1016 pág.
- Guide to improving OEE. 2015. Overall Equipment Effectiveness (OEE) through calibration. Volumen 1. 5 pág.
- Pineda, C., Reyes, C., & Oseguera, F. 2012. Beneficiado y calidad del café. Tegucigalpa: Instituto Hondureño del Café. 30 pág.
- Reed, R. 1996. Beyond process: TQM content and firm performance. *Academy of Management Review*. Pág.173-202.
- Robles, J. 2010. Manual de buenas prácticas de manufactura en beneficio de café oro de Tarrazú S.A. San José: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ministerio de agricultura y ganadería en el marco del programa de fomento de la producción agropecuaria sostenible, contrato préstamo 1436/oc-cr-bid. 52 pág.
- Scodanibbio Carlo. 2009. How to calculate Overall Equipment Effectiveness (OEE). *Word Class Performance*. Volumen 1. 23 pág

Tesis

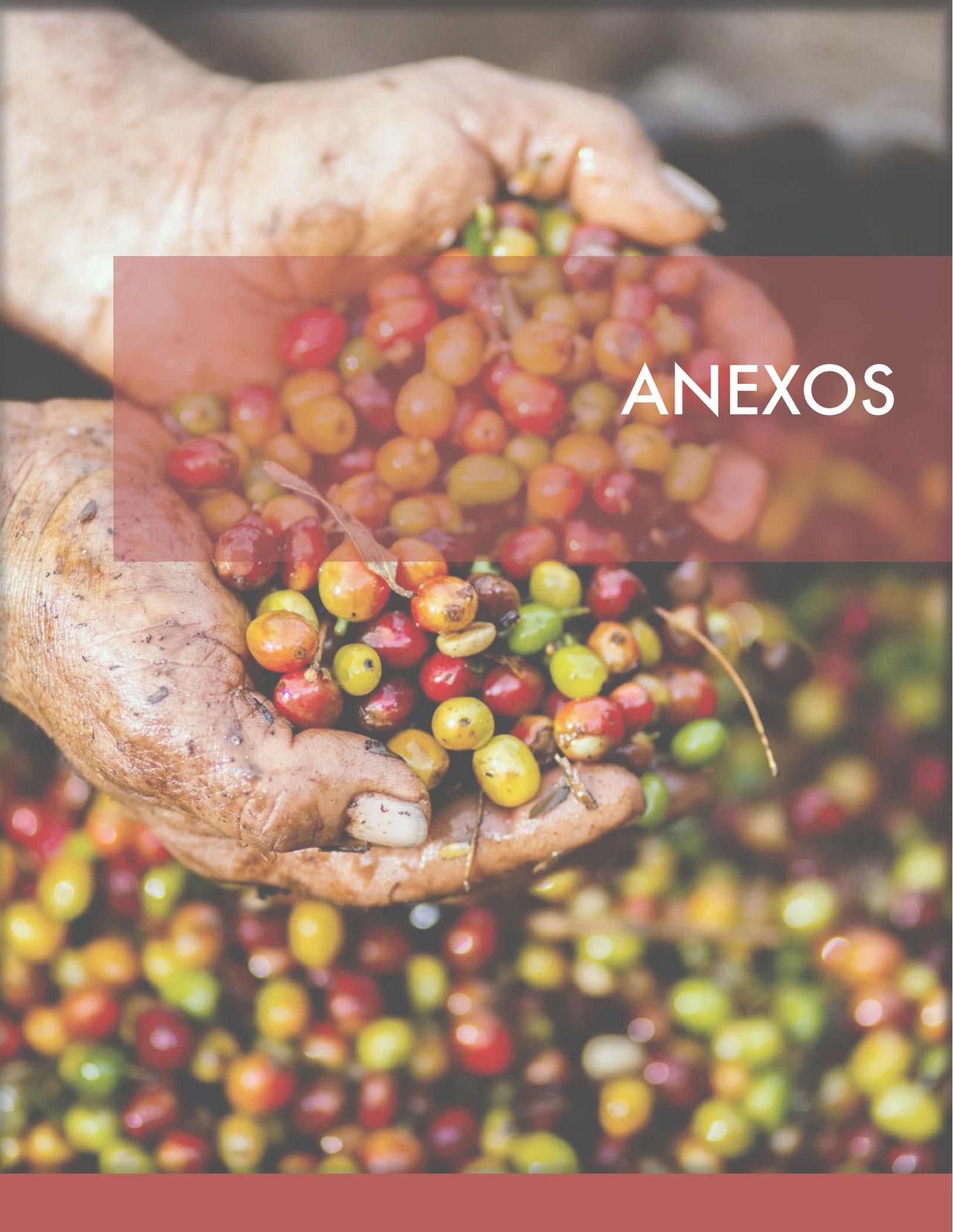
- Bautista Arroyo, J. M., Bautista Campillo, A., & Rosas Campillo, S. 2010. Metodología para la implementación de manufactura esbelta en los procesos productivos para la mejora continua. Tesis profesional en ingeniería mecánica. Politécnico Nacional. 190 pág.
- García jacho, L. V., & Ortiz Moran, A. 2015. Estudio de factibilidad para la implementación del sistema de manufactura esbelta en las líneas de producción en la empresa Construcphisa S.A., 2015 de la provincia del guayas. Guayaquil Ecuador.
- Guachisaca Guerrero, C. A., & Salazar Rodríguez, M. B. 2009. Implementación de las 5'S como una metodología de mejora en una empresa de elaboración de pinturas. Tesis profesional en ingeniería mecánica. Escuela Técnica Superior del Litoral. 199 pág.
- Hortiales Rendón, Miguel Ángel. 1997. Implementación del Mantenimiento Productivo Total. Tesis profesional en Opción al Grado de Maestro en Ciencias de la Administración con Especialidad en Producción y Calidad. Universidad Autónoma de Nuevo León. 123 pág.
- Mohr Barría Paulina A. 2012. Propuesta de metodología para la medición de eficiencia general de los equipos en líneas de procesos de sección mantequilla en industria láctea. Tesis profesional en Ingeniería Civil Industrial. Escuela de Ingeniería Civil Industrial. Universidad Austral de Chile. 92 pág.
- Ruiz Cobos, J. 2016. Implementación de la metodología Lean Manufacturing a una cadena de producción alimentaria. Sevilla: Universidad de Sevilla. Tesis para obtener título de Ingeniero Industrial. Instituto Politécnico Nacional.
- Toral Franco, X. d., & Burgos Toaza, L. E. (2013). Tesis de Grado. Diseño e implementación de un programa de mantenimiento productivo Total (TPM) en una empresa productora de alimentos balanceados. Guayaquil, Ecuador. 270 pág.



