



FACULTAD DE POSTGRADO

TESIS DE POSTGRADO

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA DE
MANTENIMIENTO PARA MAQUINARIA DE MOLIENDA EN
MOLINO HARINERO SULA**

SUSTENTADO POR:

**NIDIA YOLANDA GARCÍA ARAUJO
JOSÉ ALEJANDRO GARAY GRANADOS**

PREVIA INVESTIDURA AL TITULO DE

MASTER EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS

ABRIL, 2015

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

LUIS ORLANDO ZELAYA MEDRANO

SECRETARIO GENERAL

JOSÉ LÉSTER LÓPEZ

VICERRECTOR ACADÉMICO

MARLON BREVÉ REYES

VICERRECTORA CAMPUS SPS

ANA LOURDES LAFFITE

DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

DESIREE TEJADA

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA DE
MANTENIMIENTO PARA MAQUINARIA DE MOLIENDA EN
MOLINO HARINERO SULA**

TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS

REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE

MÁSTER EN

ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

ASESORA METODOLÓGICA

KARLA PATRICIA VENTURA GUILLEN

ASESOR TEMÁTICO

CARLOS EDUARDO ROQUE SANTOS

MIEMBROS DE LA TERNA

**ADALBERTO MENDEZ
JUAN JOSÉ CARRANZA**



FACULTAD DE POSTGRADO

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO
PARA MAQUINARIA DE MOLIENDA EN MOLINO HARINERO SULA**

AUTORES:

NIDIA YOLANDA GARCÍA ARAUJO/JOSÉ ALEJANDRO GARAY GRANADOS

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación es presentar una Propuesta de Implementación de Metodología de Mantenimiento para maquinaria de Molienda en Molino Harinero Sula.

En Honduras, con una industria en desarrollo y muy distante a las industrias de países desarrollados, carece en la mayoría de los casos de una estructura organizacional acorde a sus necesidades y particularmente la industria harinera no está alejada de esa realidad. Es por eso que la Gerencia General ha establecido objetivos estratégicos que le permitan posicionarse mejor en el mercado actual competitivo, uno de los objetivos estratégicos es mejorar la disponibilidad de la maquinaria que le permita con ello el mejorar la productividad y mejorar los costes.

La investigación se basó en ampliar conocimiento sobre las diferentes metodologías de mantenimiento, y como la aplicación de éstas mejoran la disponibilidad de la maquinaria en la industria en general. A través de esta propuesta se pretende alcanzar una mejora del 0.5 % de disponibilidad de la maquinaria, que permitirá tener un beneficio de Lps. 25, 496,459.10.

Palabras claves: Disponibilidad, fallas de maquinaria, tiempo perdido, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, mantenimiento predictivo, mantenimiento productivo total, fiabilidad.



FACULTAD DE POSTGRADO

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO
PARA MAQUINARIA DE MOLIENDA EN MOLINO HARINERO SULA**

AUTHORS:

NIDIA YOLANDA GARCÍA ARAUJO/JOSÉ ALEJANDRO GARAY GRANADOS

ABSTRACT

The main objective of this research is to present a proposal for the implementation of a Mill Machinery Maintenance Methodology within the milling company “Molino Harinero de Sula”.

In Honduras, with an underdeveloped industry and very distant to the industries of developed countries, there is a lack, in the majority of cases, of an organizational structure according to their needs and particularly the flour industry is not far from that reality. That is why the General Management has established strategic objectives that will enable it to better positioned itself in today's competitive market, one of the strategic objectives is to improve the availability of machinery that allowed it to improve productivity and costs.

Research was based on expanding knowledge about the different methods of maintenance, and how the applications of these methods improve the availability of machinery in the industry.

This proposal seeks to achieve an improvement of 0.5% in machinery availability, which will allow to have a monetary benefit of Lps. 25,496,459.10.

Keys words: Availability, machinery failures, down time, preventive maintenance, corrective maintenance, predictive maintenance, Total Productive maintenance, Reliability,

DEDICATORIA

Dedico esta tesis primeramente al único Dios, ya que sin la entereza que me proporcionó durante todo éste camino no hubiera sido posible su conclusión.

A mí esposa Claudia y mi hijo Josué, a los que les sacrifique ese tiempo de familia y que fueron mí inspiración.

Y a mí padre que no logró llegar a presenciar este momento culminante de vida profesional, ya que Dios lo llamo a su presencia, tanto a él como a mí madre les dedico éste logro, porque también son de ellos.

Y a mí única amiga...Nidia, gracias por tu tiempo y paciencia, eres parte de éste logro.

José Alejandro Garay Granados

DEDICATORIA

Primeramente a Dios por la vida y permitirme cumplir mis metas trazadas.

A mi hijo Rodrigo Andrés por comprender y permitirme compartir mí tiempo dedicado a él y a los estudios, ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme y poder llegar a ser un ejemplo para él.

A mis padres Aida y Julio por apoyarme incondicionalmente.

A toda mi familia por valorar mi esfuerzo de superación.

A mi amigo Alejandro, por su paciencia y colaboración para culminar juntos este reto.

Nidia Yolanda García Araujo

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros profesores durante toda la maestría.

A nuestra asesora metodológica Karla Ventura y a nuestro asesor temático Carlos Eduardo Roque, por su guía y disposición para enseñarnos.

A todos los que de alguna manera contribuyeron en la culminación de ésta tesis, que sin su aporte no hubiese sido posible.

Nidia Yolanda García Araujo

José Alejandro Garay Granados

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I - PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES	1
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	3
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	4
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	5
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.5 JUSTIFICACIÓN	5
CAPÍTULO II- MARCO TEORICO	7
2.1 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL.....	7
2.1.1 ANALISIS DEL MACRO-ENTORNO	7
2.1.2 ANALISIS DEL MICRO –ENTORNO.....	10
2.1.3 ANALISIS INTERNO	10
2.2 TEORIAS	12
2.2.1 TEORIAS DE SUSTENTOS	12
2.2.2 CONCEPTUALIZACION.....	17
CAPÍTULO III- METODOLOGÍA.....	19
3.1 CONGRUENCIA METODOLOGICA	19
3.1.1 LA MATRIZ METODOLOGÍCA.....	19
3.1.2 OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES.....	20

3.1.3 HIPOTESIS.....	21
3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS	22
3.3 MATERIALES (SÍ APLICA)	22
3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
3.4.1 POBLACIÓN.....	23
3.4.2 MUESTRA	24
3.4.3 UNIDADES DE ANÁLISIS	24
3.4.2 UNIDAD DE RESPUESTA	24
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS	24
3.5.1 INSTRUMENTOS	24
3.5.2 TÉCNICAS.....	25
3.5.3 PROCEDIMIENTOS	25
3.6 FUENTES DE INFORMACIÓN	26
3.6.1 FUENTES PRIMARIAS	26
3.6.2 FUENTES SECUNDARIAS	26
3.7 LIMITANTES DEL ESTUDIO.....	27
CAPÍTULO IV- RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	28
4.1 ANÁLISIS DE FIABILIDAD	28
4.2 DATOS GENERALES.....	30
4.3 DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN EL DEPARTAMENTO DE MOLIENDA	34
4.4 ANÁLISIS DE DATOS.....	39
4.5 ANÁLISIS DE DIAGRAMA DE CAUSA – EFECTO.....	44
4.6 COMPROBACION DE HIPOTESIS	46
CAPÍTULO V- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
5.1 CONCLUSIONES	48

5.2 RECOMENDACIONES	50
CAPÍTULO VI- APLICABILIDAD	51
6.1 PROPUESTA	51
6.2 INTRODUCCIÓN	51
6.3 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN	51
6.4 DESARROLLO.....	52
6.4.1 DESARROLLO DEL PLAN DE GESTIÓN DEL PROYECTO	52
6.4.2 GESTIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO.....	56
6.4.2.1 DEFINICIÓN DEL ALCANCE	56
6.4.2.4 DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE	56
6.4.2.5 FACTORES CRITICOS DE ÉXITO	56
6.4.2.6 RESTRICCIONES Y LIMITACIONES.....	56
6.4.2.7 EXCLUSIONES	57
6.4.3 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO	57
6.4.3.1 DICCIONARIO DE ESTRUCTURA DE TRABAJO	58
6.4.3.2 VERIFICACIÓN DEL ALCANCE	59
6.4.4 GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS DEL PROYECTO	60
6.4.5 GESTIÓN DEL TIEMPO	63
6.4.5.1 DEFINICIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	63
6.4.5.2 SECUENCIAR LAS ACTIVIDADES.....	63
6.4.5.3 ESTIMAR LOS RECURSOS	63
6.4.5.4 ESTIMAR LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	64
6.4.5.5 DESARROLLAR EL CRONOGRAMA	64
6.4.5.6 CONTROLAR EL CRONOGRAMA	64

6.4.6 GESTIÓN DE COSTOS.....	66
6.4.6.1 ESTADO FINANCIERO	66
LISTA DE REFERENCIAS	71
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXOS	76
ANEXO 1 NOTIFICACIÓN DE FALLA.....	76
ANEXO 2 FORMATO DE INDICADORES MENSUALES.....	78
ANEXO 3 ENTREVISTAS	79
ANEXO 4 ANÁLISIS DE CRITICIDAD PARA LA MAQUINARIA.....	84

INDÍCE DE FIGURAS

Figura 1. Mejora en la disponibilidad de la maquinaria en Molienda.....	4
Figura 2. Evolución del mantenimiento	8
Figura 3. Gestión del Mantenimiento.....	9
Figura 4. Diagrama de las variables.....	20
Figura 5. Diseño de la Investigación	23
Figura 6. Años de antigüedad en el departamento de Mantenimiento	30
Figura 7. Recursos necesarios para el mantenimiento de la maquinaria	31
Figura 8. Tipo de mantenimiento que se aplica en el Molino Harinero Sula.....	31
Figura 9. Aspectos que influyen en paros de maquinaria.....	32
Figura 10. Tipo de mantenimiento que se aplica en el Molino Harinero Sula.....	33
Figura 11. Formación técnica del personal de mantenimiento	33
Figura 12. Diagrama de Pareto por paros en Molienda.....	41
Figura 13. Comportamiento anual de paros por maquinaria del año 2014.....	42
Figura 14. Resumen Anual de Paros por Maquinaria del 2012 al 2014	43
Figura 15. Diagrama Causa - Efecto.....	44
Figura 16. Gráfica de distribución	47

INDÍCE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz Metodológica	19
Tabla 2 Operacionalización de las variables	21
Tabla 3 Alfa de Cronbach Mantenimiento	28
Tabla 4 Alfa de Cronbach Mantenimiento	29
Tabla 5 Alfa de Cronbach Producción.....	29
Tabla 6 Alfa de Cronbach Producción.....	29
Tabla 7 Disponibilidad de maquinaria del año 2014.....	39
Tabla 8 Paros en el departamento de Molienda 2012.....	40
Tabla 9 Paros en el departamento de Moliendo 2013.....	40
Tabla 10 Paros en el departamento de Molienda 2014.....	41
Tabla 11 Estructura de desglose de trabajo.....	57
Tabla 12 Diccionario de Estructura de desglose	59
Tabla 13 Roles y Responsabilidades del Equipo de Implementación	62
Tabla 14 Cronograma de actividades.....	65
Tabla 15 Cálculo del ingreso por mayor Disponibilidad de los equipos en un 0.5%	66
Tabla 16 Plan de Inversión.....	67
Tabla 17 Plan de Inversión.....	68

CAPÍTULO I - PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

La presente investigación se plantea para ofrecer una aplicación actual de las metodologías de Gestión de Mantenimiento. La investigación de estas metodologías tiene como interés principal estudiar su aplicabilidad y sus beneficios dentro de la industria nacional y particularmente en la empresa Molino Harinero Sula, que a pesar de ser líder en la industria harinera, deben operar en ámbitos que le plantean nuevos desafíos, y es ahí donde la implementación de éstas metodologías representa una oportunidad de mejora en términos generales tanto en la confiabilidad de la maquinaria, como en la calidad del servicio de mantenimiento, lo que tiene una injerencia directa en el aumento de la productividad como en la reducción de costes, teniendo la capacidad de ser más competitivo dentro de un mercado cada vez más exigente, sumado a la necesidad de contar con procesos que incluyan componentes y maquinaria que representen tanto seguridad para las personas como para los activos.

1.2 ANTECEDENTES

Dentro de los sistemas de operación de cada industria, históricamente el mantenimiento de la maquinaria de producción ha ido evolucionado de acuerdo al avance tecnológico, exigencias del mercado, y a políticas económicas particulares de las empresas y esto como parte de sus estrategia para mantenerse competitivos en el mercado y donde el mantenimiento se ha ido constituyendo como una parte fundamental en la cadena de valor de las empresas.

Las industrias de los países desarrollados han entendido que parte de su naturaleza competitiva como industria radica en la administración eficiente de sus procesos y no ha representado un paradigma como en la industria de los países en desarrollo que ven en el mantenimiento de la maquinaria como un gasto y no como parte de la inversión, de tal manera que éstos departamentos de servicio padecen de

una pobre estructura organizacional, deficiente capacitación del personal, desvalorizados salarios, etc.

En Honduras, con una industria en desarrollo y muy distante a las industrias de países desarrollados, carece en la mayoría de los casos de una estructura organizacional acorde a sus necesidades y particularmente la industria harinera no está alejada de esa realidad; donde su producción de harina tiene una influencia directa del precio en el mercado internacional de su mayor materia prima que es el trigo, en Honduras no hay producción de trigo, a pesar de que éste grano puede crecer en diversas condiciones, es en el clima templado donde se obtiene los mejores rendimientos en proteínas y es la que al final determina su precio en el mercado internacional, la industria harinera en Honduras tiene como único proveedor de trigo el proveniente de los Estados Unidos para su producción, que en términos generales se lleva a cabo con el siguiente proceso.

- Recepción, pre-limpia y almacenamiento del trigo
- Limpieza, humectación y reposo del trigo (en ésta fase el trigo es sometido a una limpieza más profunda previo la adición de agua y depositarlo en silos de reposo durante 24 a 48 horas).
- Molienda, purificación y cernido (éste proceso consiste en abrir el grano y raspar de su cáscara la mayor cantidad de endospermo que permita el proceso, para luego reducir ese endospermo hasta llegar a la harina pasando previamente por procesos de purificación y cernido).
- Ensacado, control de calidad y distribución

Estos procesos que cada día requieren ser eficientes, necesitan de gestiones y particularmente de mantenimiento para la maquinaria que les permitan reducir los tiempos perdidos de producción y de esa manera contribuya a las empresas en volverse más eficientes y por ende más competitivas.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

En la historia de la industria nacional, la misma se desarrollo dentro de un mercado meramente interno, la cual no permitió un desarrollo de la industria que fuera en consonancia al desarrollo de las industrias de otras regiones, que si tenían una apertura de mercado y que les permitió evolucionar en todo sentido.

Luego de los tratados de libre comercio con otros países,(Tratados Comerciales Internacionales, s. f.) “Centroamérica-República Dominicana en 1998; México-Honduras, El Salvador y Guatemala en 2000, etc.” Obligó a la industria nacional a buscar más y mejores alternativas de crecimiento y desarrollo, sumado después a la apertura de nuevas inversiones de capital extranjero a nuevos rubros los cuales han permitido espacios de desarrollo profesional en las áreas de ingeniería como las maquilas por citar un ejemplo, pero hay otros rubros que no han trascendido en la implementación de metodologías que lleven hacer más eficientes la administración de sus procesos. En ese contexto, Molino Harinero Sula ha establecido objetivos estratégicos, uno de estos objetivos tienen como finalidad reducir costos en sus operaciones sin menoscabo de la calidad de sus productos, servicios y de su productividad.

Actualmente el departamento de mantenimiento no cuenta con un programa de mantenimiento bien estructurado e implementado en su totalidad, lo cual tiene una incidencia en la disponibilidad de la maquinaria de molienda.

Se define **Disponibilidad** como la capacidad del equipo o instalación para realizar una función requerida bajo condiciones especificas sobre un periodo de tiempo determinado, asumiendo que los recursos externos requeridos son suministrados. Es un indicador determinístico que traduce los resultados de las acciones de mantenimiento a un índice combinado para un equipo o sistema.(Perk, 2009, p. 28).

En la figura No.1, hay una oportunidad en la mejora de la disponibilidad de la maquinaria de Molienda.

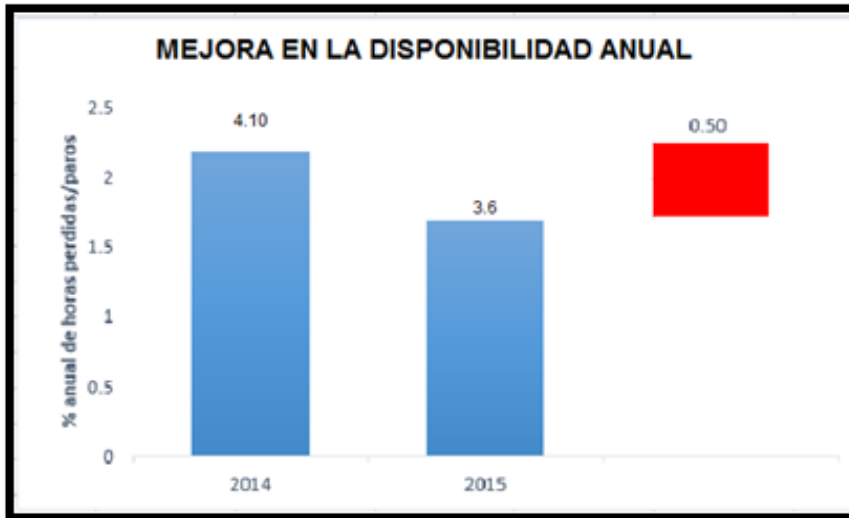


Figura 1. Mejora en la disponibilidad de la maquinaria en Molienda

1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo la aplicación de una metodología de mantenimiento mejorara la disponibilidad de la maquinaria por fallas en el departamento de molienda de Molino Harinero Sula?

1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cuál metodología de gestión de mantenimiento tiene mayor incidencia en los tiempos perdidos por fallas en la maquinaria?
- ¿De qué manera la disponibilidad de la maquinaria de molienda para su mantenimiento tiene implicación en los tiempos perdidos por fallas?
- ¿Cómo el entrenamiento técnico del personal incide en los tiempos perdidos por fallas en la maquinaria de molienda?
- ¿Cuáles serán los cambios requeridos en la estructura organizacional para que la implementación de la metodología genere los cambios esperados?
- ¿Cómo la aplicación de una metodología de gestión de mantenimiento mejorará en un 0.5 % la disponibilidad de la maquinaria?