Páginas electrónicas

- ANACAFE. 2018. El beneficio húmedo. Guatemala, centro. Anacafé. <https://www.anacafe.org/>
- Cerda, J. 2012. Manual de las 5` s para las Industrias. <http://www.lacamaradetrenque.com.ar/wp-content/uploads/2011/07/Estrategia-de-las-5s.pdf>
- UNIT. 2009. Herramientas para la mejora de la calidad. Monte Video, Plaza Independencia, Uruguay: UNIT. <https://www.unit.org.uy>
- Whitepaper. 2012. Las seis grandes pérdidas: Una nueva aproximación a viejos Problemas en la Industriade proceso. Aptean.es. http://www.aptean.es/assets/pdfs/resources/documents/APT%20Factory_WhitePaper%20%20Las%206%20grandes%20perdidas%20Parte%201_ES.pdf Norma ISO 9001:2015. www.iso.org.





ANEXOS

Anexo 7.1 Hoja de verificación de registro de OEE

		Hoja de verificación: Medición OEE			
		Elaboró:		Revisó:	Fecha:
		Máquina: Despulpadora		Tiempo estimado a laborar:	
Fecha:	Hr. Inicio	Hr. Término de paro	Causa	Descripción breve de la causa	Duración
Inicio de producción:					
Término de producción:					
Tiempo real:			Tiempo perdido:		
Producción total:		Producción defectuosa o reprocesada:			
Causas de defectos o reprocesos:					
Operario:					



Anexo 7.2 Programa de capacitación al personal

			
	Programa de capacitación al personal		
	Elaboro:	Revisó:	Fecha:

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL

I. Objetivo General

Proporcionar información y capacitación en el área de despulpado al personal operativo y directores a fin de aumentar la eficiencia de la máquina despulpadora.

II. Objetivos específicos

- a. Mostrar al personal de la empresa la herramienta TPM, dando a conocer su objetivo, conceptos básicos, aplicación e importancia de su aplicación dentro de la empresa.
- b. Mostrar al personal de la empresa la etapa de “mantenimiento autónomo” propia del TPM, dando a conocer su objetivo, aplicación e importancia de su aplicación dentro de la empresa.
- c. Mostrar a los trabajadores la metodología OEE, su uso, las ventajas y como aplicarlo dentro de la empresa.

III. Metas:

- a. Capacitar al 100% de los trabajadores.
- b. Cumplir con el 90% de las actividades establecidas en el cronograma
- c. Cumplir con lo establecido en el presupuesto.
- d. Obtener buenas respuestas en la evaluación con la capacitación.

IV. Ámbito de aplicación

Aplicable en el área de despulpado de la empresa.

			
	Programa de capacitación al personal		
	Elaboro:	Revisó:	Fecha:

V. Responsable

El responsable de hacer cumplir este programa es el coordinador del plan de la empresa.

VI. Generalidades

Este programa tiene como objeto mostrar, enseñar y capacitar al personal de la empresa el área de despulpado acerca de un nuevo plan de trabajo, para que conozcan las actividades que deben seguir para el mejor funcionamiento de la máquina despulpadora y con esto mejorar la eficiencia del equipo. Este programa puede ser modificado, cuando se considere conveniente por el Coordinador de la empresa.



VII. Descripción de formación de personal

TEMA 1: TPM	
Dirigido	Área de despulpado
Estrategia	Involucrar al el personal de área sobre el tema de TPM, por lo que se empleará el método de la exposición.
Impartido	Coordinador de implementación de plan
Duración	2 horas
Recursos	Cañón, computadora, material de papelería, formatos impresos.
Indicador	$\% = \frac{N^{\circ} \text{ trabajadores capacitados}}{N^{\circ} \text{ total de trabajadores}}$
Contenido del módulo de capacitación	
1.1 Conceptos básicos 1.2 Objetivos del TPM 1.3 Características 1.4 ¿Por qué usar TPM? 1.5 ¿Dónde se debería usar TPM? 1.6 Pilares del TPM 1.7 ¿Cómo mejora la productividad la implementación de TPM? 1.8 6 desperdicios	

	Programa de capacitación al personal		
	Elaboro:	Revisó:	Fecha:

TEMA 2: MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	
Dirigido	Área de despulpado
Estrategia	Involucrar al el personal de área sobre el tema de mantenimiento autónomo, por lo que se empleará el método de la exposición.
Impartido	Coordinador de implementación de plan
Duración	2 horas
Recursos	Cañón, computadora, material de papelería, formatos impresos.
Indicador	$\% = \frac{N^{\circ} \text{ trabajadores capacitados}}{N^{\circ} \text{ total de trabajadores}}$
Contenido del módulo de capacitación	
1.1 ¿Qué es el mantenimiento autónomo? 1.2 las 5 S's , una filosofía esencial 1.3 Mantenimiento autónomo en siete pasos 1.4 Mostrar formatos para llenar	

TEMA 3: OEE	
Dirigido	Área de despulpado
Estrategia	Involucrar al el personal de área sobre el tema de OEE, por lo que se empleará el método de la exposición.
Impartido	Coordinador de implementación de plan
Duración	2 horas
Recursos	Cañón, computadora, material de papelería, formatos impresos.
Indicador	$\% = \frac{N^{\circ} \text{ trabajadores capacitados}}{N^{\circ} \text{ total de trabajadores}}$
Contenido del módulo de capacitación	
1.1 ¿Para qué sirve el OEE? 1.2 Ventajas del OEE 1.3 Disponibilidad 1.4 Rendimiento	1.5 Tasa de Calidad 1.6 Cálculo del OEE 1.7 Clasificación OEE 1.8 Mostrar formatos para llenar