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar la metodología de gestión de mantenimiento más adecuada para mejorar la disponibilidad de la maquinaria por tiempo perdido por fallas del Departamento de molienda de Molino Harinero Sula.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar cuál metodología de gestión de mantenimiento tiene mayor incidencia en los tiempos perdidos por fallas en la maquinaria.
- Demostrar que la inadecuada disponibilidad de la maquinaria para su mantenimiento, tiene una incidencia directa en los tiempos perdidos por fallas de los mismos.
- Explicar cómo un adecuado entrenamiento técnico del personal tiene influencia sobre la reducción del tiempo perdido por fallas.
- Sugerir los cambios requeridos en la estructura organizacional del departamento de mantenimiento, que permitan reducir los tiempos de paros por fallas.
- Explicar cómo la aplicación de una metodología de gestión de mantenimiento mejorará en un 0.5% la disponibilidad de la maquinaria.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Con el propósito de alcanzar los objetivos estratégicos de Molino Harinero Sula, la Gerencia General ha establecido como uno de sus índices de desempeño la reducción de los costos operacionales; de los cuales al departamento de Mantenimiento le corresponde una meta de reducción de tiempo de perdida por fallas.

De tal manera que ese objetivo trazado por la gerencia y con la meta asignada, el departamento de mantenimiento tiene que implementar una metodología para una mejor administración del mantenimiento de la maquinaria y por consiguiente la reducción de los tiempos perdidos por fallas.

Las metodologías para mantenimiento incluyen una serie de herramientas en la que el éxito de su aplicabilidad depende mucho de que el departamento de mantenimiento cuente con personal calificado y en el que su nivel de especialización les permita aplicar con garantía ésta serie de herramientas.

Por otro lado el de conocer cuando esta maquinaria aún pueden tener la capacidad de seguir prestando sus servicios o disponibilidad para su uso, y de esa manera conocer el desempeño óptimo de las tareas de mantenimiento tanto preventivo, como correctivo, lo que nos indicará cuando éstos activos ya se vuelvan obsoletos y requieran ser reemplazados.

Además nos definirá cual es el tiempo que cada activo estará disponible para su operación antes del siguiente paro para su intervención o mantenimiento, lo cual permitirá coordinar con las otras áreas involucradas los tiempos disponibles para la generación de los bienes o servicios, ofreciendo de ésta manera la capacidad de producción.

Esto también incluirá el definir procedimientos y el equipamiento necesario para que las tareas involucradas en el mantenimiento y su funcionamiento en cualquier condición estén bajo el mayor control posible del entorno y del personal involucrado, libre de cualquier peligro.

CAPÍTULO II- MARCO TEORICO

2.1 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

En este apartado se hace un análisis del entorno del problema planteado y como este puede afectar el comportamiento de las variables de investigación. Se presenta un análisis del macro-entorno, análisis del micro-entorno y por último un análisis interno.

2.1.1 ANALISIS DEL MACRO-ENTORNO

De acuerdo con Escobar & Yáñez, (2006) “Hoy en día las industrias enfrentan una competencia global intensa, un mercado globalizado y complejo, una presión por ciclos de producción más cortos, restricciones de costo más severas, así como expectativas de mejor calidad y confiabilidad de parte de consumidores” (p.6). Esta necesidad básica de servir a los consumidores es el reto más grande que se enfrentan las compañías a nivel mundial.

Ejemplos de las metodologías de mantenimiento en industrias. Basados en este reto de servir al consumidor, las compañías han puesto empeño en buscar técnicas modernas que les faciliten la gestión de mantenimiento y con ello la mejora de sus costes. Naciendo así la moderna gestión de mantenimiento que permita tener estrategias para mantenimiento, con sus objetivos claros y medibles, facilitando con ello la correcta planificación, programación y control de la ejecución del mantenimiento. Para lograr esto, es necesario que ésta estrategia y los objetivos claros de mantenimiento estén alineados con la estrategia del negocio, (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera, & Crespo, 2013)

En las últimas décadas el mantenimiento ha evolucionado de acuerdo a la gráfica siguiente:

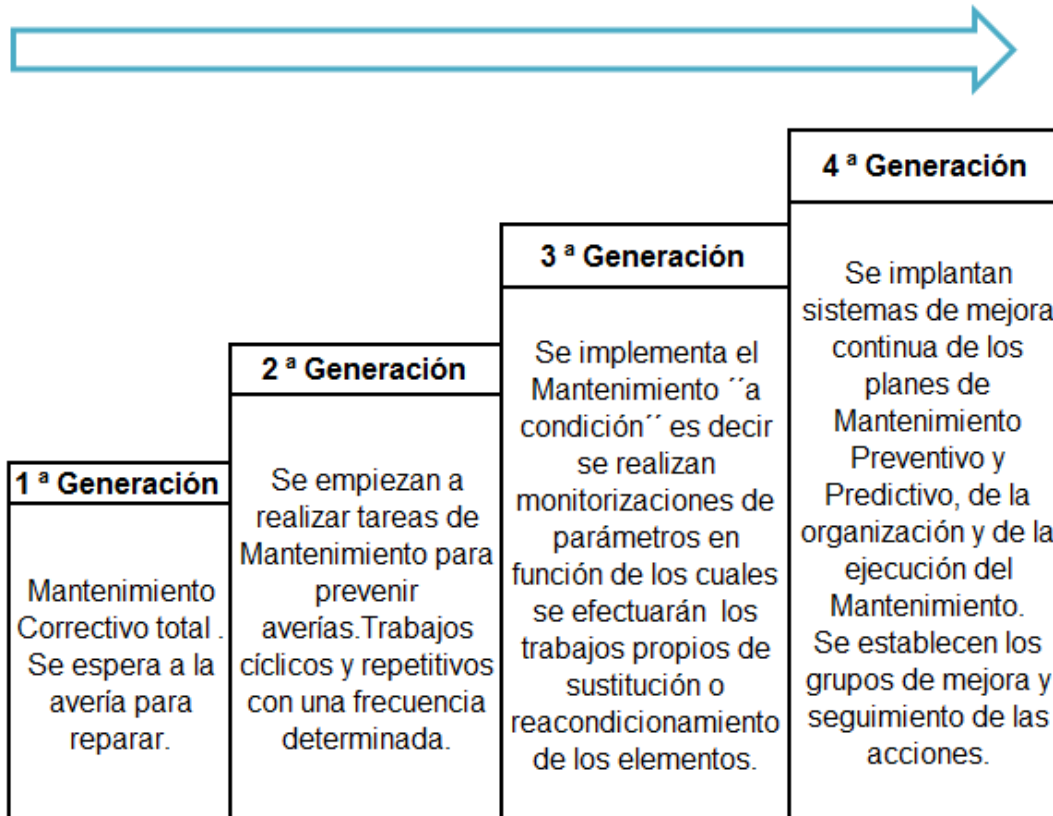


Figura 2. Evolución del mantenimiento

Fuente : (Pérez, Quintero, & Martínez, 2012)

Dentro de las técnicas modernas desarrolladas para facilitar la gestión de mantenimiento podemos mencionar las siguientes: "TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total), RCM (Reliability Centered Maintenance, Mantenimiento Centrado en Fiabilidad), Sistemas GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador), diversas técnicas de Mantenimiento Predictivo (Análisis vibracional, termografías, detección de fugas por ultrasonidos, análisis amperimétricos, etc.)" (García, 2003, p.4).

A nivel mundial muchas empresas han implementado estas metodologías de gestión del mantenimiento, algunas de estas empresas se orientan a una sola metodología, otras implementan lo que mejor de cada una de estas de acuerdo a sus intereses o necesidades, inclusive muchas de estas empresas son denominadas de Clase Mundial por su alto desempeño y productividad.

Hoy en día, se ve la Gestión del mantenimiento de acuerdo al siguiente:

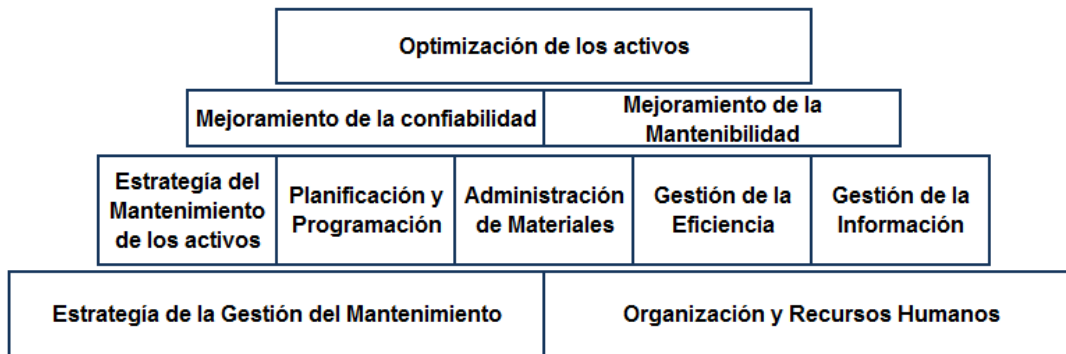


Figura 3. Gestión del Mantenimiento

Fuente:(Espinosa, s. f.): Gestión del Mantenimiento industrial

Tavares (s. f.) Afirma:

La búsqueda obstinada de ventajas competitivas, ha mostrado que el costo del mantenimiento no está bajo control y es un factor importante en el incremento del desempeño global de los equipos. Tienen cada vez más aceptación en las empresas, los grupos de asesoría y las organizaciones profesionales para el buen desempeño de la producción. En términos mundiales, el gasto en mantenimiento debe estar alrededor de 2% o menos del valor del activo.(p. 5)

Partiendo de esta necesidad de la mejora continua, a nivel mundial se han creado diferentes organismos para impulsar la calidad y competencia del uso de las mejores prácticas, así como también a reconocer a las empresas líderes. Algunos de los organismos son: North American Maintenance Excellence Award (NAME), Institute of Asset Management (IAM), Comité British Standard en Asset Management, donde se genero las especificaciones del PAS 55, ISO 55000. Logrando la rentabilidad a través de las sustentabilidad a lo largo del tiempo.(Días, 2014).

2.1.2 ANALISIS DEL MICRO –ENTORNO

Honduras se ha visto a lo largo de la historia rezagada en todos los aspectos de crecimiento industrial.

La empresa que tiene éxito en los mercados internacionales es tan solo la punta delantera de una red de interacciones donde muchas otras empresas y la calidad del espacio nacional tienen un importante rol que jugar. Igualmente, los productos que logran conquistar una participación estable y creciente en el mercado lo hacen porque poseen un conjunto complejo de atributos donde el precio es tan sólo un aspecto, a menudo ni siquiera el más crucial. La confiabilidad, el servicio, la entrega oportuna y otras características cualitativas pueden pesar lo mismo en la balanza y a veces más. (Pérez, 1996, p. 25).

Latinoamérica pese a su crecimiento general como región, todavía muestra debilidad ante países de otras regiones con economías más dinámicas y que la alejan de su ansiado desarrollo; ésto deberá obligar a sus países a dar grandes pasos para cambiar los viejos paradigmas que giran en torno a la gestión de los negocios y de la cual no se excluye la del mantenimiento de la maquinaria.

Según Pérez (1996): "En ese contexto, el mantenimiento de la efectividad en el tiempo depende de implementar estrategias con un amplio horizonte temporal, así como mecanismos colectivos capaces de aminorar los altos niveles de incertidumbre correspondientes" (p. 32).

Es así como a nivel de Latinoamérica se destacan las empresas de la región Sur, que cuentan con gestión de mantenimiento avanzado. Entre los países destacan: Chile, Brasil, Argentina, Perú, Colombia.

2.1.3 ANALISIS INTERNO

En Honduras no hay registro de una empresa en la que se haya implementado un modelo de gestión de mantenimiento como Mantenimiento Productivo Total (TPM) o Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM), para el caso de grandes industrias hay mayor preferencia por modelos de gestión de mantenimiento como Mantenimiento Preventivo, Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador, Mantenimiento Preventivo o Mantenimiento Predictivo.

Actualmente el Molino Harinero Sula carece de una metodología de mantenimiento, los equipos no cuentan con planes de mantenimiento bien definidos y con sus respectivas periodicidades; ésta condición en su medida ha sido la causa de tener inconsistencias en la disponibilidad de los equipos para la producción, y sumado a una inadecuada gestión de los recursos involucrados en ello, éstos recursos incluyen repuestos o componentes, herramientas y mano de obra asociados para tal fin.

Dentro de las barreras a superar está la de disponer de todos los equipos para realizar las tareas de mantenimiento, actualmente hay áreas que no se abre el espacio necesario de tiempo dentro de los programas de producción para intervenir los equipos e implementar las tareas de mantenimiento, que de no superar ese inconveniente, sin duda afectará el desarrollo y por ende la finalidad primordial de cualquier modelo de gestión de mantenimiento.

Otra barrera es el de adecuar las habilidades y el conocimiento del personal de servicio de mantenimiento a los fundamentos del modelo de gestión, para adecuarse a los resultados que se esperan; de igual manera es importante mencionar sobre la influencia que otros departamentos como Compras, Almacén de Repuestos, Producción, etc. tienen en el desempeño de éstos departamentos de servicio, ya que sin su aporte de manera eficiente a lo exigido por sus clientes internos, cualquier modelo de gestión de mantenimiento se verá mermado en su función.

Recientemente Molino Harinero Sula como parte del compromisos con sus objetivos estratégicos ha adquirido un software para la gestión de sus activos y de mantenimiento, el programa se encuentra en la etapa de alimentación de toda la base de datos, como ser la lista de todo los equipos involucrados para la producción, que incluye una serie de información particular de cada equipo, como ser su ubicación, su identificación, modelos, etc.; además los recursos requeridos para cada plan de mantenimiento, agregando la creación de los planes de mantenimiento de cada uno de estos activos, de los cuales se está tomando como base tres fuentes de información que son los manuales de mantenimiento de los equipos, su historial de fallas o de la experiencia del personal involucrado.

Esta etapa de la creación e introducción de la base de datos al programa toma su tiempo, pero sin duda los resultados compensarán el esfuerzo y el tiempo requerido para ello. Sé tiene claro que por sí solo cualquier software para mantenimiento no es la solución para el mejoramiento de la gestión de mantenimiento, es por ello la necesidad de buscar alternativas estructuradas que aseguren la sustentabilidad a lo largo del tiempo.

2.2 TEORIAS

2.2.1 TEORIAS DE SUSTENTOS

Cuando dentro de un proceso de producción donde hay maquinaria involucrada y la misma no cuenta con una estructurada gestión de mantenimiento; esta condición disminuirá sin duda alguna la productividad de ese proceso de producción, aumentando los costos de operación y por ende los costos globales de la empresa.

Debido a esa necesidad se han desarrollado modelos de gestión de mantenimiento que tienen como finalidad la mejora continua en la administración eficiente de los recursos que giran alrededor del mantenimiento de los equipos de producción, sin dejar a un lado el esfuerzo por disminuir al máximo el riesgo para el personal y los efectos negativos al medio ambiente; de igual manera estos modelos deberán estar alineados con las estrategias de la empresa.

A continuación exponemos algunas de los modelos:

- Mantenimiento Productivo Total (TPM).
- Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM, por sus siglas en inglés).
- Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO).
- Mantenimiento Predictivo.
- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo

Mantenimiento Productivo Total

Lefcovich (2009) afirma:

El TPM es en la actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total, en base a la cual es factible alcanzar la competitividad total. La tendencia actual a mejorar cada vez más la competitividad supone elevar al unísono y en un grado máximo la eficiencia en calidad, tiempo y coste de la producción e involucra a la empresa en el TPM conjuntamente con el TQM.(p.4)

El TPM está constituido por 5 principios fundamentales; participación de todo el personal; formación de una cultura organizacional enfocada en alcanzar sus objetivos estratégicos de manera eficaz en todas sus operaciones; eliminación de pérdidas; enfocado en el mantenimiento autónomo con integración de grupos de trabajo en mantenimiento preventivo; implementación de sistemas de gestión de calidad en todas sus funciones (Lefcovich, 2009).

A pesar de sus bondades TPM, presenta la dificultad de implementarse en la industria de los países occidentales, ya que este modelo está fundamentado en la cultura Japonesa, que dista mucho de la cultura occidental, por tal razón su implementación es esencia es una extracción parcial del modelo.

Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad

Según García (2003):

Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM): Es una técnica más dentro de las posibles para poder elaborar un Plan de Mantenimiento, que presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas. Inicialmente desarrollada para el sector de aviación, donde los altos costes derivados de la sustitución sistemática de piezas amenazaba la rentabilidad de las compañías aéreas, fue trasladada posteriormente al campo industrial, después de comprobarse los excelentes resultados que había dado en el campo aeronáutico.(p. 37)

RCM aporta una serie de resultados.

Mejora en la comprensión del funcionamiento de los equipos. Estudio de las posibilidades de fallo de un equipo y el desarrollo de los mecanismos que tratan

de evitarlas, ya sean producidas por causas intrínsecas al propio equipo o por actos personales. Elaboración de planes que permiten garantizar la operación de los equipos dentro de los parámetros marcados. Esos planes engloban: planes de mantenimiento, procedimientos operativos tanto de producción como de mantenimiento, modificaciones o mejoras posibles, determinar el stock de repuestos que de los equipos críticos.(García, 2003, p. 38)

Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador

Cuando se trata de industrias de mediano o de gran tamaño por la cantidad de equipos involucrados en los procesos, se vuelve necesaria la administración de los mismos por la asistencia de programas especiales de mantenimiento, lo cual permiten el manejo de la información de manera expedita, permitiendo de manera ágil la toma de decisiones.

(García, 2003) menciona:

Esta informatización, no obstante, presenta ventajas e inconvenientes que hacen que sea necesario analizar cuando es interesante esta informatización y cuándo la herramienta informática se convierte en un obstáculo que ralentiza y encarece la función mantenimiento. (p. 274).

Este modelo presenta una dificultad para algunas industrias sobre todo las nacionales, que no ven el mantenimiento como una inversión sino como un gasto, ya que requiere de la compra de software especializado en mantenimiento, que en la mayoría de los casos son onerosos y requieren capacitación al personal para el manejo del mismo.

Mantenimiento Predictivo

Marín & Sancho (2013) señala:

Mantenimiento predictivo. Este método, también llamado mantenimiento basado en la condición (condition-based maintenance, o condition monitoring) corrige las desventajas del mantenimiento preventivo, cambiando las sustituciones periódicas por inspecciones periódicas en las que no se sustituyen piezas, sólo se analiza el estado de la máquina mediante la medida de una serie de parámetros objetivos. Cuando los parámetros medidos demuestran la inminencia

de un fallo, se actúa con una operación correctiva que subsana la causa del fallo y repara o sustituye las piezas dañadas o desgastadas.(p. 13)

El mantenimiento predictivo además de corregir el mantenimiento preventivo se convierte en una herramienta del mismo ya que permite ajustar la periodicidad de las tareas de mantenimiento, además a evidenciar fallas por mal montaje o mala operación del equipo.

El mantenimiento predictivo está compuesto de técnicas y herramientas que permiten el monitoreo de la condición durante la operación de los equipos, dentro de esas técnicas y herramientas podemos mencionar:

Análisis de vibraciones, está indicado para equipos que operan a mediana o alta revoluciones, se debe entender que las condiciones normales de operación de estos equipos cambian en el tiempo debido al deterioro natural de los mismos, lo cual hace necesario los controles periódicos de vibración, que consiste en evaluaciones de desalineamiento, desbalances anormales o deterioro de componentes, lo cual permitirá maximizar la vida útil de los componentes del equipo.

Análisis de temperatura, todos los equipos tienen rangos normales de temperaturas de operación, este análisis consiste en detectar tendencias hacia temperaturas fuera de estos rangos, las cuales podrían indicar condiciones anormales de operación que permitirán tomar decisiones con la finalidad de hacer correcciones de manera anticipada para evitar un daño mayor en el equipo y al proceso de producción.

Análisis de aceite, a través de este análisis podemos conocer el estado normal del equipo y sus componentes, si un resultado muestra una tendencia de contaminación del aceite, permitirá planificar con anticipación la intervención para el reemplazo del aceite o en su medida reemplazo de componentes.

Mantenimiento Correctivo.

Cuando hablábamos de este tipo de mantenimiento nos referíamos a que se utilizaba después de la avería. Las principales operaciones que realiza son: el desmontaje y montaje de piezas o conjuntos averiados y su posterior reparación, los ajustes y

reglajes, la reconstrucción de maquinaria, la ejecución del mantenimiento modificativo, etc (Navarro & Mugaburu, 2009, p. 91).

“Muchas empresas optan por el mantenimiento correctivo, es decir, la reparación de averías cuando surgen, como base de su mantenimiento: más del 90% del tiempo y de los recursos empleados en mantenimiento se destinan a la reparación de fallos”(García, 2009, p. 9).

Partiendo de esto, el Mantenimiento Correctivo tiene indudablemente algunas ventajas, que según García (2009) pueden ser:

No genera gastos fijos

No es necesario programar ni prever ninguna actividad

Sólo se gasta dinero cuando está claro que se necesita hacerlo

A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico

Hay equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto, como los dispositivos electrónicos.(p. 9).

Las desventajas para este mantenimiento, se detallan, según «Mantenimiento Industrial como proceso productivo», :

- La producción se vuelve impredecible y poco fiable. Las paradas y fallos pueden producirse en cualquier momento.
- Supone asumir riesgos económicos que en ocasiones pueden ser importantes
- La vida útil de los equipos se acorta
- Impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etc. Por ello, la avería puede repetirse una y otra vez.(2013)

Mantenimiento Preventivo

Se determina como todos los servicios que se le aplican a un equipo o maquinaria a través de inspecciones sistemáticas, ajustes, conservación y eliminación de defectos, buscando evitar fallas.

Este tipo de mantenimiento se clasifica según Tavares(s. f) como:

Mantenimiento Preventivo por Tiempo - Servicios preventivos preestablecidos a través de una programación (preventiva sistemática, lubricación, inspección o rutina), definidos en unidades calendario (día, semana) o en unidades no calendario (horas de funcionamiento, kilómetros recorridos etc.)

Mantenimiento Preventivo por Estado - Servicios preventivos ejecutados en función de la condición operativa del equipo (reparación de defectos, predictivo, reforma o revisión general etc.). (p. 21)

Dentro de las ventajas de este tipo de Mantenimiento, están:

- Se puede alcanzar amplios conocimientos de la maquinaria.
- Se mejora la relación entre producción y mantenimiento, por la coordinación al realizar las tareas preventivas.
- Reducción del correctivo conlleva una reducción de los costos y un aumento en la disponibilidad de los equipos, ya que esto posibilita una planificación de los trabajos, así como una previsión de los recambios necesarios de manera de ser presupuestados de acuerdo a la necesidad.

Dentro de las desventajas se pueden observar:

- La inversión inicial es alta y se debe contar con una gran cantidad de recursos técnicos
- Si no se realiza un correcto análisis de los mantenimientos preventivos necesarios en las maquinarias y equipos se puede sobre cargar los costos de mantenimiento sin obtener buenos resultados en la disponibilidad de los mismos.
- Si se realizan demasiadas tareas rutinarias, estas pueden provocar complacencia y baja motivación para el personal, que puede conllevar a no realizar correctamente la tarea.

2.2.2 CONCEPTUALIZACION

En las diferentes metodologías de gestión de mantenimiento se utilizan terminologías, conceptos básicos, que en su mayoría son comunes, siendo necesarios para conocer la naturaleza y el alcance de cada una de éstas metodologías.

Plan de Mantenimiento: Es un conjunto de tareas que es necesario llevar a cabo en los equipos de un proceso de producción para permitir tener la disponibilidad de los mismos para la producción.

Fiabilidad de un Equipo: Es la probabilidad de que un equipo funcione sin fallar bajo condiciones ambientales ya establecidas.

Curva de Bañera: Es una gráfica que muestra las fallas de un equipo durante su ciclo de vida de operación y se le nombra así por la forma propia de la curva que se asemeja a una

Fallas Iniciales: Esta etapa de fallos iniciales se caracteriza por tener una elevada tasa de fallas que luego desciende de manera rápida con el tiempo.

Fallas Aleatorias: Esta etapa se caracteriza por una tasa de errores menores pero constante, en este caso las fallas no ocurren por causas inherentes al equipo, sino por causas aleatorias externas.

Fallas de Desgaste: Esta etapa está caracterizada por una tasa de fallas rápidamente creciente.

La característica principal de la confiabilidad es que está compuesta por las denominaciones de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de los activos, los cuales podemos definir de la siguiente manera:

Fiabilidad: La capacidad de un componente, equipo o sistema de llenar las expectativas para las cuales fue diseñado.

Disponibilidad: Representa la capacidad de un componente, equipo o sistema para estar disponible para su ciclo de operación.

Mantenibilidad: Es la capacidad que se espera de un componente, equipo o sistema de ser devuelto a su condición de operación dentro de un tiempo establecido y conforme a procedimientos ya establecidos.

CAPÍTULO III- METODOLOGÍA

3.1 CONGRUENCIA METODOLOGICA

3.1.1 LA MATRIZ METODOLOGÍA

Tabla 1 Matriz Metodológica

Titulo	Problema	Preguntas de Investigación	Objetivos		Variables	
			General	Especificos	Independientes	Dependientes
Propuesta de Implementación de Metodología de Mantenimiento para maquinaria de Molienda en Molino Harinero Sula	¿Cómo la aplicación de una metodología de mantenimiento mejorara la disponibilidad de la maquinaria por fallas en el departamento de molienda de Molino Harinero Sula?	¿Cuál metodología de gestión de mantenimiento tiene mayor incidencia en los tiempos perdidos por fallas en la maquinaria?	Identificar la metodología de gestión de mantenimiento más adecuada para mejorar la disponibilidad de la maquinaria por tiempo perdido por fallas del Departamento de molienda de Molino Harinero Sula.	Identificar cuál metodología de gestión de mantenimiento tiene mayor incidencia en los tiempos perdidos por fallas en la maquinaria.	Hora Hombres	Disponibilidad de la maquinaria
		¿De qué manera la disponibilidad de la maquinaria de molienda para su mantenimiento tiene implicación en los tiempos perdidos por fallas?		Demostrar que la inadecuada disponibilidad de la maquinaria para su mantenimiento, tiene una incidencia directa en los tiempos perdidos por fallas de los mismos	Tiempo perdido por fallas	
		¿Cómo el entrenamiento técnico del personal incide en los tiempos perdidos por fallas en la maquinaria de molienda?		Explicar cómo un adecuado entrenamiento técnico del personal tiene influencia sobre la reducción del tiempo perdido por fallas		
		¿Cuáles serán los cambios requeridos en la estructura organizacional para que la implementación de la metodología genere los cambios esperados?		Sugerir los cambios requeridos en la estructura organizacional del departamento de mantenimiento, que permitan reducir los tiempos de paros por fallas.	Capacitación técnica del personal	
		¿Cómo la aplicación de una metodología de gestión de mantenimiento mejorará en un 0.5 % la disponibilidad de la maquinaria?		Explicar cómo la aplicación de una metodología de gestión de mantenimiento mejorará en un 0.5% la disponibilidad de la maquinaria	Costo de producción	

Fuente: Propia

3.1.2 OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

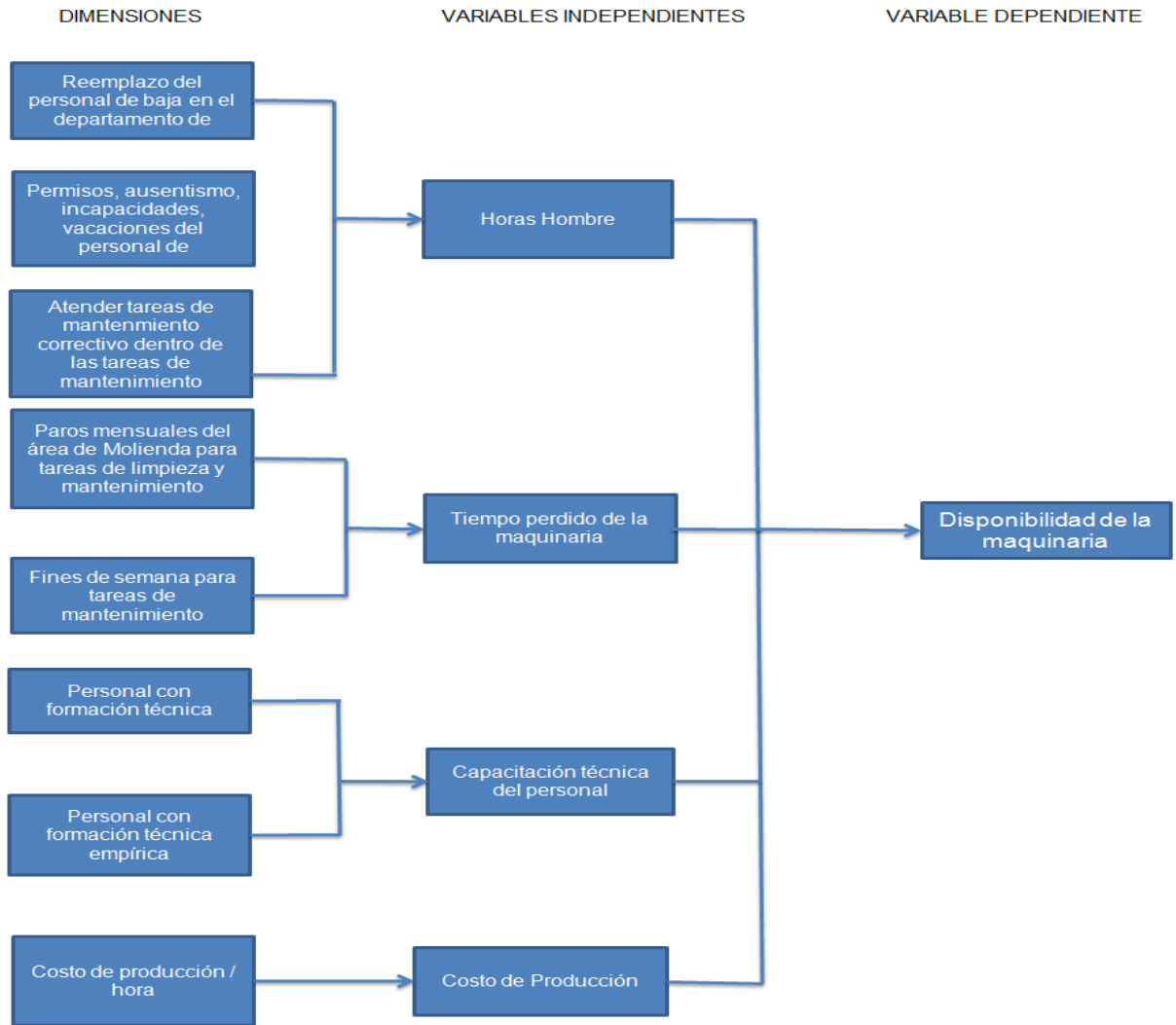


Figura 4. Diagrama de las variables

Tabla 2 Operacionalización de las variables

Variable independiente	Definición		Dimensiones	Indicador	Items
	Conceptual	Operacional			
Horas Hombre	Es el tiempo con la que se dispone el personal técnico para las tareas de mantenimiento de los equipos de molienda de trigo.	Cantidad adecuada de las horas hombres del personal técnico en tareas de mantenimiento preventivo.	Reemplazo del personal de baja en el departamento de mantenimiento mecánico.	Grado en la que se hace el reemplazo del personal de baja en el departamento de mantenimiento mecánico.	El tiempo que transcurre desde la baja hasta la contratación del reemplazo.
			Permisos, ausentismo, incapacidades, vacaciones del personal de mantenimiento.	Grado en la que se tiene información de los permisos, ausentismo, incapacidades y vacaciones del personal de mantenimiento.	Registro de permisos, ausentismos, incapacidades, y vacaciones del personal de mantenimiento.
			Tareas de mantenimiento correctivo dentro de tareas de mantenimiento preventivo.	Grado en la que se registran tareas de mantenimiento correctivo dentro de tareas de mantenimiento preventivo.	Registro de horas hombre de las ordenes de trabajo de mantenimiento correctivo, cuando se están realizando tareas de mantenimiento preventivo.
Tiempo perdido por fallas	Es el tiempo que se dispone del equipo de molienda de trigo para sus tareas limpieza y de mantenimiento preventivo.	Tiempo adecuado para cumplir los planes de mantenimiento preventivo.	Paro mensual del área de molienda para tareas de limpieza y mantenimiento	Grado en que se dispone cada mes del equipo para las tareas de limpieza y mantenimiento preventivo.	Programa semanal de producción
			Fines de semana para tareas de mantenimiento preventivo	Grado de disponibilidad de los fines de semana para las tareas de mantenimiento preventivo.	Autorización de Gerencia.
Capacitación técnica del personal	Es el nivel académico y entrenamiento técnico del personal de acuerdo a sus funciones.	Personal con la formación académica y entrenamiento técnico que permita entregar un servicio de mantenimiento a la altura de las exigencias del proceso.	Personal con formación técnica formal	Grado en que el personal dispone de una educación completa de una institución educativa técnica.	Registros en el departamento de Recurso Humano de la Hoja de Vida del personal de mantenimiento.
			Personal con formación técnica empírica	Grado en que el personal dispone de una formación técnica empírica.	Registros en el departamento de Recurso Humano de la Hoja de Vida del personal de mantenimiento.
Costo de producción	Valoración monetaria de los gastos incurridos y aplicados en la obtención de un bien o servicio	El costo generado por no producir	Costo de producción / hora	Registro de costos de materiales, mano de obra e indirectos	Reporte de productividad y Reporte de costos de producción
Variable dependiente	Definición		Dimensiones	Indicador	Items
	Conceptual	Operacional			
Disponibilidad de la maquinaria	Tiempo en la que se dispone de la maquinaria para la producción	Cantidad de fallas mecánicas, medidas por unidad de tiempo o por cantidad	Tiempo para producir y tiempo perdido	$D = (\text{Tiempo Total Producir} - \text{Tiempo Perdido}) / \text{Tiempo Total Producir}$	Registros de notificación de fallas, horas de trabajo de la producción,

Fuente Propia

3.1.3 HIPOTESIS

Hernández & Baptista (2010) afirma: “Son las guías para una investigación o estudio. Las hipótesis indican lo que tratamos de probar y se definen

como explicaciones tentativas del fenómeno investigado. Las hipótesis son el centro, la médula o el eje del método deductivo cuantitativo''(p. 92).

Hi: El uso de metodología de mantenimiento aumentará en un 0.5% la disponibilidad de la maquinaria.

Ho: El uso de metodologías de gestión de mantenimiento no aumentará en un 0.5% la disponibilidad de la maquinaria.

3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

Todo trabajo de investigación se sustenta por tres enfoques principales; cuantitativo, cualitativo y mixto, la presente investigación se basará en un enfoque mixto.

''Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta''(Hernández & Baptista, 2010, p. 546).

La investigación será No experimental, transeccional o trasversal, descriptiva. Hernández & Baptista (2010) menciona: 'Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado(p. 151).

Los diseños transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. Son, por tanto, estudios puramente descriptivos y cuando establecen hipótesis, estas son también descriptivas (de pronóstico de una cifra o valores).(Hernández & Baptista, 2010, p. 153)

3.3 MATERIALES (SÍ APLICA)

Se utilizara métodos estadísticos, software para determinar la incidencia de las variables a estudiar.

3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

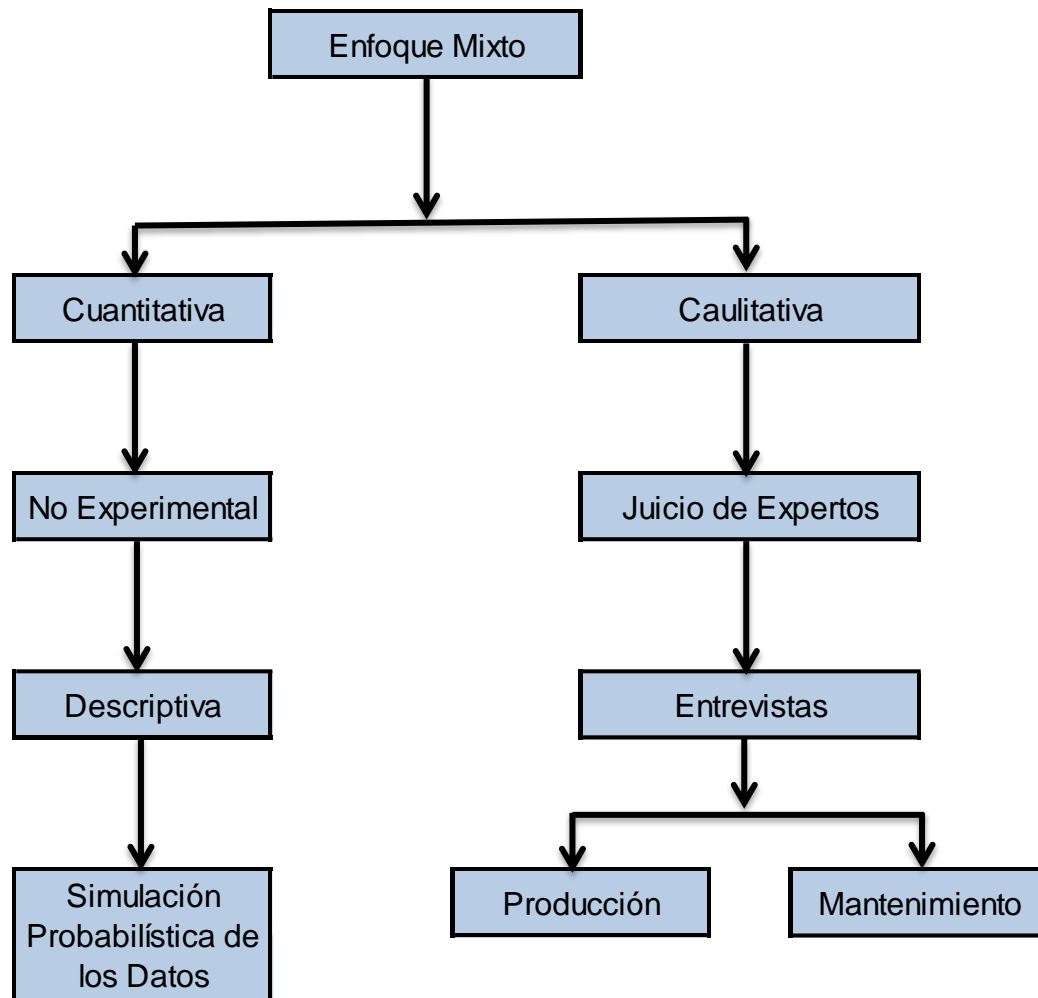


Figura 5. Diseño de la Investigación

3.4.1 POBLACIÓN

Rivas (2012) menciona “La población estadística, también llamada universo o colectivo, es el conjunto de elementos de referencia sobre el que se realizan las observaciones”(p. 1). En el Molino Harinero Sula, esta población está compuesta por los 4 molinos que comprenden el departamento de Molienda.