Anexo 7.3 Primera capacitación: Curso de TPM

	Curso TPM	
	Elaboró:	Fecha:
<h1>TPM</h1> <hr/> <p>TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL</p> 		

	Curso TPM	
	Elaboró:	Fecha:
<h3>Alcance</h3> <p>Que los espectadores logren comprender el tema, poniendo sus dudas y opiniones acerca de la aplicación.</p> 		

	Curso TPM	
	Elaboró:	Fecha:
<h3>Conceptos básicos</h3> <ul style="list-style-type: none">❖ Mantenimiento: Conservación de una cosa en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación❖ Eficiencia: La capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un objetivo determinado con el mínimo de recursos viable.❖ Efectividad: Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.❖ Productividad: la cantidad en la producción de un producto o servicio por insumo utilizado por unidad de tiempo. 		





Curso TPM

Elaboró:

Fecha:

¿Qué es el TPM?

Es un método para mejorar continuamente la efectividad de los equipos o procesos de manufactura a través del trabajo en equipo.

Objetivos

- ❖ Mantener al equipo produciendo solo producto bueno, lo mas rápido que sea posible sin paros.
- ❖ Mejora los sistemas de mantenimiento existentes.
- ❖ Incrementa la Efectividad Global de los Equipos (OEE).
- ❖ Adiestra mantenedores y operadores para actualizar conocimientos y destrezas.



Curso TPM

Elaboró:

Fecha:

Características del TPM

- ❖ Profundiza el mantenimiento productivo
- ❖ Se apoya en el mantenimiento autónomo por parte de los operarios.
- ❖ Su objetivo es cero perdidas (defectos).



Curso TPM

Elaboró:

Fecha:

¿Por qué usar TPM?

- ❖ Mejorar la calidad
- ❖ Mejorar la productividad
- ❖ Mejorar los tiempos de entrega
- ❖ Mejorar los estándares de seguridad
- ❖ Mejorar los inventarios





Curso TPM

Elaboró:

Fecha:

¿Dónde se debería usar TPM?

Todas las líneas de producción, máquina y equipo en todas las Empresas.

En todo lugar que se puede mejorar el DownTime de equipo, costos de producción, o calidad del producto.

Equipo o sistema nuevos que aún no tienen un programa implementado de mantenimiento planeado.



Curso TPM

Elaboró:

Fecha:

8 pilares del TPM



Curso TPM

Elaboró:

Fecha:

1. Mejora focalizada

Es encontrar una oportunidad de mejora dentro de la planta, esta oportunidad debe reducir o eliminar un desperdicio.

2. Mantenimiento autónomo

Los operarios se pueden entrenar y autorizar para realizar cualquier tarea de mantenimiento rutinaria.



Curso TPM

Elaboró:

Fecha:

3. Mantenimiento planeado

El objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejora, prevención y predicción.

4. Capacitación

se enfoca en garantizar el desarrollo de las competencias del personal, teniendo en cuenta los objetivos de la organización.



Curso TPM

Elaboró:

Fecha:

5. Control inicial

Es tener un buen mantenimiento preventivo, esto quiere decir que se tenga una buena recolección de datos y excelente análisis; para luego poder planear los mantenimientos que logran disminuir los costos e incrementar la disponibilidad.

6. Mejoramiento para la calidad

Tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto.



Curso TPM

Elaboró:

Fecha:

7. TPM en los departamentos de apoyo

facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costes, oportunidad solicitada y con la más alta calidad.

8. Seguridad, higiene y medio ambiente

El número de accidentes crece en proporción al número de pequeñas paradas. Por ese motivo el desarrollo del Mantenimiento Autónomo y una efectiva implementación de las 5S son la base de la seguridad.





Curso TPM

Elaboró:

Fecha:

¿Cómo mejora la productividad la implementación de TPM?



Convirtiendo el tiempo desperdiciado de un operario debido a condiciones del equipo en actividades de mantenimiento preventivo y tiempo de valor agregado.