3.4.2 MUESTRA

El enfoque de la investigación será cuantitativo, se dice que “**muestra** es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectaran datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, este deberá ser representativo de dicha población” (Hernández & Baptista, 2010, p. 173).

3.4.3 UNIDADES DE ANÁLISIS

En la unidad de análisis “el interés se centra en “que o quiénes”, es decir, en los participantes, objetos, sucesos o comunidades de estudio (las unidades de análisis), lo cual depende del planteamiento de la investigación y de los alcances del estudio” (Hernández & Baptista, 2010, p. 172). Las unidades de análisis es el comportamiento de los tiempos improductivos de la maquinaria de producción del departamento de molienda de trigo del Molino Harinero Sula.

3.4.2 UNIDAD DE RESPUESTA

En la unidad de respuesta de la investigación, las herramientas aplicadas que se definieron darán los resultados en la unidad de medida que se estableció para la variable dependiente que se define como tiempo perdidos por fallas, expresada en la unidad de medida horas de paros.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

En esta investigación determinamos las técnicas e instrumentos para desarrollo estructurado del problema a solucionar.

Martínez (2013) dice “La técnica propone las normas para ordenar las etapas del proceso de investigación, de igual modo, proporciona instrumentos de recolección, clasificación, medición, correlación y análisis de datos, y aporta a la ciencia los medios para aplicar el método” (p. 4).

3.5.1 INSTRUMENTOS

Es la manera de volver operativa la técnica aplicada, en muchos casos se utiliza de manera indistinta técnicas e instrumentos, las cuales son:

- Registro o colección de datos.
- Generar tablas de datos de mantenimiento.
- Muestreo probabilístico de los datos.
- Simulación probabilística de los datos por medio de la técnica de Monte Carlo.

3.5.2 TÉCNICAS

El diseño de la presente investigación es un enfoque mixto, se aplicarán diferentes técnicas para el enfoque cualitativo y cuantitativo.

Las técnicas más comunes que se utilizan en la investigación cualitativa son la observación, la encuesta y la entrevista y en la cuantitativa son la recopilación documental, la recopilación de datos a través de cuestionarios que asumen el nombre de encuestas o entrevistas y el análisis estadístico de los datos.(Martínez, 2013, p. 4).

3.5.3 PROCEDIMIENTOS

1. Revisar el entorno de datos de interés para el mantenimiento.
2. Identificar fuentes de información acerca del mantenimiento.
3. Seleccionar fuentes específicas para datos de interés de la investigación.
4. Definir el método de colección de datos.
5. Recopilar datos de interés para la investigación.
6. Crear estructura de información.
7. Unificar información.
8. Calcular los indicadores necesarios para el estudio.
9. Análisis estadístico de comportamiento de variables.
10. Usar un muestreo probabilístico de datos.
11. Identificar distribución de probabilidad de datos muestreados.
12. Simulación probabilística de los datos muestreados.
13. Análisis e interpretación de simulación estadística.
14. Análisis de varianza de simulación estadística.
15. Hipótesis matemática para simulación estadística.
16. Validación de hipótesis de investigación.

17. Conclusiones y recomendaciones.

3.6 FUENTES DE INFORMACIÓN

Se denomina fuentes de información a diversos tipos de documentos que contienen datos útiles para satisfacer una demanda de información o conocimiento.

El conocer, distinguir y seleccionar las fuentes de información adecuadas para el trabajo que se está realizando es parte del proceso de investigación.

El presente trabajo esta soportado por diversas fuentes consultadas.

- Literatura dura como ser libros, manuales, guías, revistas científicas.
- Artículos de publicaciones periódicas, manuscritos publicados, tesis.
- Referencias electrónicas o internet.
- Fuentes CRAI manuales.

3.6.1 FUENTES PRIMARIAS

- Libros (que sustentan el marco teórico).
- Tesis.
- Base de datos del Molino Harinero Sula.
- Entrevista a expertos de las diferentes funciones del Molino Harinero Sula.
- Entrevistas al personal técnico y jefes de mantenimiento
- Reportes de mantenimiento
- Documentación de los procesos de Molienda de Trigo.

3.6.2 FUENTES SECUNDARIAS

- Manuales del equipo de producción.
- Procedimientos operacionales del departamento de Molienda de Trigo.
- Procedimientos operacionales del departamento de mantenimiento mecánico.
- Base de datos de capacidad instalada en el departamento de Molienda de Trigo.

3.7 LIMITANTES DEL ESTUDIO

La principal limitante para el desarrollo de la investigación ha sido el acceso a la base de datos de la empresa Molino Harinero Sula, sumado a que la poca que está disponible no está organizada y otras que no han sido registradas en el transcurso del tiempo y se perdieron.

CAPÍTULO IV- RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación se detalla la información obtenida y relacionada a los objetivos, en función de las preguntas planteadas para dar respuesta a la investigación del proyecto.

De acuerdo a la metodología expuesta en el Capítulo III y aplicando las herramientas definidas, se exponen los resultados siguientes:

4.1 ANÁLISIS DE FIABILIDAD

Se realizó una prueba piloto de las entrevistas con la participación de 32 personas, divididas en dos grupos: Producción (20 entrevistas) y Mantenimiento (12 entrevistas), al realizar el análisis de fiabilidad se encontró que algunas de las preguntas eran difíciles de interpretar. Obteniéndose una Confiabilidad de Cronbach de 0.424 con respecto al Estándar de Cronbach de 0.469 para las entrevistas realizadas a los técnicos mecánicos del departamento de Mantenimiento.

La confiabilidad de Cronbach para las entrevistas a personal del departamento de Molienda se obtuvo de 0.422 para un Estándar de Cronbach de 0.572.

Por tal razón se procedió a la reestructuración de las preguntas, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 3 Alfa de Cronbach Mantenimiento

Estadísticas de Confiabilidad		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Basado en Items Estandarizados	N of Items
.693	.679	7

Tabla 4 Alfa de Cronbach Mantenimiento

Sumario		
	N	%
Validado	12	100.0
Cases Excluido	0	.0
Total	12	100.0

Con esta nueva reestructuración de las preguntas en las entrevistas podemos notar que aumento la confiabilidad del instrumento utilizado, obteniendo un 0.693 vs. 0.679 del Estándar de Cronbach.

Tabla 5 Alfa de Cronbach Producción

Estadísticas de Confiabilidad		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Basado en Items Estandarizados	N of Items
.728	.714	6

Tabla 6 Alfa de Cronbach Producción

Sumario		
	N	%
Validado	20	100.0
Cases Excluida	0	.0
Total	20	100.0

Con esta nueva reestructuración de las preguntas en las entrevistas podemos notar que aumento la confiabilidad del instrumento utilizado, obteniendo un 0.728 vs. 0.714 del Estándar de Cronbach.

4.2 DATOS GENERALES

Se entrevistaron técnicos de mantenimiento que están involucrados directamente en el mantenimiento de los equipos de molienda, al personal involucrado en el departamento de Molienda, específicamente distribuidos en las diferentes unidades de producción, así como los respectivos jefes de áreas y supervisores.

A continuación se presenta la tabulación de los resultados más relevantes que mostraron las entrevistas realizadas a los técnicos de mantenimiento, de manera de comprender el estado actual.

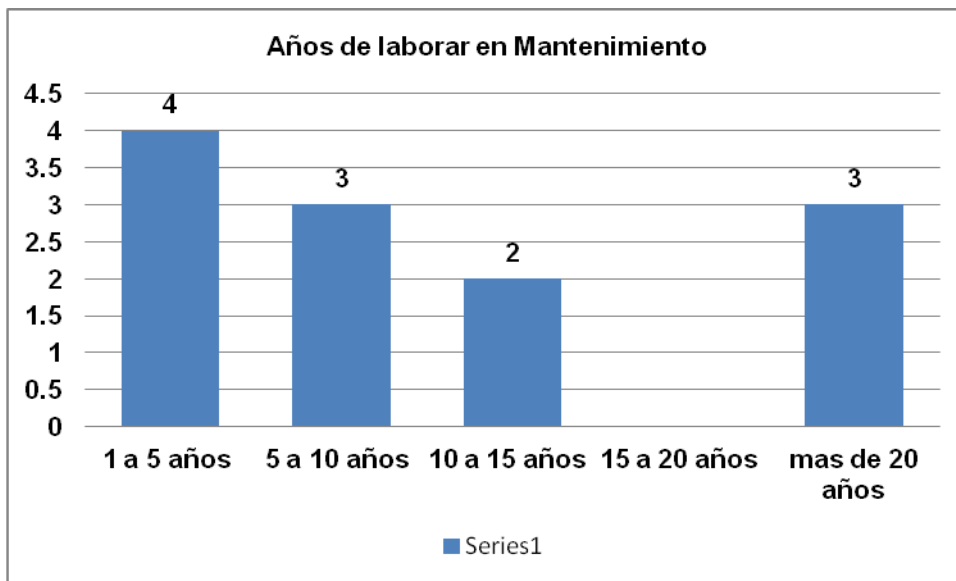


Figura 6. Años de antigüedad en el departamento de Mantenimiento

Se observa una distribución homogénea y conveniente en la antigüedad de los técnicos para el desarrollo de las tareas, lo que permite tener oportunidad de transmisión de conocimiento de los técnicos con más experiencia hacia los más nuevos; ya que los que poseen más antigüedad y por ende más experiencia son técnicos líderes y los de menos antigüedad serán en el futuro el relevo generacional del departamento de mantenimiento.

Esto aunado a un adecuado entrenamiento técnico contribuirá a una mejor intervención a la maquinaria de la sección de Molienda.

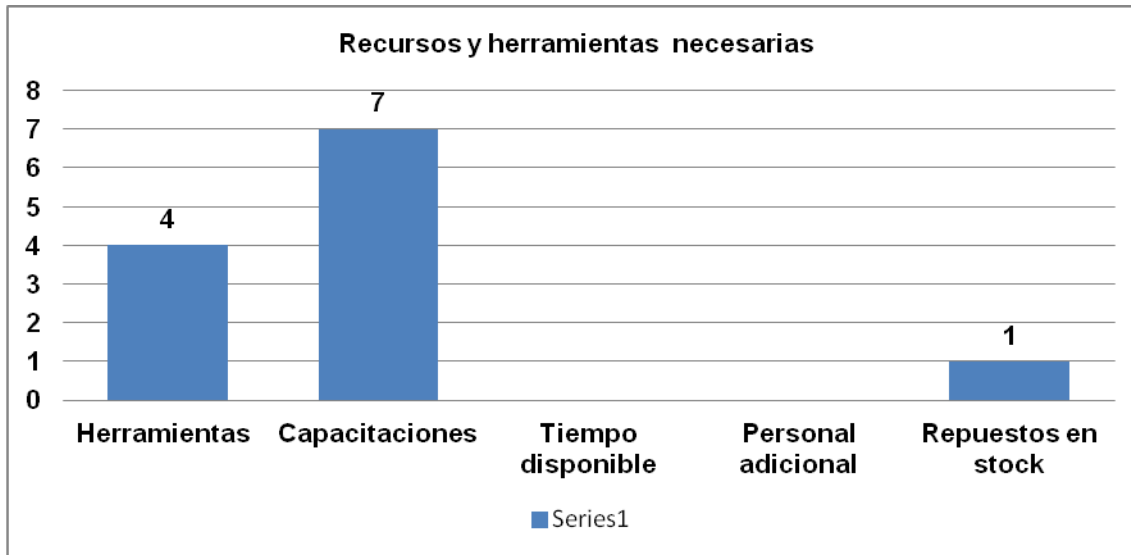


Figura 7. Recursos necesarios para el mantenimiento de la maquinaria

Se observa que el personal de mantenimiento considera que los recursos necesarios para el adecuado mantenimiento de los equipos radican: Capacitación y Herramientas.

Vale hacer mención que los encuestados consideran a la capacitación como parte fundamental para prestar un buen servicio, a lo cual fundamenta uno de los objetivos que se establecieron para el desarrollo de ésta tesis.

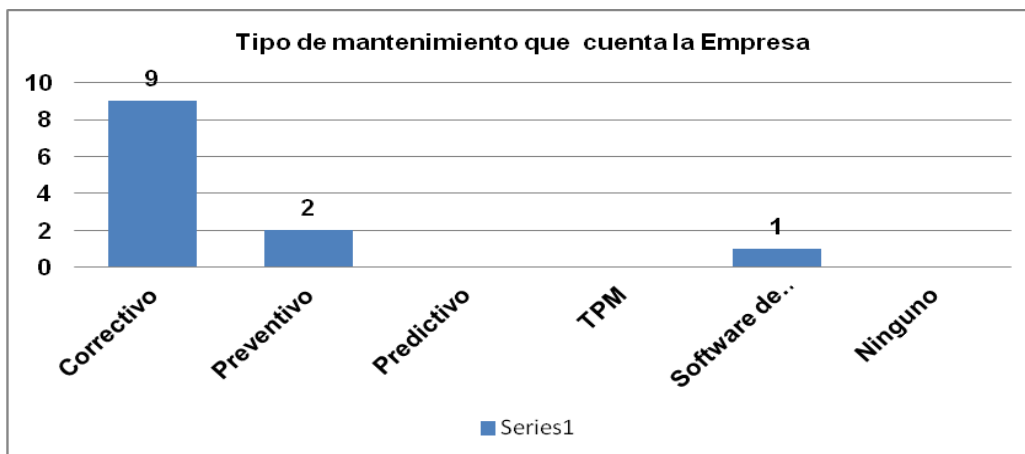


Figura 8. Tipo de mantenimiento que se aplica en el Molino Harinero Sula

La figura indica que el tipo de mantenimiento que se implementa actualmente en la opinión del personal técnico es el mantenimiento correctivo.

El objetivo del desarrollo de las entrevistas al personal técnico, tiene como propósito el medir el grado de conocimiento sobre las diferentes metodologías de mantenimiento, conocer de ellos cuales son los recursos necesarios para poder incrementar el desempeño.

A continuación se presenta la tabulación de los resultados más relevantes que mostraron las entrevistas realizadas al personal de molienda, de manera de comprender el estado actual.

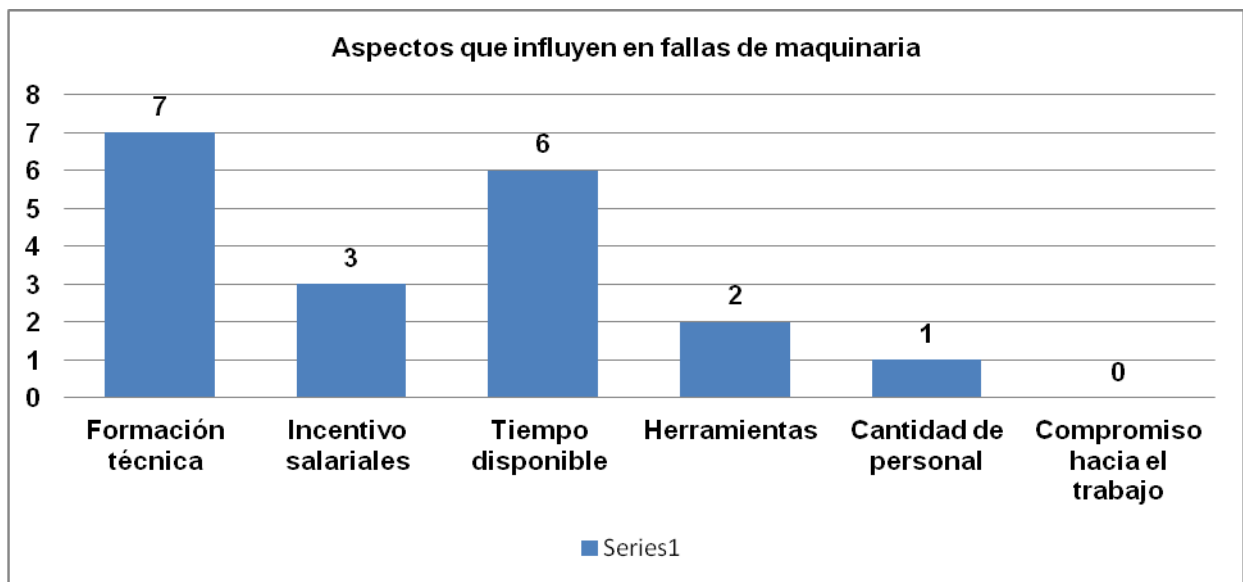


Figura 9. Aspectos que influyen en paros de maquinaria

Se observa que el personal de molienda considera que los aspectos que más influyen en las fallas de maquinaria están: Formación técnica del personal, el tiempo disponible para el mantenimiento, lo cual confirma lo expresado por los técnicos del departamento de mantenimiento en la encuesta y en uno de los objetivos de la tesis.

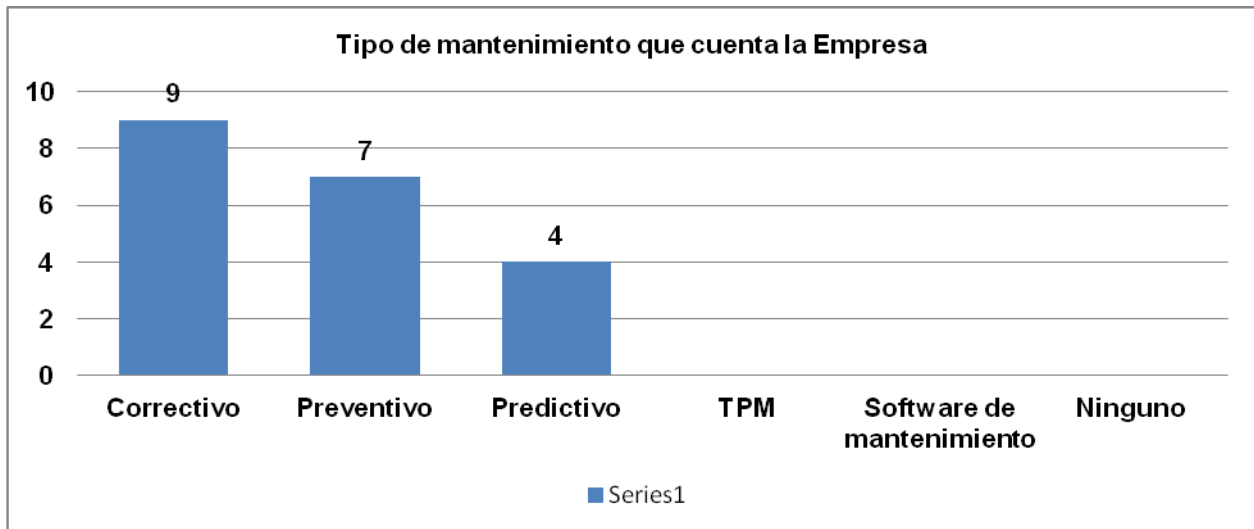


Figura 10. Tipo de mantenimiento que se aplica en el Molino Harinero Sula

La figura indica que el tipo de mantenimiento que se le brinda a la maquinaria de molienda y que prevalece en la opinión del personal de esa área es el mantenimiento correctivo, lo cual está en consonancia con la percepción del personal de mantenimiento.

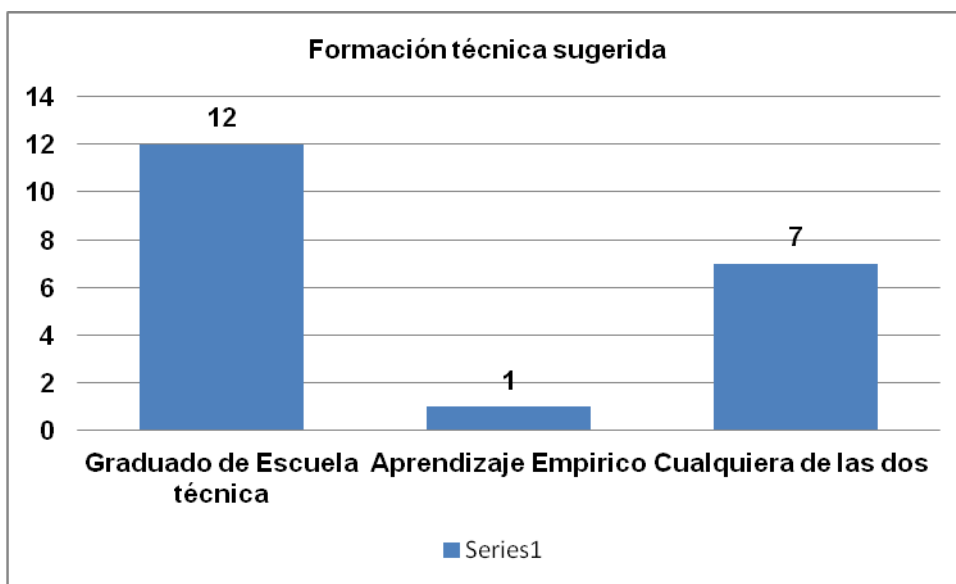


Figura 11. Formación técnica del personal de mantenimiento

El personal de molienda considera que la formación técnica del personal de mantenimiento debe ser formal y graduada de Escuela técnica. Este resultado va en concordancia con lo indicado en la figura 9, en la que el personal de molienda considera que la formación técnica influye en las fallas de la maquinaria y fundamenta uno de los objetivos específicos de ésta tesis.

El objetivo del desarrollo de las entrevistas al personal de molienda, tiene como propósito el medir la percepción que es mejor para reducir las fallas en la maquinaria y el conocimiento sobre el tipo de mantenimiento que recibe la maquinaria.

4.3 DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN EL DEPARTAMENTO DE MOLIENDA

Introducción

Molino Harinero Sula cuenta con 4 unidades de producción (molinos), de los cuales a pesar de contar con un paro mensual para limpieza y que de igual manera se aprovecha para realizar tareas de mantenimiento, actualmente no cuentan con un mantenimiento bien estructurado y tampoco no se dispone de un historial de la maquinaria de forma adecuada, lo cual no permite tener un control y por ende eficiencia adecuada de los recursos y teniendo repercusiones en la disponibilidad de la maquinaria para la producción.

A continuación se presenta un diagnóstico de las 4 unidades de producción:

MOLINO OCRIM #3

Fabricante	OCRIM
Capacidad de Producción	120 Ton/Día.
Origen	Italia
Año de Fabricación	1969
Tipo de Trigo	Semi-Duro y suave
Secciones	Molienda y Preparación de Trigo
Requerimiento eléctrico	3PH, 230 Voltios, 60 Hz.

MOLINO OCRIM #5

Fabricante	OCRIM
Capacidad de Producción	200 Ton/Día
Origen	Italia
Año de Fabricación	1979
Tipo de Trigo	Semi-duro
Secciones	Molienda y Preparación de Trigo

MOLINO ANEXO

Fabricante	OCRIM
Capacidad de Producción	200 Ton/Día
Origen	Italia
Año de Fabricación	2006
Tipo de Trigo	Semi-duro
Secciones	Molienda de Trigo

MOLINO OCRIM #7

Fabricante	OCRIM
Capacidad de Producción	240 Ton/Día
Origen	Italia
Año de Fabricación	2012
Tipo de Trigo	Semi-duro
Secciones	Molienda y Preparación de Trigo

DIAGNOSTICO Y EVALUACION ACTUAL DE CADA UNIDAD DE PRODUCCION

Se debe tener en cuenta que para llevar a cabo un plan de mantenimiento adecuado se debe tener un diagnóstico actual de cada molino.

MOLINO OCRIM #3

Preparación de Trigo

Secciones que conforman la sección de preparación de trigo:

- 1.- 1era. Limpia.
- 2.- 2da. Limpia.
- 3.- 3era. Limpia.

En la 1era. Limpia se reemplazaron en el 2006 los equipos de limpieza del trigo como ser separador rotativo, la tarara, pulidor de trigo y separador de cilindros y el sistema de rociado de agua; elevador de cangilones.

En la 2da. Limpia se reemplazaron en el 2008 los equipos de la limpieza de trigo como ser pulidor de trigo, la tarara, la despedradora de trigo, elevador de cangilones, roscas helicoidales.

En la 3era. Limpia se reemplazaron en el 2008 los equipos de la limpieza de trigo como báscula de paso y elevador de cangilones.

El resto del equipo tanto de la preparación de trigo y molienda de trigo es de fabricación del año de 1969.

MOLINO OCRIM # 5

Preparación de Trigo

Secciones que conforman la sección de preparación de trigo:

- 1.- 1era. Limpia.
- 2.- 2da. Limpia.
- 3.- 3era. Limpia.

En la 1era. Limpia se reemplazaron en el 2014 los equipos de limpieza del trigo como ser un filtro de aspiración neumática, ventilador de aspiración neumática.

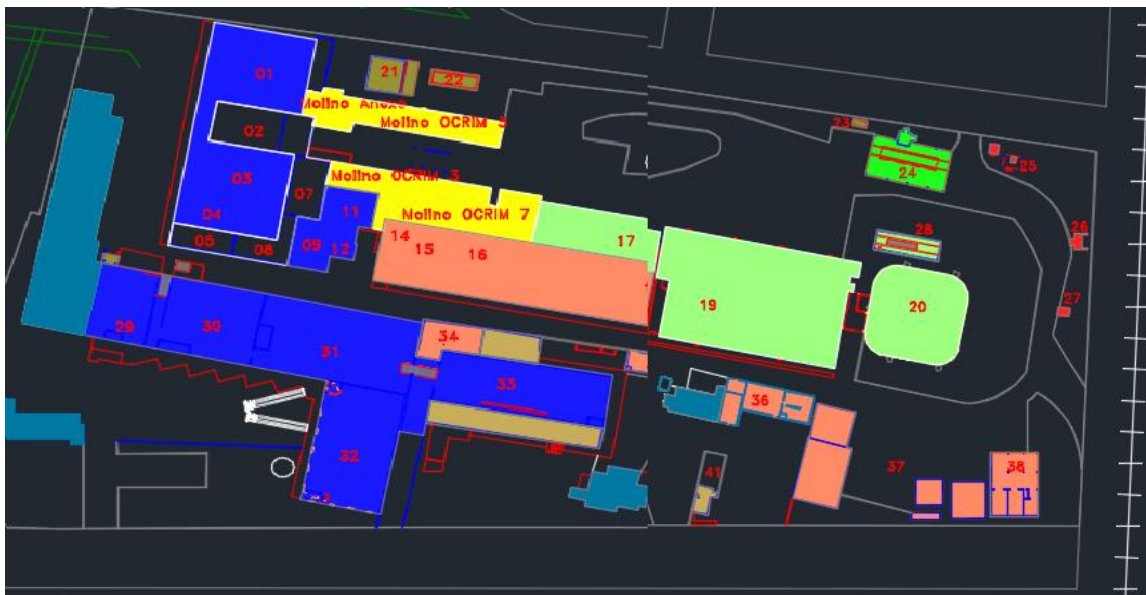
En la 2da. Limpia se reemplazaron en el 2014 los equipos de la limpieza de trigo como ser un filtro de aspiración neumática y un ventilador de aspiración neumática.

En la sección de molienda de trigo se reemplazaron en el 2015 los equipos de la limpieza de trigo como ser filtro de aspiración neumática, un ventilador de transporte neumático y un ventilador de aspiración neumática.

El resto del equipo tanto de la preparación de trigo y molienda de trigo es de fabricación del año de 1979.

El molino Anexo y el molino OCRIM #7 no han tenido cambio de equipos desde su compra.

UBICACIÓN DE LAS 4 UNIDADES DE PRODUCCIÓN



4.4 ANÁLISIS DE DATOS

Actualmente se cuenta con la siguiente información sobre la Disponibilidad de la maquinaria del año 2014 mediante la fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

Tabla 7 Disponibilidad de maquinaria del año 2014

Descripción	Tiempo (horas)
Total de horas programadas	13537
Paros por maquinaria	543.09
Total de horas reales	12993.91
Disponibilidad	96%

La propuesta por ésta tesis es de mejorar la disponibilidad del equipo de molienda, de tal manera que con la información que se tiene del año 2014 (tabla 7) se pretende aumentar en un 0.5%.

Para poder aumentar la disponibilidad del equipo es necesario conocer la naturaleza actual del proceso, por esa razón es importante mostrar la información surgida de los registros bajo la responsabilidad del departamento de molienda con su respectivo análisis, mostrados a continuación.

Tabla 8 Paros en el departamento de Molienda 2012

Mes	Operativos	Mantenimiento	E.N.E.E.	Falta de espacio en silos	TOTAL
Enero	21.04	20.7	3.31	15.3	60.35
Febrero	11.06	39.83	8.02	16.35	75.26
Marzo	17.86	26.53	0	39.95	84.34
Abril	23.42	22.58	3.06	79.66	128.72
Mayo	25.44	18.40	7.29	12.39	63.52
Junio	46.36	53.04	4.45	31.94	135.79
Julio	99.44	35.67	14.29	64.19	213.59
Agosto	64.05	45.65	51.08	103.07	263.85
Septiembre	39.37	52.45	1.39	42.47	135.68
Octubre	98.91	73.48	6.05	5.07	183.51
Noviembre	40.77	49.15	0	57.32	147.24
Diciembre	22.95	42.72	12.53	61.05	139.25
TOTAL	510.67	480.2	111.47	528.76	1631.1

Fuente: Molino Harinero Sula

Tabla 9 Paros en el departamento de Moliendo 2013

Mes	Operativos	Mantenimiento	E.N.E.E.	Falta de espacio en silos	TOTAL
Enero	18.93	22.10	0.00	31.45	72.48
Febrero	22.71	46.09	11.67	21.45	101.92
Marzo	19.64	30.62	3.20	27.95	81.41
Abril	21.07	18.90	7.40	39.00	86.37
Mayo	29.25	24.10	0.00	49.50	102.85
Junio	37.08	63.20	8.45	66.00	174.73
Julio	79.55	30.90	2.50	44.00	156.95
Agosto	54.44	48.85	11.20	57.00	171.49
Septiembre	43.30	36.80	0.00	42.47	122.57
Octubre	80.75	67.22	4.00	56.28	208.25
Noviembre	51.88	53.85	0.00	47.33	153.06
Diciembre	19.95	61.02	10.00	61.05	152.02
TOTAL	478.55	503.65	58.42	543.48	1584.1

Fuente: Molino Harinero Sula

Tabla 10 Paros en el departamento de Molienda 2014

Mes	Operativos	Mantenimiento	E.N.E.E.	Falta de espacio en silos	TOTAL
Enero	51.48	34.5	1.08	20.08	107.14
Febrero	129.99	67.39	4.34	83.14	284.86
Marzo	24.74	49	10.5	47	131.24
Abril	31.32	27.7	0.59	20.26	79.87
Mayo	57.42	37.48	10.08	72.52	177.5
Junio	35.23	50.81	14.16	37.58	137.78
Julio	5.08	49.2	0	12.16	66.44
Agosto	88.67	55.68	70.49	142.67	357.51
Septiembre	24.76	46.05	6.48	5.43	82.72
Octubre	136.91	24.6	14.75	84.51	260.77
Noviembre	41.72	50.34	4	90.62	186.68
Diciembre	32.81	50.49	2.25	47.59	133.14
TOTAL	660.13	543.24	138.72	663.56	2005.65

Fuente: Molino Harinero Sula

Al realizar el análisis de los paros que provocan el 80 /20 en el departamento de Molienda, se obtuvo el siguiente resultado:

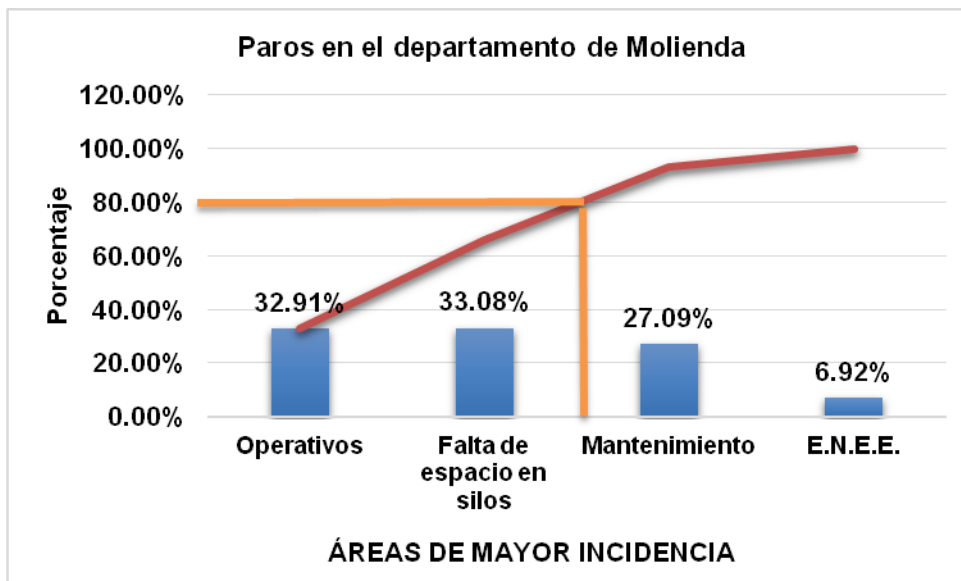


Figura 12. Diagrama de Pareto por paros en Molienda

Como se observa en el diagrama de Pareto, los paros de mayor incidencia, el mayor contribuyente son los paros operativos, el propósito de la investigación esta basada en en la Propuesta de implementación de una Metodología que reduzca los paros por mantenimiento, como se puede observar este ocupa el tercer puesto, y se nota que su cercanía entre ambos es ligeramente de un 5.9 %, por lo tanto es de suma importancia que atender con diligencia la reducción de éstos paros por medio de una gestión fundamentada en metodología(s).

A continuación se presenta el comportamiento de los paros por maquinaria a lo largo del año 2014 en todo el departamento de molienda.

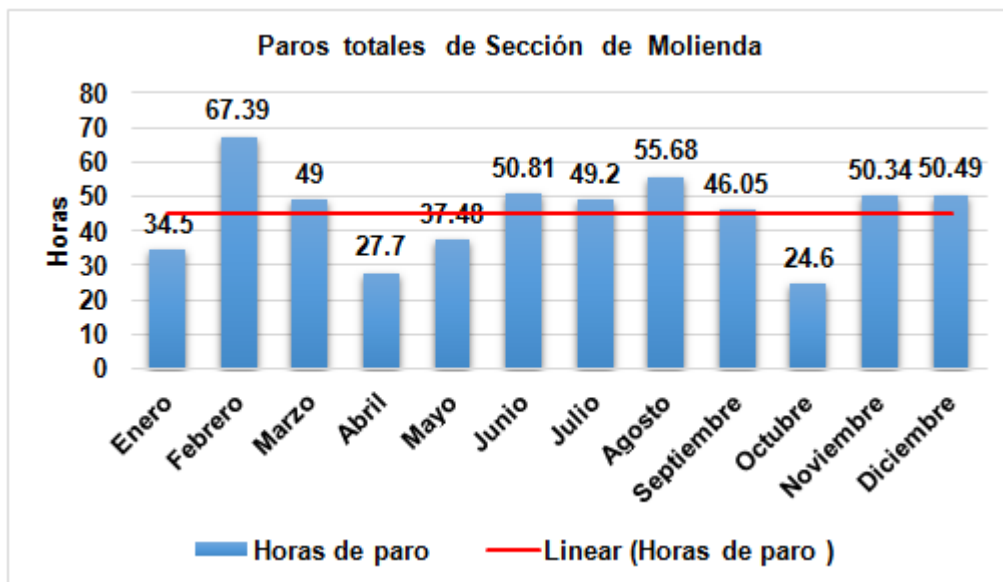


Figura 13. Comportamiento anual de paros por maquinaria del año 2014

Esta figura muestra que para el año 2014 la línea de tendencia de las horas de paros por mantenimiento no presenta un incremental, al contrario se mantuvo casi invariable.

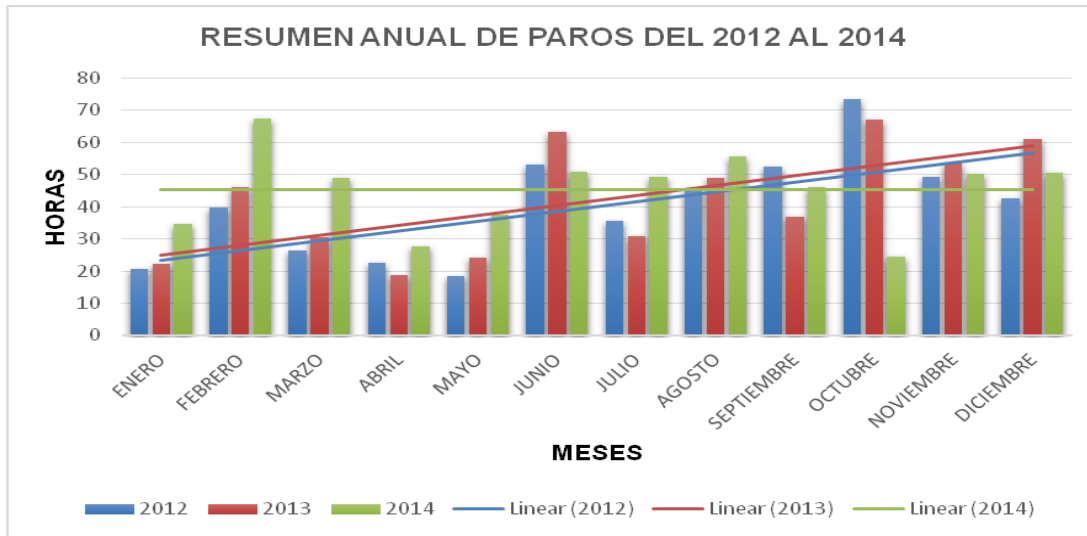


Figura 14. Resumen Anual de Paros por Maquinaria del 2012 al 2014

Se puede observar que las líneas de tendencia para los años 2012 y 2013 es hacia el alza, lo que nos muestra un sesgo hacia el aumento en los paros de la maquinaria, por lo cual es un indicativo de la necesidad de implementar una metodología que ayude a reducir los paros y por consiguiente mejorar la disponibilidad de los equipos.