Curso TPM

Elaboró:

Fecha:

6 desperdicios

La efectividad del equipo se limita por los seis tipos de pérdidas siguientes:

1. Pérdidas por averías

2. Pérdidas por preparación y ajuste

3. Pérdidas por tiempos muertos y paradas pequeñas

4. Pérdidas por reducción de velocidad

5. Defectos de calidad y repetición de trabajos

6. Pérdidas de puesta en marcha



Curso TPM

Elaboró:

Fecha:



Anexo 7.4 Segunda capacitación: Curso de mantenimiento autónomo

		
	Curso Mantenimiento autónomo	
	Elaboró:	Fecha:

**MANTENIMIENTO
AUTÓNOMO**

		
	Curso Mantenimiento autónomo	
	Elaboró:	Fecha:

Objetivo

Mostrar al personal de la empresa Finca Quiroz S.A. de C.V la etapa de "mantenimiento autónomo" propia del TPM, dando a conocer su objetivo, aplicación e importancia de su aplicación dentro de la empresa.

Alcance

Que los espectadores logren comprender el tema, poniendo sus dudas y opiniones acerca de la aplicación.

		
	Curso Mantenimiento autónomo	
	Elaboró:	Fecha:

¿Qué es el mantenimiento autónomo?

Proceso a través del cual los operadores se adueñan de su proceso y establecen sus condiciones de operación.

Objetivos

- ❖ Realización del mantenimiento básico de la máquina por los operarios.
- ❖ Detección precoz y resolución de anomalías por el operario.
- ❖ Liberar al equipo de Mantenimiento de actividades sencillas.



	Curso Mantenimiento autónomo	
	Elaboró:	Fecha:

Mantenimiento tradicional		Con el Mantenimiento Autónomo	
Producción	Mantenimiento	Producción	Mantenimiento
 -Paradas no programadas (averías) De los equipamientos - Limpieza -Producción	 -Reparación (averías) - Inspección - Limpieza - Lubricación - Mantenimiento preventivo - Modificaciones	 -Limpieza, inspección lubricación -Producción	 -Reparación(averías) - Mantenimiento preventivo avanzado - Mejoras - Remodelación - Planificación nuevos equipamientos - Formación y entrenamiento

	Curso Mantenimiento autónomo	
	Elaboró:	Fecha:

LAS 5 S's , UNA FILOSOFÍA ESCENCIAL

Esta filosofía se enfoca en trabajo efectivo, organización del lugar y procesos estandarizados de trabajo. 5 S's simplifica el ambiente de trabajo, reduce los desperdicios y actividades que no agregan valor, al tiempo que incrementa la seguridad y eficiencia de calidad.

	Curso Mantenimiento autónomo	
	Elaboró:	Fecha:

1. Seiri (ordenamiento o acomodo), la primera "S" se refiere a eliminar del área de trabajo todo aquello que no sea necesario.
2. Seiton (Todo en Su Lugar) es la segunda "S" y se enfoca a sistemas de guardado eficientes y efectivos.
 - a) ¿Qué necesito para hacer mi trabajo?
 - b) ¿Dónde lo necesito tener?
 - c) ¿Cuántas piezas de ello necesito?





Curso Mantenimiento autónomo

Elaboró:

Fecha:

3. Seiso (Limpiar): Una vez que ya hemos eliminado la cantidad de estorbos y hasta basura, y relocalizado lo que sí necesitamos, viene una super-limpieza del área.

4. Seiketsu (Estandarizar): Al implementar las 5S's, nos debemos concentrar en estandarizar las mejores prácticas en nuestra área de trabajo.

5. Shitsuke (Sostener): El sostenimiento consiste en establecer un nuevo "status quo" y una nueva serie de normas o estándares en la organización del área de trabajo.



Curso Mantenimiento autónomo

Elaboró:

Fecha:

Mantenimiento autónomo en siete pasos

1. Limpieza inicial: Desarrollo del interés de los operadores y operarios por mantener limpias sus máquinas.
2. Proponga medidas y señale las causas y efectos de la basura y el polvo: El operador de la maquinaria, cuando ha aceptado hacer la limpieza, debe de proponer medidas para combatir las causas de la generación de desorden, suciedad, desajustes, etc.



Curso Mantenimiento autónomo

Elaboró:

Fecha:

3. Estándares de limpieza y lubricación: los grupos de trabajo del TPM pueden poner los estándares para un rápido y eficaz trabajo de mantenimiento básico, para prevenir el deterioro. Limpieza, lubricación y reapriete para cada pieza del equipo.

4. Inspección general: se ensaya la detección de los modos de falla con una inspección general del equipo.





Curso Mantenimiento autónomo

Elaboró:

Fecha:

5. Inspección autónoma: hacer el manual de inspección autónoma. Aquí se complementan las inspecciones de grupos de trabajo de operadores y personal técnico, estas inspecciones se harán con equipo en paro, equipo en marcha y condiciones de operación.

6. Organización y ordenamiento: son así las actividades de mejoramiento para fomentar, simplificar y organizar el mantenimiento autónomo, y la adhesión a los estándares y procedimientos. Siendo los caminos del aseguramiento de la estandarización. Usar controles visuales en todo el centro de trabajo.



Curso Mantenimiento autónomo

Elaboró:

Fecha:

7. Término de la implantación del mantenimiento autónomo: Habiendo terminado las actividades de los grupos de trabajo, conducidas por los supervisores (terminado el paso 6) los trabajadores serán más profesionales y con una moral alta. Por último, ellos se hacen independientes, especialistas, y confiados trabajadores, quienes pueden buscar o generar su propio trabajo y el mejoramiento del equipo, proceso y herramientas con autonomía.



Curso Mantenimiento autónomo

Elaboró:

Fecha:

Reporte de falla		
Máquina:	No. Rep.:	
Fecha:	Turno:	
Tipo de falla		
Mecánica	Lubricación	
Eléctrica	Otros (especifique)	
Operación		
Hora de inicio de falla:	Hora de terminación:	
Tiempo total:	Tiempo de paro:	
Defina el problema (explique qué sucedió. ¿Qué hacía o que no hacía el equipo?)		
¿Cuál fue la corrección al problema? (¿Qué ajuste o reparación o trabajo se desarrolló para corregir el equipo?)		
¿Cuál fue la causa raíz del problema? (¿Qué elementos estaban causando el problema?) ¿Por qué?		
Personas que realizaron la reparación	Firmas	¿Quién recibió el trabajo?
		Nombre y firma



Anexo 7.5 Orden de trabajo

	Hoja de orden de trabajo																																														
	Elaboró:	Revisó:	Fecha:																																												
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Orden de trabajo</td> <td style="text-align: right;">TPM</td> </tr> <tr> <td>Mantenimiento:</td> <td>Máquina:</td> <td>No Rep.:</td> </tr> <tr> <td>Fecha:</td> <td>Turno:</td> <td>Frecuencia:</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Actividad a desarrollar</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Nombre:</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Descripción:</td> </tr> <tr> <td colspan="3"> </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> </td> </tr> <tr> <td colspan="3">Observaciones:</td> </tr> <tr> <td colspan="3"> </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Responsable del trabajo:</td> <td colspan="1">Autoriza:</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> <td colspan="1"> </td> </tr> </table>			Orden de trabajo		TPM	Mantenimiento:	Máquina:	No Rep.:	Fecha:	Turno:	Frecuencia:	Actividad a desarrollar			Nombre:			Descripción:												Observaciones:												Responsable del trabajo:		Autoriza:		
Orden de trabajo		TPM																																													
Mantenimiento:	Máquina:	No Rep.:																																													
Fecha:	Turno:	Frecuencia:																																													
Actividad a desarrollar																																															
Nombre:																																															
Descripción:																																															
Observaciones:																																															
Responsable del trabajo:		Autoriza:																																													