Según (Tavares, s. f) para el análisis de la frecuencia de un determinado evento y como él se distribuye en los equipos instalados, o en las causas que llevan a un efecto. Esto es realizado mediante el empleo de la composición del Diagrama de Ishikawa.(p. 64).

A continuación se presenta el diagrama de Causa – Efecto, el cual nos presenta las causas que están provocando el problema de paro debido a mantenimiento en la maquinaria de Molienda.

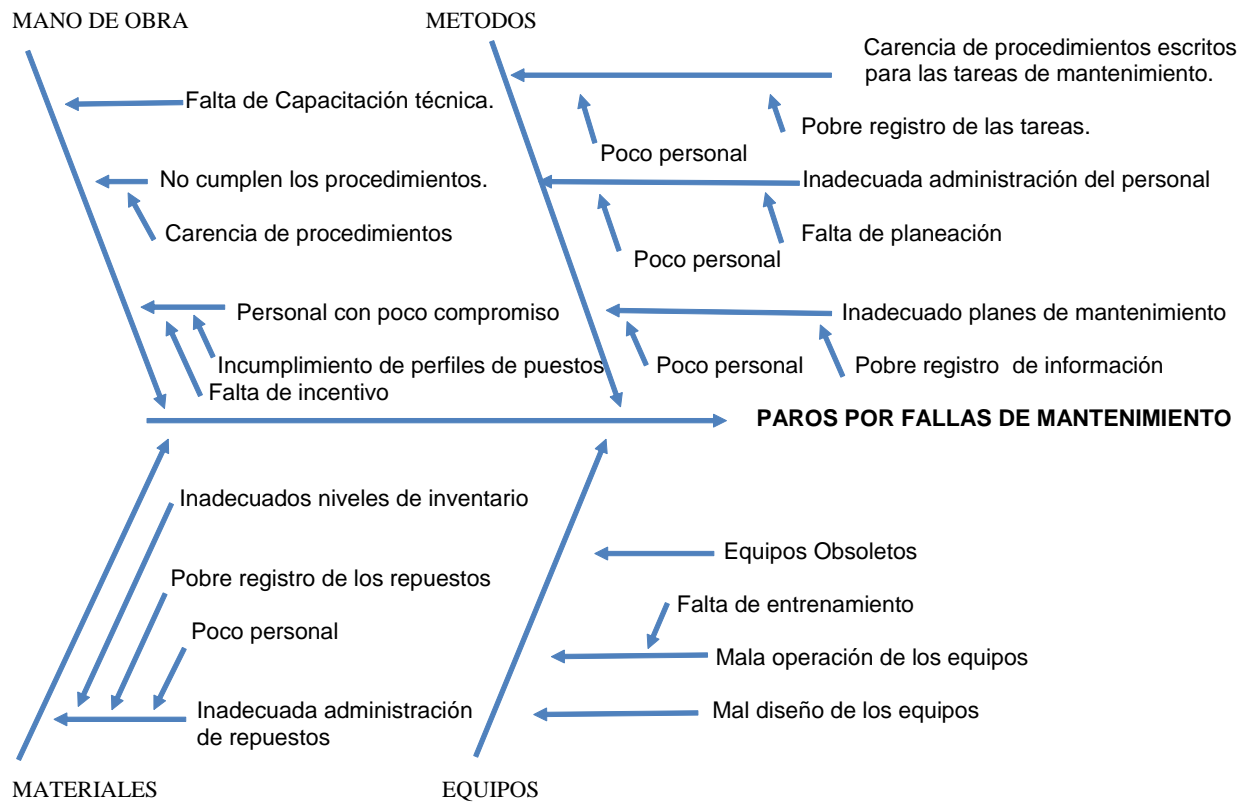


Figura 15. Diagrama Causa - Efecto

4.5 ANÁLISIS DE DIAGRAMA DE CAUSA – EFECTO

1.- MANO DE OBRA

- Falta de capacitación técnica del personal en campos en la que tiene implicación en sus labores de mantenimiento, como ser neumática, lubricación, uso de herramientas de medición, etc. Cerca del 60% del personal técnico no tiene una formación técnica formal y es evidente las limitaciones que se manifiestan en la tareas diaria de mantenimiento.
- El hecho de no contar con todos los procedimientos establecidos en cada una de las actividades de mantenimiento, actualmente solo se tiene aproximadamente los procedimientos del 25% de los equipos de la sección de molienda, esto incide en el buen desarrollo de las tareas de mantenimiento y su efectividad.

2.- MÉTODO

- No se tiene registro de las mayorías de los procedimientos, lo que no permite tener una guía para técnicos que no están familiarizados con ciertas tareas, lo que se vuelve un riesgo para incidir en las fallas.
- Normalmente no hay una adecuada administración del tiempo que se dispone del recurso humano para su distribución en las tareas de mantenimiento.
- No se cuenta con adecuados planes de mantenimiento, pero el registro de los mismos ayudará a afinar el plan en la medida que transcurra el tiempo de los registros.
- Las tareas de supervisión, logística y control no permiten a la jefatura del departamento de mantenimiento atender de manera adecuada las tareas de planeación y administración de todos los recursos disponibles del departamento como mano de obra, materiales y herramientas.

3.- MATERIALES

- No hay una adecuada administración de los materiales y/o repuestos, lo que incide en el buen desarrollo del mantenimiento de manera eficiente, es muy frecuente las compras urgentes de los mismos o como contraparte exceso de inventario.
- Actualmente se cuenta con poco personal que permita una adecuada administración de los repuestos y esto debido a la carga de trabajo en otras actividades de supervisión y logística.

4.- EQUIPOS

- Hay equipos que presentan ya obsolescencia, fabricados ya hace 40 años y de los que ya no se cuenta con repuestos originales y debido a eso ha sido necesario tener que fabricarlos localmente y con las

implicaciones de no contar con especificaciones claras fabricación lo que conlleva a contar con repuestos con defectos que inciden en las fallas.

- Hay equipos que inciden en las fallas por su inadecuado diseño, lo que los vuelve poco confiable en su rendimiento.

Todas las causas antes mencionadas tienen un efecto directo en la incidencia en las fallas de los equipos, de tal manera que se deben atender con diligencia para contribuir en la reducción de los paros por mantenimiento.

4.6 COMPROBACION DE HIPOTESIS

Para poder asegurar que se mejora en un 0.5 % la disponibilidad de la maquinaria en el departamento de molienda, es necesario que los paros por fallas en la maquinaria se reduzcan, para ello se aplica la comprobación de hipótesis.

Se determino utilizar la Prueba Z a través del programa de Minitab, obteniéndose los siguientes resultados:

Z de una muestra: C3

Prueba de $\mu = 49.1$ vs $\mu_0 = 49.1$
Desviación estándar supuesta = 12.15

Variable	N	Media	Desv.Est	Error Est.Media	IC 95%	Z	P
C3	12	39.27	12.15	3.46	(32.48, 46.06)	-2.84	0.005

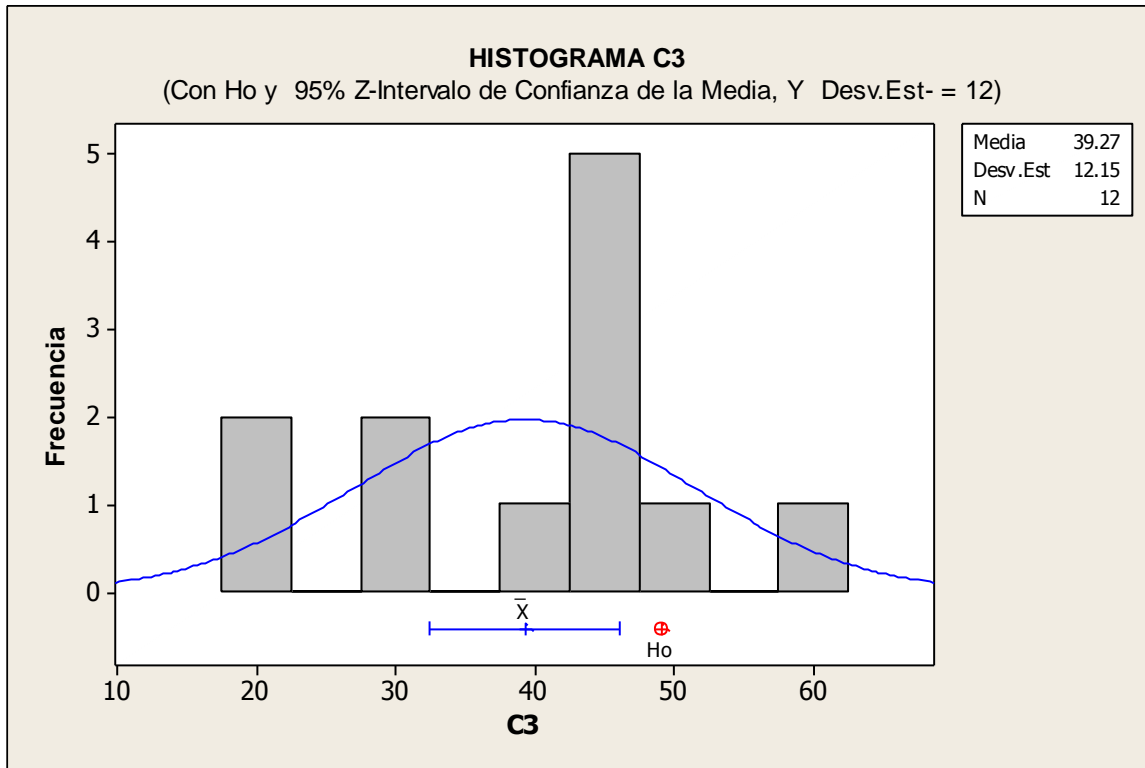


Figura 16. Gráfica de distribución

En la figura 16 se muestra la grafica de distribución normal. El valor de P obtenido es de 0.005 es menor que el 0.05 de α , por lo cual se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis H_1 .

Por lo tanto la hipótesis de investigación H_1 propuesta para la investigación es aceptada.

H_1 : El uso de metodología de mantenimiento aumentará en un 0.5% la disponibilidad de la maquinaria.

CAPÍTULO V- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- 1.- Se comprobó que la hipótesis de investigación HI es aceptada, por lo tanto será posible la mejora en un 0.5% la disponibilidad de la maquinaria.
- 2.- Los impactos desfavorablemente para la empresa son: paros operativos, falta de almacenamiento y tiempo por paros por maquinaria, estas 3 causas representan más del 90% de los paros totales en el departamento de molienda.
- 3.-El nivel de experiencia de los técnicos mecánicos observados en los resultados de la entrevista permite tener una fortaleza en el balance de la experiencia de los mismos, que conlleva a minimizar fallas en la maquinaria.
- 4.- Es evidente que a través de los años las organizaciones han evolucionado en su afán por mejorar su rentabilidad es por ellos que las necesidades de la gestión en el mantenimiento del equipo va en concordancia con esta evolución industrial, por lo cual es conveniente la evaluación de estrategias de mantenimiento, la selección de tareas y por ende la gestión global del mantenimiento , de manera que se deba manejar de manera formal y responsable, dejando totalmente por un lado las improvisaciones y aleatoriedades del desempeño del equipo.
- 5.-Se evidencio en las encuestas que el personal técnico esta consiente de la necesidad de recibir entrenamientos y capacitaciones de manera de mejorar su desempeño en el mantenimiento de las maquinarias, es por ello que dentro del plan de

gestión de mantenimiento es vital el enfoque en estos recursos de entrenamiento y capacitaciones.

6.-Para poder asegurar el éxito de implementación de la gestión de mantenimiento es necesario realizar cambios en la estructura organizacional de mantenimiento, con la contratación de dos supervisores de mantenimiento con el propósito de mejorar el control y seguimiento de todo el plan de gestión de mantenimiento.

7.-Se propone una metodología de gestión de mantenimiento basado en un balance saludable entre mantenimiento preventivo y predictivo para lograr progresivamente el balance de 25 % y 50 % respectivamente.

5.2 RECOMENDACIONES

- 1.- Es necesario la implantación dentro del gestión de mantenimiento, como base principal de su fundamento el enfoque en su personal, de manera de establecer dentro de la política un sistema sistemático de evaluación del desempeño del personal, que acompañe con esté los planes de desarrollo individual (capacitaciones, entrenamiento cruzados, proyectos etc.).
- 2.- Para la implementación de gestión de mantenimiento, es necesaria la evaluación de la estructura del departamento de mantenimiento, de manera de asegurar contar con el personal y las posiciones adecuadas para la correcta implementación.
- 3.-Aumentar la confiabilidad de la maquinaria, para ello se propone generar un plan de mantenimiento enfocado en las personas, en la metodología de excelencia de Mantenimiento, los equipos y materiales.
- 4.-Es recomendable desarrolla una auditoría de Gestión de Mantenimiento anualmente, de manera que se puedan evaluar los avances y realizar planes de acción para los hallazgos de No Cumplimiento.

CAPÍTULO VI- APLICABILIDAD

6.1 PROPUESTA

Propuesta de Implementación de Metodología de Mantenimiento para Maquinaria de Molienda en Molino Harinero Sula.

6.2 INTRODUCCIÓN

Ante el escenario planteado, ésta propuesta busca implementar una Metodología de Mantenimiento para la Maquinaria de Molienda en Molino Harinero Sula, que optimice la manutención de la maquinaria, mejorando de manera general la confiabilidad de toda la sección de molienda, minimizando las paradas imprevistas que puedan provocar costos adicionales e incremento de la indisponibilidad de los mismos.

La implementación de la metodología por sí sola no es suficiente para alcanzar los objetivos; para ello se requiere de recursos y cambios adicionales, como capacitación, incentivos, contratación de personal adicional, etc., que permitirán de manera conjunta actuar sobre la base del problema que es el origen del estudio y es el de aumentar la disponibilidad de la maquinaria para la producción.

Además éste plan pretende servir de base para una implementación más extendida hacia el resto de la planta, en secciones como Materia Prima y el departamento de Empaque.

6.3 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

El plan de acción que se pretende llevar a cabo consiste en tomar de base, el estado actual de las operaciones del departamento de mantenimiento, tomando información de las entrevistas tanto al personal de base como a los supervisores y jefaturas de los departamentos de mantenimiento y molienda, sumado a lo requerido por las metodologías de gestión de mantenimiento para su implementación.

6.4 DESARROLLO

6.4.1 DESARROLLO DEL PLAN DE GESTIÓN DEL PROYECTO

Para la definición de este plan se tomo en cuenta, las características de los equipos de Molienda del Molino Harinero, el nivel técnico de los empleados del departamento de mantenimiento, el nivel de escolaridad del resto de empleados de producción, y el análisis de la cultura de trabajo en general.

Es importante, tomas las siguientes consideraciones de como implementar la metodología:

Desde cero, creando todo el sistema y poniéndolo en marcha en un momento determinado. Es lo que se suele hacer cuando se subcontrata la puesta en marcha del programa, o cuando se instala una aplicación informática en una empresa sin un sistema previo. Resulta muy arriesgado porque todos los problemas e imprevistos aparecen a la vez, y se generan mucho malestar. Hay que ser comprensivos y aceptar que es un proceso necesario.

Progresivamente, empezando por los procedimientos que evitan las acciones correctivas más graves, por seguridad, costes o recursos dedicados. Así se ven los resultados desde el primer día y aumenta la motivación. Además, al ir evitando averías imprevistas, se gana tiempo que se puede aplicar en implantar otros procedimientos. Otra gran ventaja es que, al construirse el sistema sobre la marcha, las correcciones aplicadas a los primeros procedimientos se tienen en cuenta para crear los siguientes, evitando muchas modificaciones.

De acuerdo a investigaciones de mejoras en mantenimiento.

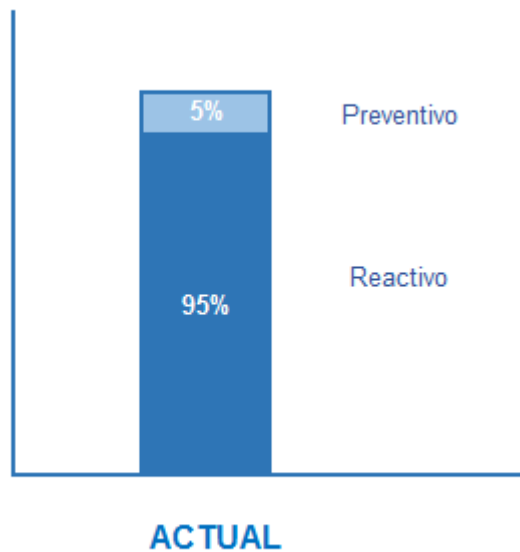
Varios estudios de instancias de comparación, “benchmarking”, la data indica factualmente que la mayoría de las organizaciones de mantenimiento llevan a cabo exactamente el mismo tipo de mantenimiento que siempre han efectuado. Ahora éste es el punto de temor. Una revisión más cercana a todas las tareas del Mantenimiento Preventivo (MP) revela que en un promedio:

- 30% no agregan valor, y deben ser eliminadas
- 30% deben ser reemplazadas con tareas de Mantenimiento Predictivo (MPd)
- 30% pudiesen adquirir valor si se someten a una re-ingeniería.(Campbell, 2008, p. 1).

Basado en esto, podemos citar que:

Para lograr mejorar el balance correcto entre el Mantenimiento Preventivo y Predictivo es absolutamente necesario, y ofrece una oportunidad única para lograr impactos positivos. No es fácil lograr éstos resultados. Para empezar, se requiere una visión común, una implantación estratégica básica, y un entendimiento claro de lo que se requiere para asegurar el éxito.´´(Campbell, 2008, p. 1).

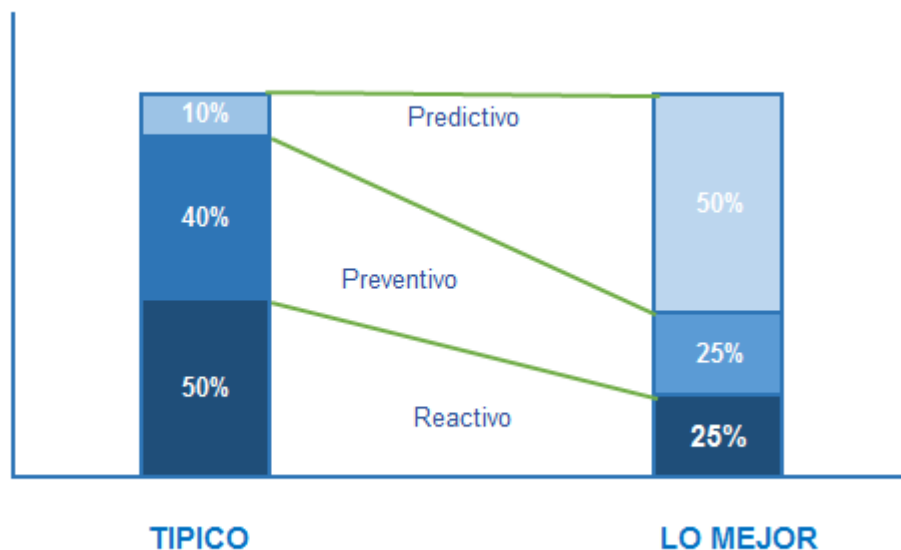
Actualmente el Molino Harinero Sula se encuentra bajo esta característica de Mantenimiento.