Anexo 7.6 Reporte de fallas

	Hoja de reporte de falla		
	Elaboró:	Revisó:	Fecha:
	Reporte de falla		
Máquina:			No. Rep.:
Fecha:	Turno:		
Tipo de falla			
Mecánica		Lubricación	
Eléctrica		Otros (especifique)	
Operación			
Hora de inicio de falla:		Hora de terminación:	
Tiempo total:		Tiempo de paro:	
Defina el problema (explique qué sucedió. ¿Qué hacía o que no hacía el equipo)			
¿Cuál fue la corrección al problema? (¿Qué ajuste o reparación o trabajo se desarrolló para corregir el equipo?)			
¿Cuál fue la causa raíz del problema? (¿Qué elementos estaban causando el problema?) ¿Por qué?			
Personas que realizaron la reparación	Firmas	¿Quién recibió el trabajo?	
		Nombre y firma	



Anexo 7.7 Tercera capacitación: Curso de OEE

	Curso OEE	
	Elaboró:	Fecha:
	<h1>OEE</h1> <p>Overall Equipment Effectiveness Eficacia Global De Equipos Productivos</p>	

	Curso OEE	
	Elaboró:	Fecha:
	<p>Objetivo:</p> <p>Mostrar a los trabajadores la metodología OEE, su uso, las ventajas y como aplicarlo dentro de la empresa</p> <p>Alcance:</p> <p>Que los trabajadores sepan el uso de la metodología OEE y sus componentes, así mismo resolver sus dudas acerca de la aplicación.</p>	

	Curso OEE	
	Elaboró:	Fecha:
	<p>¿Para qué sirve el OEE?</p> <p>Esta herramienta es capaz de indicar, mediante un porcentaje, la eficacia real de cualquier proceso productivo. Esto es un factor clave, para poder identificar y paliar posibles ineficiencias que se originen durante el proceso de fabricación.</p>	





	Curso OEE	
	Elaboró:	Fecha:
<h3>Ventajas del OEE</h3> <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"><div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;">1. Mejora el Retorno de inversión (ROI)</div><div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;">2. Ayuda a ser más competitivo</div><div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;">3. Maximiza el rendimiento de las máquinas</div><div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;">4. Incrementa la calidad de los procesos</div><div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;">5. Perfecciona la capacidad de medir y decidir</div><div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 20%;">6. Reduce costes de reparación de maquinaria</div></div>		

	Curso OEE	
	Elaboró:	Fecha:
<h3>Disponibilidad</h3> <p>El tiempo muerto se refiere a todo ese tiempo que se consume en actividades que hacen que la maquina deje de producir, estas actividades “no programadas” son los diferentes paros por fallas mecánicas, fallas de calidad, fallas de suministros, fallas por falta de los diferentes servicios, etc.</p> <p style="text-align: center;"><i>Disponibilidad: $\frac{\text{Tiempo disponible} - \text{Tiempos de paros}}{\text{Tiempo disponible}}$</i></p>		

	Curso OEE	
	Elaboró:	Fecha:
<h3>Rendimiento</h3> <p>Que tan efectivamente se aprovecha la velocidad de la máquina. No nos dice si es más rápido o lento, nos dice que tan estable es la velocidad en periodos de tiempo. Nos sirve para calcular paros menores.</p> <p style="text-align: center;"><i>Eficiencia: $\frac{\text{Producción total}}{\text{Tiempo operativo} \times \text{Capacidad}}$</i></p>		



Curso OEE

Elaboró:

Fecha:

Tasa de Calidad

Es el porcentaje de unidades que cumplen los estándares de calidad del proceso (este es afectado por la cantidad de producto defectuoso obtenido).

$$\text{Calidad: } \frac{\text{Cantidad de piezas buenas}}{\text{Cantidad de piezas producidas}}$$



Curso OEE

Elaboró:

Fecha:

Cálculo del OEE

$$\text{Disponibilidad: } \frac{\text{Tiempo disponible} - \text{Tiempos de paros}}{\text{Tiempo disponible}}$$



Curso OEE

Elaboró:

Fecha:

Clasificación OEE

OEE	Calificativo	Consecuencias
OEE < 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad.
65% < OEE < 75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora.
75% < OEE < 85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% < OEE < 95%	Buena	Buena competitividad
OEE > 95%	Excelente	Competitividad excelente





Curso OEE

Elaboró:

Fecha:

Máquina: Despulpadora		Tiempo estimado a laborar:		Producción estimada:	
Fecha:	Hr. Inicio Paro	Hr. Término de paro	Causa	Descripción breve de la causa	Duración
Inicio de producción:					
Término de producción:					
Tiempo real:			Tiempo perdido:		
Producción total:			Producción defectuosa o reprocesada:		
Causas de defectos o reprocesos:					
Operario:					



Anexo 7.8 Tarjeta roja

	Tarjeta roja		
	Elaboró:	Revisó:	Fecha:

Tarjeta Roja				
Nombre del artículo:				Folio N°
Categoría				
Maquinaria	Instrumental de medición	Refacción	Producto terminado	Librería y papelería
Accesorios y herramientas	Materia prima	Inventario en proceso	Equipo en oficina	Limpieza o pesticidas
Fecha:	Localización:		Tipo de coordenada:	
Cantidad:	Unidad de medida:	Valor:		
Razón				
No se necesitan		No se necesita pronto	Uso desconocido	Otro
Defectuoso		Material de desperdicio	Contaminante	
Consideraciones especiales de almacenaje				
<input type="checkbox"/>	Ventilación especial	<input type="checkbox"/>	En camas de _____	
<input type="checkbox"/>	Frágil	<input type="checkbox"/>	Máxima altura _____ cajas	
<input type="checkbox"/>	Explosivo	<input type="checkbox"/>	Ambiente _____ °C	
Elaborada por		Departamento o sección		
Forma de desecho				
Tirar		Otros	Mover otro almacén	
Vender		Mover áreas de tarjetas rojas	Regresar proveedor int o ext	
Fecha de desecho		Firma de autorización	Fecha de despacho	
		Vender o tirar		



Aplicación del indicador **OEE** en una máquina despulpadora de café

Estudio de caso

Autores:
Daniel Bello Parra
Félix Murrieta Domínguez
Alicia Peralta Maroto
Alberto Ceballos
Senén Juárez León

PRÓLOGO

Toda empresa en planes de crecimiento, es susceptible a tener problemas en su sistema de producción, pues ante la exigencia del mercado en entregar productos de calidad, hace necesario que se empiecen a adoptar sistemas de producción a fin de hacerlos más eficientes. Para ello, la aplicación de herramientas de mejora continua es una buena opción para la obtención de datos que nos lleven a conseguir un mejor rendimiento. La ventaja esencial de conocer el nivel de eficiencia de los equipos, es que mide los parámetros fundamentales de producción como son la disponibilidad, el rendimiento y la calidad, a través de un indicador que transforma los datos de un proceso complejo en información sencilla, visual y eficiente.

El mantenimiento de equipos y maquinaria es uno de los procesos más críticos en empresas con actividades industriales complejas que requieran diverso tipo de maquinaria y en aquellas dedicadas a la prestación de servicios que deban controlar una gran infraestructura. No sólo es importante de cara al futuro de nuestra empresa, sino también acaba siendo un reflejo de la calidad de los productos que se ofrecen al mercado. Si no se aplica un adecuado sistema de mantenimiento en los equipos de la empresa, las consecuencias se verán reflejadas en una posible improductividad dentro del proceso, por lo tanto, mayores costos y desperdicios.

La empresa de café, a lo largo de su trayectoria, no ha incluido en sus sistemas de producción algún método de trabajo estandarizado, por lo que ha tratado de cumplir con las especificaciones y exigencias de un mercado con métodos intuitivos. Es por eso que la gerencia de la empresa se ha preocupado por la innovación, mejora, y satisfacción al cliente al entregar productos que cumplan con las exigencias de calidad y de rendimiento de los equipos.

En el presente estudio de caso se dará a conocer los estudios realizados para obtener la eficiencia de la máquina despulpadora, así como las herramientas estadísticas y de mejora continua para encontrar las fallas, problemas y causas de la improductividad del equipo, y con estos resultados se muestra una propuesta de mejora.

ISBN: 978-607-59391-1-7



9 786075 939117

 Grupo de Ediciones
y Publicaciones
Xalapa S.A. de C.V.