Fuente: Molino Harinero Sula

Razón por la cual es necesario implementar una Gestión de Mantenimiento que permita la mejora continúa.

“De acuerdo a las mejores prácticas a nivel mundial de Mantenimiento, las plantas que utilizan las mejores prácticas mejoran la productividad y reducen los costos poniendo énfasis en una estrategia de mantenimiento predictivo” (Sagástegui, 2013).



Fuente:(Sagástegui, 2013)

Con estas consideraciones tomadas, el plan de gestión se constituirá por los pasos para poder desarrollar la Implementación, éstos pasos se detallan a continuación:

1. Conformar equipo para la implementación.
2. Desarrollar capacitaciones sobre Metodología de mantenimiento y molienda (notificaciones de paro, indicadores de mantenimiento, etc.)
3. Recopilar toda la información histórica posible de tiempo de paro de las máquinas. Para poder establecer bases contra las que se puedan comparar los beneficios del programa preventivo a desarrollar.
4. Establecer indicadores de medición. Ver anexo 2
5. Aplicación de formato de Notificación de fallo. Ver anexo 1
6. Realizar el mapeo de la maquinaria.
7. Recopilación de los manuales de la maquinaria.
8. Elaboración de la matriz de criticidad de la maquinaria.

9. Definición de equipos críticos. Ver anexo 4
10. Elaboración de manual de lubricación, lista de chequeo, frecuencias de tareas por equipo, los formatos de ficha técnica, ordenes de trabajo, hoja de vida, formato de cómo realizar una inspección, programación de inspecciones, de programación de lubricación, programación de calibraciones.
11. Elaboración de hoja de inspecciones rutinarias y con frecuencia.
12. Definición de repuestos críticos para mantener inventarios adecuados (máximos, mínimos).
13. Determinar los recursos humanos necesarios (cantidad, competencias técnicas de la estructura organizativa en mantenimiento), capacitación, herramientas necesarias.
14. Compra de herramientas para realizar técnicas de Mantenimiento Predictivo como ser: Cámara termo grafica, analizador de vibraciones y espectro, analizador de aceites.
15. Entrenamiento al personal técnico que realizara las inspecciones predictivas con las herramientas necesarias.
16. Elaboración de Programa anual de capacitaciones y entrenamiento para los técnicos.
17. Elaboración de procedimientos de trabajo.

Es necesario realizar lo siguiente:

Realizar mantenimiento correctivo programado inicial, a los equipos seleccionados como críticos, para que una vez iniciado el programa preventivo y predictivo, no empiecen a fallar intempestivamente y alteren totalmente las frecuencias y fechas programadas de trabajos.

Establecer costos separados del programa de actualización de equipos o mantenimiento correctivo programado inicial.

Seleccionar los equipos que entrarán en el programa de mantenimiento preventivo & predictivo, dejando el resto de equipos, con la forma tradicional de mantenimiento que se esté llevando hasta ese momento.

Realizar un programa inicial de frecuencias y fechas 'calendario para las actividades repetitivas de mantenimiento preventivo, para los equipos seleccionados, de uno 6 meses de duración, al final de los cuales se evaluarán los resultados del programa

contra el histórico de paros de los equipos, para introducir los correctivos necesarios, o para incluir nuevos equipos.

Elaborar los procedimientos de trabajo, aseguran que las tareas se realizan siempre de la misma forma, que la información puede transmitirse de forma inequívoca. Los procedimientos técnicos, detallan cómo realizar determinadas actuaciones técnicas, cómo puedan ser las revisiones, la calibración de útiles y herramientas, la sustitución de elementos en las instalaciones.

6.4.2 GESTIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO

6.4.2.1 DEFINICIÓN DEL ALCANCE

El alcance de la Implementación se llevara a cabo en la maquinaria del departamento de Molienda en el Molino Harinero Sula.

6.4.2.4 DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE

Elaboración de Propuesta para implementación de Metodología de Mantenimiento para la maquinaria del departamento de Molienda en el Molino Harinero Sula.

6.4.2.5 FACTORES CRITICOS DE ÉXITO

- Contar con el apoyo del director de Operaciones y Producción.
- Aplicar de manera adecuada cada paso de la metodología de mantenimiento propuesta.

6.4.2.6 RESTRICCIONES Y LIMITACIONES

- La base de datos de la cual se fundamentó ésta investigación no estaba integrada que permitiera que la misma fuera más expedita su conclusión.
- El no contar con un programa de mantenimiento preventivo bien estructurado.

6.4.2.7 EXCLUSIONES

Aquellas maquinarias que no formen parte de un plan de implementación del departamento de Molienda, o que justificadamente dentro del análisis de criticidad quede excluida de la implementación.

Recurso humano que está ligado al proceso de Procesamiento de Harina de Trigo, pero que no está considerado en el proceso de implementación.

6.4.3 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO

“Crear la EDT/WBS: Es el proceso de subdividir los entregables y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar” (PMI, 2013, p. 105)

Tabla 11 Estructura de desglose de trabajo

Item	Tareas
1	Grupo de Proceso de inicio
1.1	Conformar equipo para implementación
2	Grupo de Proceso de planificación
2.1	Capacitación sobre Metodología de Mantenimiento (Notificación de paro, reportes, indicadores etc.)
2.2	Recopilar información historia de paros por maquinaria
2.3	Establecer indicadores de medición
2.4	Aplicación de Notificación de paro
2.5	Mapeo de los equipo (ficha técnica de cada uno, años de fabricación, estado actual etc.)
2.6	Recopilación de manuales de fabricante
3	Grupo de Proceso de ejecución
3.1	Elaborar matriz de criticidad del equipo
3.2	Definición de equipo critico
3.3	Elaboración de Manual de lubricación , lista de chequeo y frecuencia
3.4	Elaboración de hojas de inspecciones rutinarias y con frecuencia

3.5	Definición de repuestos críticos (máximo y mínimos) para tener en stock.
3.6	Determinar las necesidades de Recursos humanos (estructura, entrenamiento, herramientas)
3.7	Compra de herramientas para realizar técnicas de Mantenimiento Predictivo como ser: Cámara termo grafica, analizador de vibraciones y espectro
3.8	Entrenamiento al personal técnico que realizara las inspecciones predictivas con las herramientas necesarias
3.9	Elaboración de Programa anual de capacitaciones y entrenamiento para los técnicos
3.1	Elaboración de Procedimientos de trabajo
4	Grupo de Proceso de monitoreo y control
4.1	Llevar estadísticas de los indicadores mensualmente

Fuente: Propia

6.4.3.1 DICCIONARIO DE ESTRUCTURA DE TRABAJO

“Diccionario de la EDT/WBS. El diccionario de la EDT/WBS es un documento que proporciona información detallada sobre los entregables, actividades y programación de cada uno de los componentes de la EDT/WBS”.(PMI, 2013, p. 132)

Tabla 12 Diccionario de Estructura de desglose

Item	Tareas	Descripción
1	Conformar equipo para implementación	Determinar personal que participara como miembro activo del equipo
2	Capacitación sobre Metodología de Mantenimiento(Notificación de paro, reportes, indicadores etc.)	Desarrollar entrenamiento en uso, aplicación de formato de notificación de paro,capacitaciones sobre los indicadores de mantenimiento
3	Recopilar información historia de paros por maquinaria	Llevar control de paros por equipo a través de la notificación de paros
4	Establecer indicadores de medición	Establecer indicadores como:Tiempo medio entre fallas(MTBF),Tiempo medio para reparar (MTTR). Ver anexo
5	Aplicación de Notificación de paro	Formato de notificación de paro
6	Mapeo de los equipo (ficha técnica de cada uno, años de fabricación, estado actual etc.)	Mapear todo el flujo del proceso con sus equipos
7	Recopilación de manuales de fabricante	Mantener manuales de fabricantes de cada equipo
8	Elaborar matriz de criticidad del equipo	Formato de matriz de criticidad por equipo
9	Definición de equipo critico	De matriz de criticidad por equipo, determinar con el equipo del proyecto los equipos criticos
10	Elaboración de Manual de lubricación , lista de chequeo y frecuencia	De acuerdo con manuales de los equipos , desarrollar manual de lubrición con lista de chequeo y frecuencia
11	Elaboración de hojas de inspecciones rutinarias y con frecuencia	De acuerdo con los manuales de los equipo, desarrollar las hojas de inspecciones rutinarias sugeridas en los mismos, tambien deberá considerarse la experiencia del personal
12	Definición de repuestos críticos (máximo y mínimos) para tener en stock.	De acuerdo al tipo de repuesto, disponibilidad en el mercado y el impacto en el equipo determinar su criticidad.
13	Determinar las necesidades de Recursos humanos (estructura, entrenamiento, herramientas)	Realizar una evaluación de las necesidades de recurso humano
14	Compra de herramientas para realizar técnicas de Mantenimiento Predictivo como ser: Cámara termografica, analizador de vibraciones y espectro	Comprar herramientas
15	Entrenamiento al personal técnico que realizara las inspecciones predictivas con las herramientas necesarias	Desarrollar entrenamiento en uso y aplicación de las herramientas para inspecciones predictivas
16	Elaboración de Programa anual de capacitaciones y entrenamiento para los técnicos	Llevar a cabo un Analisis Ocupacional Empresarial a traves del Instituto Politécnico Centroamericano.
17	Elaboración de Procedimientos de trabajo	Llevar a cabo un Analisis Ocupacional Empresarial a traves del Instituto Politécnico Centroamericano.

6.4.3.2 VERIFICACIÓN DEL ALCANCE

Verificación. Proceso que consiste en evaluar si un producto, servicio o sistema cumple o no con determinada regulación, requisito, especificación o condición impuesta.

El equipo de implementación deberá realizar reuniones, de manera de asegurar el cumplimiento del cronograma de trabajo, estas reuniones deberán ser documentadas y formaran parte de la Gestión de Comunicación.

6.4.4 GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS DEL PROYECTO

Por medio del diagrama de Ishikawa se logró determinar las deficiencias que tienen injerencia en las fallas de los equipos por mantenimiento, de los cuales se describen a continuación las acciones de mejora relacionado con el recurso humano.

Se debe brindar capacitación a los técnicos en campos como metrología, neumática, hidráulica, etc., e inclusive sobre la(s) misma(s) metodología(s) de mantenimiento, ya que la mayoría no tienen conocimientos básicos en muchas de esos campos y representan un obstáculo en la implementación.

Es necesario que el personal sea capacitado y entrenado, para ello es necesario contar con el apoyo de entidades educativas que brinden un completo análisis de las necesidades ocupacionales.

Dentro de las acciones que se llevarán a cabo para mejorar el nivel técnico en el Molino Harinero Sula y que se determinaran con apoyo del Instituto Politécnico Centroamericano (IPC) son las siguientes:

Realizar un Análisis Ocupacional Empresarial (A.O.E) la cual es una metodología de disgregación y reorganización de los roles ocupacionales que se desempeñan en las organizaciones, las actividades que se realizan, ¿Cómo se realizan? Y ¿Por qué se realizan?

La metodología del A.O.E da respuesta a los requerimientos de:

- Estandarizar demanda y ofertas de entrenamiento
- Categorizar o clasificar ocupaciones o roles laborales
- Establecer niveles de adquisición de competencias mediante entrenamiento
- Eliminar duplicidad de funciones.

Se realiza mediante entrevistas con los/as protagonistas a nivel de:

- Trabajadores/as para identificar las actividades y tareas.

- Supervisores/as para determinar los criterios de calidad empleados para identificar si las actividades han sido bien realizadas.
- Gerentes para determinar si los trabajadores/as están desempeñando el rol laboral correcto y de acuerdo a sus capacidades desarrolladas o por desarrollar.

Los resultados generados por el A.O.E serán:

- **Mapa ocupacional** por rol laboral para identificar las actividades realizadas.
- **Norma Técnica de Competencia Laboral** que determina criterios de desempeño y de evaluación, campo de aplicación.
- **Programa de desarrollo profesional** para lograr y evaluar el alcance de las competencias para desempeñar de forma optima el rol laboral asignado.
- **Diagrama de Flujo del Proceso Productivo** donde se integran las ocupaciones o roles laborales.
- **Certificación** de los conocimientos y habilidades de los trabajadores/as.

Todo se deberá plasmar en un programa de capacitación y entrenamiento que se llevara a cabo a través del Instituto Politécnico Centroamericano (IPC) en San Pedro Sula.

Crear los procedimientos que implican cada actividad de mantenimiento de los equipos y que vayan descritas en las órdenes de trabajo para que sirvan de guía a los técnicos en el momento de llevar a cabo las actividades de mantenimiento con el fin de garantizar un mejor servicio.

Se establecerán metas relacionadas con las tareas que realizan los técnicos en relación a los trabajos de mantenimiento, y que el logro de esas metas les permitan acceder a programas de incentivo que sumado a un bien estructurado sistema de contratación de técnicos de acuerdo al perfil de cada puesto, permitirá contratar técnicos con un mayor compromiso hacia sus responsabilidades de mantenimiento y por ende con eficientes resultados.

Para ese programa se propone la inclusión de los 12 técnicos y luego de eso que se continúen con capacitaciones de reforzamiento, estas capacitaciones son de suma importancia actualmente, ya que de los 12 técnicos con que se cuentan, 7 no son

egresados de institutos técnicos y eso permitirá nivelar la capacidad de ellos con el reto del grupo.

Tabla 13 Roles y Responsabilidades del Equipo de Implementación

Información principal y autorización de proyecto					
Fecha : 23/03/2015	Nombre del Proyecto: Propuesta de implementación de metodología de mantenimiento de maquinaria de Molienda de Molino Harinero Sula.				
Director del Proyecto:					
Patrocinador del Proyecto;					
Recursos	Gustavo Galeano	Alejandro Garay	Wilmer Hernández	Waldina Chacón	
Tareas	EDT				
Conformar equipo para implementación	R	P	P	P	
Capacitación sobre Metodología de Mantenimiento (Notificación de paro, reportes, indicadores etc.)		R	P	P	
Recopilar información historia de paros por maquinaria	P	P	R	P	
Establecer indicadores de medición	R	P	P	P	
Aplicación de Notificación de paro	P	P	R	P	
Mapeo de los equipo (ficha técnica de cada uno, años de fabricación, estado actual etc.)	R	P	P	P	
Recopilación de manuales de fabricante	R	P	P	P	
Elaborar matriz de criticidad del equipo	R	P	P	P	
Definición de equipo crítico	R	P	P	P	
Elaboración de Manual de lubricación , lista de verificación y frecuencia	P	R	P	P	
Elaboración de hojas de inspecciones rutinarias y con frecuencia	R	P	P	P	
Definición de repuestos críticos (máximo y mínimos) para tener en stock.	R	P	P	P	
Determinar las necesidades de Recursos	R	P	P	P	

humanos (estructura, entrenamiento, herramientas)				
Compra de herramientas para realizar técnicas de Mantenimiento Predictivo como ser: Cámara termográfica, analizador de vibraciones y espectro	R	P	P	P
Entrenamiento al personal técnico que realizara las inspecciones predictivas con las herramientas necesarias	R	P	P	P
Elaboración de Programa anual de capacitaciones y entrenamiento para los técnicos	P	P	P	R
Elaboración de Procedimientos de trabajo	R	P	P	P

P: participantes

R: Responsable

6.4.5 GESTIÓN DEL TIEMPO

6.4.5.1 DEFINICIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Definir las Actividades: Proceso de identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para generar los entregables del proyecto.(PMI, 2013, p. 141).

6.4.5.2 SECUENCIAR LAS ACTIVIDADES

Secuenciar las Actividades: Proceso de identificar y documentar las relaciones existentes entre las actividades del proyecto.(PMI, 2013, p. 141)

6.4.5.3 ESTIMAR LOS RECURSOS

Estimar los Recursos de las Actividades: Proceso de estimar el tipo y las cantidades de materiales, recursos humanos, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada una de las actividades.(PMI, 2013, p. 141)

6.4.5.4 ESTIMAR LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Estimar la Duración de las Actividades: Proceso de estimar la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados.(PMI, 2013, p. 141)

6.4.5.5 DESARROLLAR EL CRONOGRAMA

Desarrollar el Cronograma: Proceso de analizar secuencias de actividades, duraciones, requisitos de recursos y restricciones del cronograma para crear el modelo de programación del proyecto.(PMI, 2013, p. 141)

6.4.5.6 CONTROLAR EL CRONOGRAMA

Controlar el Cronograma: Proceso de monitorear el estado de las actividades del proyecto para actualizar el avance del mismo y gestionar los cambios a la línea base del cronograma a fin de cumplir con el plan.(PMI, 2013, p. 141).

El siguiente cronograma, refleja las actividades a realizarse para implementar la Gestión de Mantenimiento.

Tabla 14 Cronograma de actividades

Item	Tareas	Descripción	jun-15				jul-15				ago-15				sep-15			
			Se ma na 1	Se ma na 2	Se ma na 3	Se ma na 4	Se ma na 1	Se ma na 2	Se ma na 3	Se ma na 4	Se ma na 1	Se ma na 2	Se ma na 3	Se ma na 4	Se ma na 1	Se ma na 2	Se ma na 3	Se ma na 4
1	Conformar equipo para implementación	Determinar personal que participara como miembro activo del equipo	X															
2	Capacitación sobre Metodología de Mantenimiento (Notificación de paro, reportes, indicadores etc.)	Desarrollar entrenamiento en uso, aplicación de formato de notificación de paro, capacitaciones sobre los indicadores de mantenimiento		X														
3	Recopilar información historia de paros por maquinaria	Llevar control de paros por equipo a través de la notificación de paros			X													
4	Establecer indicadores de medición	Establecer indicadores como: Tiempo medio entre fallas (MTBF), Tiempo medio para reparar (MTTR). Ver anexo				X												
5	Aplicación de Notificación de paro	Formato de notificación de paro			X													
6	Mapeo de los equipo (ficha técnica de cada uno, años de fabricación, estado actual etc.)	Mapear todo el flujo del proceso con sus equipos				X												
7	Recopilación de manuales de fabricante	Mantener manuales de fabricantes de cada equipo	X															
8	Elaborar matriz de criticidad del equipo	Formato de matriz de criticidad por equipo					X											
9	Definición de equipo critico	De matriz de criticidad por equipo, determinar con el equipo del proyecto los equipos criticos						x										
10	Elaboración de Manual de lubricación , lista de chequeo y frecuencia	De acuerdo con manuales de los equipos , desarrollar manual de lubrición con lista de chequeo y frecuencia								X								
11	Elaboración de hojas de inspecciones rutinarias y con frecuencia	De acuerdo con los manuales de los equipo, desarrollar las hojas de inspecciones rutinarias sugeridas en los mismos, tambien deberá considerarse la experiencia del personal										X						
12	Definición de repuestos críticos (máximo y mínimos para tener en stock.	De acuerdo al tipo de repuesto, disponibilidad en el mercado y el impacto en el equipo determinar su criticidad.												X				
13	Determinar las necesidades de Recursos humanos (estructura, entrenamiento, herramientas)	Realizar una evaluación de las necesidades de recurso humano														X		
14	Compra de herramientas para realizar técnicas de Mantenimiento Predictivo como ser: Cámara termo grafica, analizador de vibraciones y espectro	Comprar herramientas															X	
15	Entrenamiento al personal técnico que realizara las inspecciones predictivas con las herramientas necesarias	Desarrollar entrenamiento en uso y aplicación de las herramientas para inspecciones predictivas														X		
16	Elaboración de Programa anual de capacitaciones y entrenamiento para los técnicos	Llevar a cabo un Analisis Ocupacional Empresarial a traves del Instituto Politécnico Centroamericano.														X		
17	Elaboración de Procedimientos de trabajo	Llevar a cabo un Analisis Ocupacional Empresarial a traves del Instituto Politécnico Centroamericano.							X									

Fuente: Propia

6.4.6 GESTIÓN DE COSTOS

6.4.6.1 ESTADO FINANCIERO

De acuerdo a la capacidad nominal del departamento de Molienda, considerando que el tiempo a mejorar en disponibilidad de los equipos ocasiona la pérdida de no producción se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 15 Cálculo del ingreso por mayor Disponibilidad de los equipos en un 0.5%

CAPACIDAD NOMINAL DE MOLIENDA (QQ/Hr.)	REDUCCION DE PAROS EN UN 0.5% (HORAS)	QQ PRODUCIDOS EN REDUCCION DE 0.5%	COSTO PROMEDIO POR QQ (Lps.)	VALOR DEL INGRESO POR REDUCCIÓN DE 0.5%
523.68	66.24	34,688.56	730.00	L. 25322,651.14

La tabla anterior señala como se obtiene el valor de cuál será el ingreso para la empresa por incrementar la disponibilidad de la maquinaria al reducir el porcentaje de fallas por mantenimiento en un 0.5%.

Tabla 16 Plan de Inversión

INVERSIÓN INICIAL REQUERIDA	
DESCRIPCION	MONTO (Lps.)
PROGRAMA DE CAPACITACION DE 12 TECNICOS	1318,805.69
CONTRATACION DE 2 SUPERVISORES DE MANTENIMIENTO	471,758.00
COMPRA DE CAMARA TERMOGRAFICA	109,250.00
COMPRA DE ANALIZADOR DE VIBRACIONES Y ESPECTRO	415,150.00
TOTAL DE LA INVERSIÓN DEL PROYECTO	L. 2314,963.69

La tabla anterior muestra cual es la cuantía y la forma en que se estructura el capital para la puesta en marcha del proyecto y la misma está enfocada en tres puntos que señalaron las entrevistas como recursos con mayor incidencia en la disponibilidad de la maquinaria para la producción y son las capacitaciones, la contratación de personal y las herramientas, donde éstas últimas son la base para la implementación de la metodología de gestión de mantenimiento predictivo.

Tabla 17 Plan de Inversión

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO

ESTADO DE RESULTADO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS											
AHORRO EN LA REDUCCION DE PAROS EN UN 0.5%		25496,459.10	28810,998.78	28810,998.78	28810,998.78	28810,998.78	28810,998.78	32556,428.62	32556,428.62	32556,428.62	32556,428.62
TOTAL DE INGRESOS		25496,459.10	28810,998.78	28810,998.78	28810,998.78	28810,998.78	28810,998.78	32556,428.62	32556,428.62	32556,428.62	32556,428.62
EGRESOS											
COSTO DE ENTRENAMIENTO DE LOS 12 TECNICOS		1318,805.69	104,880.00	110,124.00	115,630.20	121,411.71	127,482.29	133,856.40	140,549.22	147,576.68	154,955.51
COMPRA DE ANALIZADOR DE VIBRACIONES Y ESPECTRO		138,383.33	138,383.33	138,383.33							
COMPRA DE CAMARA TERMOGRAFICA		36,416.66	36,416.66	36,416.66							
COSTO POR CONTRATACION DE 2 SUPERVISORES DE MANTENIMIENTO		471,758.00	500,063.48	530,067.28	561,871.31	595,583.58	631,318.59	669,197.70	709,349.56	751,910.53	797,025.16
TOTAL DE EGRESOS		1965,363.68	779,743.47	814,991.27	677,501.51	716,995.29	758,800.88	803,054.10	849,898.78	751,910.53	951,980.67
UTILIDAD BRUTA		23531,095.42	28031,255.31	27996,007.51	28133,497.27	28094,003.49	28052,197.90	31753,374.52	31706,529.84	31804,518.09	31604,447.95
IMPUESTOS (30%)		7059,328.63	8409,376.59	8398,802.25	8440,049.18	8428,201.05	8415,659.37	9526,012.36	9511,958.95	9541,355.43	9481,334.39
UTILIDADES NETA		16471,766.79	19621,878.72	19597,205.26	19693,448.09	19665,802.44	19636,538.53	22227,362.16	22194,570.89	22263,162.66	22123,113.57
DEPRECIACION		527,043.24	527,043.24	527,043.24	527,043.24	527,043.24	527,043.24	527,043.24	527,043.24	527,043.24	527,043.24
VALOR RESIDUAL		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
INVERSION INICIAL	-1976,158.00										
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO	-1976,158.00	16998,810.03	20148,921.96	20124,248.50	20220,491.33	20192,845.68	20163,581.77	22754,405.40	22721,614.13	22790,205.90	22650,156.81
TASA CORPORATIVA	7%										
TIR	876.51%										
VPN	144477,189.83										

La tasa corporativa se obtiene de la siguiente asunción:

COSTO DE CAPITAL

Estructura de Capital

Deuda	0%
Acciones preferentes	0%
Acciones comunes	100%

Costos de los componentes de Capital

Componente	Costo
Deuda antes del impuesto	0%
Acciones preferentes	0%
Acciones comunes	7%

FORMULA

Promedio ponderado de Costo Capital por sus siglas en ingles: Weighted average cost of capital (WACC)

$$WACC : Wd \cdot Kd(1-T) + Wp \cdot Kp + Wa \cdot Ka$$

$$WACC : 0 \cdot 0(1-0) + 0 \cdot 0 + 1 \cdot 0.07$$

$$WACC : 0.07$$

El proyecto presenta indicadores financieros que permiten dar un criterio de que el mismo es conveniente llevarlo a cabo, ya que el VAN es positivo, de tal manera que el proyecto debe realizarse, además el TIR refleja un % mayor a la tasa de corte, lo cual confirma que el proyecto muestra una rentabilidad atractiva a su inversión.

LISTA DE REFERENCIAS

- Campbell. (2008). La verdad sobre el porqué su Programa de Mantenimiento Preventivo no funciona [URL].
- Días. (2014). La gestión de activos y la competitividad. *Enero del 2014*.
- Escobar, V., & Yañez. (2006). Confiabilidad :Historia, Estado del arte y desafíos futuros, 19.
- Espinosa. (s. f.). *Gestión del mantenimiento industrial*.
- García. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Díaz de Santos.
- García. (2009). Mantenimiento Correctivo,. *Renovatec*, 4, 28.
- Hernández, C., & Baptista. (2010). *Metodología de la investigación* (Quinta edición). Mc Graw Hill.
- Lefcovich. (2009). *TPM mantenimiento productivo total:un paso más hacia la excelencia empresarial*. El Cid Editor.
- Mantenimiento Industrial como proceso productivo. (2013).
- Marín, P., & Sancho, R. (2013). *Mantenimiento Mecánico de Máquinas*. España: Universitat Jaume L.Servei de Comunicació i Publicacions.
- Martínez. (2013). Métodos,técnicas e instrumentos de investigación.
- Navarro, P., & Mugaburu. (2009). *Gestión Integral del Mantenimiento*. Marcombo.
- Pérez. (1996). La modernización industrial en America Latina y la herencia de la Sustitución de Importaciones.
- Pérez, D., Quintero, V., & Martínez. (2012). Mantenimiento de clase mundial.

- Perk. (2009). *Manual del Ingeniero de Mantenimiento*.
- PMI. (2013). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos(GUÍA DEL PMBOK®)*. (5.ª ed.).
- Rivas. (2012). La población en metodología de la investigación.
- Sagástegui. (2013). Conferencia Latinoamericana de Gestión de Mantenimiento y Confiabilidad Operacional (GMC 2013).
- Tavares. (s. f.). *Administración Moderna de Mantenimiento*.
- Tratados Comerciales Internacionales. (s. f.). FIDE.
- Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo/Proposal of a maintenance management model and its main support tools. *Ingeniare : Revista Chilena de Ingeniería*, 21(1), 125-138.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Barajas. (2008). Finanzas para no financistas. 4 ta edición.
- (2) Berenson. (1996). Estadística básica para administracion. 6ta edición.
- (3) Campbell. (2008). La verdad sobre el porqué su Programa de Mantenimiento Preventivo no funciona [URL].
- (4) Devore. (2008). Probabilidad y Estadística para Ingeniería. Editorial Editec S.A de C.V. 7ma edición.
- (5) Días. (2014). La gestión de activos y la competitividad. Enero del 2014.
- (6) Escobar, V., & Yañez. (2006). Confiabilidad : Historia, Estado del arte y desafíos futuros, 19.
- (7) Espinosa. (s. f.). Gestión del mantenimiento industrial.
- (8) García. (2003). Organización y gestión integral de mantenimiento. Ediciones Díaz de Santos.
- (9) García. (2009). Mantenimiento Correctivo,. Renovatec, 4, 28.
- (10) Hernández, C., & Baptista. (2010). Metodología de la investigación (Quinta edición). Mc Graw Hill.
- (11) Lefcovich. (2009). TPM mantenimiento productivo total: un paso más hacia la excelencia empresarial. El Cid Editor.
- (12) Mantenimiento Industrial como proceso productivo. (2013).

- (13) Marín, P., & Sancho, R. (2013). Mantenimiento Mecánico de Máquinas. España: Universitat Jaume L. Servei de Comunicació i Publicacions.
- (14) Martínez. (2013). Métodos, técnicas e instrumentos de investigación.
- (15) Martín. (2011). Finanzas para todos. Universidad Pontificia Comillas. Editorial Empresarial
- (16) Navarro, P., & Mugaburu. (2009). Gestión Integral del Mantenimiento. Marcombo.
- (17) Pérez. (1996). La modernización industrial en América Latina y la herencia de la Sustitución de Importaciones.
- (18) Pérez, D., Quintero, V., & Martínez. (2012). Mantenimiento de clase mundial.
- (19) Perk. (2009). Manual del Ingeniero de Mantenimiento.
- (20) PMI. (2013). Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (GUÍA DEL PMBOK®). (5.a ed.).
- (21) Rivas. (2012). La población en metodología de la investigación.
- (22) Sagástegui. (2013). Conferencia Latinoamericana de Gestión de Mantenimiento y Confiabilidad Operacional (GMC 2013).
- (23) Soriano. Finanzas para no financieros. Fundación CONFEMETAL. 2da edición.
- (24) Tavares. (s. f.). Administración Moderna de Mantenimiento.
- (25) Tratados Comerciales Internacionales. (s. f.). FIDE.

- (26) Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo/Proposal of a maintenance management model and its main support tools. *Ingeniare : Revista Chilena de Ingenieria*, 21(1), 125-138.

ANEXOS

ANEXO 1 NOTIFICACIÓN DE FALLA

	Notificación de falla	
Fecha de la falla:		
Hora de la falla:		
Departamento/Área:		
Equipo:		
Cantidad de tiempo perdido:		
Descripción de tiempo perdido:		
Orden de Trabajo generada #		
Que fue lo que paso y como se solucionó el incidente:		
Que, Cuando, Donde, Quien, Con quién? como paso?		
Existen precedentes del incidente?		
Estadística de fallos/Ordenes de Trabajo; Requerimiento de Mantenimiento?.		
Criticidad de la falla		
Frecuencia		<ol style="list-style-type: none"> 1. entre 1-2 semanas 2. entre 1-3 meses 3. más de 6+ meses
Severidad		<ol style="list-style-type: none"> 1. > 15 min 2. 5 - 15 min 3. < 5 min
Análisis de causa raíz (5 Porque) Solo Mantenimiento		
Que elemento de maquina o elemento de sistema fallo?		

Porque?					
Porque?					
Porque?					
Porque?					
Porque?					
Causa Raíz(S)					
Tecnología y Estrategia de Mantenimiento: Liste el equipo de PdM que cubre este equipo fallada. Que tecnología de PdM recomendaría para evitar esta falla si es técnicamente factible?					
Plan de Acción para prevenir la falla	Orden de Mantenimiento #	Propietario / Origen	Prioridad* (1/2/3/4/5)	Fecha Limite de implementación	MOC requerido (Y/N)

ANEXO 2 FORMATO DE INDICADORES MENSUALES

REPORTE MENSUAL DE MANTENIMIENTO			
Planta :MOLINO HARINERO SULA			
Fecha :			
Director de Operaciones y Producción :			
Jefe de Mantenimiento :			
MANTENIMIENTO/ REPORTE DEL PROGRAMA MP9			
# Ordenes de Mantenimiento		#	Cantidad total de ordenes de Mantenimiento
% Ordenes de Mantenimiento Preventivo		%	# Ordenes Preventivas/ # Ordenes de Mantenimiento
% Ordenes de Mantenimiento Predictivo		%	# Ordenes Predictivas/ # Ordenes de Mantenimiento
% Ordenes de Mantenimiento Correctivo		%	# Ordenes Correctivas/ # Ordenes de Mantenimiento
Efectividad de Ejecucion del Programa		%	# Ordenes Cerradas(realizadas)/# Ordenes de Mantenimiento
Tiempo Total de Mantenimiento		Horas	Suma de Total de horas del Total de Ordenes de Mantenimiento
% Tiempo Total de Mantenimiento de Planta		%	Tiempo total de Mantenimiento/Tiempo Total para Producir
CONFIABILIDAD			
TIEMPO PERDIDO		Min	Cantidad de minutos perdidos en planta por fallas funcionales
DISPONIBILIDAD		%	$(\text{Tiempo Total Producir} - \text{Tiempo Perdido})/\text{Tiempo Total Producir}$
MTBF		Min	$(\text{Tiempo Total Producir} - \text{Tiempo Perdido})/\# \text{ Fallas}$
MTTR		Min	Tiempo Perdido / # Fallas

Fuente: Propia

ANEXO 3 ENTREVISTAS

ENTREVISTA 1

MOLINO HARINERO SULA

ENCUESTA ESTANDARIZADA (DEPARTAMENTO DE MOLIENDA)

Nombre: _____ Fecha: _____

Molino: _____

1.- ¿De los siguientes aspectos, indique 2 de ellos que usted considere que influye más en las fallas de los equipos?

- Formación técnica.
- Incentivos salariales para los técnicos.
- Tiempo disponible de la maquinaria para el mantenimiento.
- Herramientas adecuadas.
- Cantidad de Personal.
- Compromiso hacia el trabajo.

2.- ¿Estima que una semana es el tiempo suficiente para dar un mantenimiento adecuado a los equipos de cada molino con el propósito de disminuir las fallas?

SI

NO

Justifique su respuesta

3.- ¿Considera usted que en los días domingos se deben realizar tareas de mantenimiento?

SI

NO

Justifique su respuesta

4.- Cuenta el departamento de mantenimiento con alguno (s) de los siguientes programas de mantenimiento...márquelo(s) :

- Correctivo (al fallar el equipo se repara)
- Preventivo (se repara el equipo antes que falle)
- Predictivo (se repara el equipo antes de que falle pero de manera más precisa por medio de técnicas como análisis de vibraciones, análisis de aceite, termómetros infrarrojo, etc.)
- TPM (filosofía japonesa del mantenimiento)
- Utilización de Software (herramienta para llevar control de actividades programadas)

5.- ¿Cuál considera que debe ser la formación técnica del personal de mantenimiento?

- Graduado de una escuela técnica
- Aprendizaje empírico
- Cualquiera de las dos

6.- ¿Cómo califica usted el desempeño que actualmente ofrece el departamento de mantenimiento para disminuir las fallas en los equipos de los molinos?

- Malo
- Regular
- Buena
- Muy buena
- Excelente

7.- ¿Con que frecuencia se presentan las fallas en los molinos?

- Diaria.
- Semanal
- Quincenal.
- Mensual

ENTREVISTA 2

MOLINO HARINERO SULA

FORMATO DE ENTREVISTA SOBRE EL ACTUAL MANEJO DEL MANTENIMIENTO EN EL DEPARTAMENTO DE MOLIENDA DEL MOLINO HARINERO SULA

NOMBRE:

CARGO:

FECHA:

1.-Cuantos años tiene de laborar en el departamento de mantenimiento

1 – 5 años

5 – 10 años

10 – 15 años

15 – 20 años

20 - más años

2.-Considera que el nivel de respuesta del departamento de mantenimiento mecánico es adecuado al momento que se reporta la falla.

Muy pobre

Pobre

Deficiente

Buena

Muy buena

Excelente

3.-Que se necesita para mejorar el nivel de respuesta técnica

Herramientas

Capacitaciones

Tiempo

4.-Con qué frecuencia se ejecutan trabajos de mantenimiento a los equipos del departamento de Molienda.

DIARIO

SEMANAL

MENSUAL

TRIMESTRAL

NINGUNO

NO HAY FRECUENCIA

5.-Considera Ud. que el nivel de mantenimiento realizado al equipo es el adecuado.

SI

NO

8.- QUE TIPO DE MANTENIMIENTO LLEVA ACABO EN SUS ACTIVIDADES.

- A. CORRECTIVO (reparar la falla una vez que se haya producido)
- B. PREVENTIVO (el objetivo es evitar la falla)
- C. PREDICTIVO (su objetivo es evitar la falla en el momento preciso)
- D. TPM (filosofía japonesa del mantenimiento)
- E. NINGUNO

8.-Lleva REGISTRO de las reparaciones realizadas a los equipo

SI

NO

ANEXO 4 ANÁLISIS DE CRITICIDAD PARA LA MAQUINARIA

Análisis de la criticidad de los equipamientos

Ingresar la ponderación para cada criterio del factor de criticidad del equipamiento (la suma debe ser igual a 100)

Factor de velocidad de manifestación de la falla	25	
Factor de seguridad del personal y ambiente	25	
Factor de costos de la parada de producción	25	
Factor de costos de reparación	25	suma = 100

Proceso de diagnóstico

Introducir el valor 1 para cada factor en la celda verde que mejor describa la situación en caso de que la falla suceda

Factores Equipamientos	Factor de velocidad de manifestación de la falla			Factor de seguridad del personal y ambiente					Factor de costos de la parada de producción			Factor de costos de reparación		
	Periodo P-F			Descripción					Criterio			Clasificación de acuerdo a Pareto		
	Muy corto, no da tiempo para detener la máquina	Corto, es posible detener la máquina	Suficiente, es posible programar la intervención	Sin consecuencias	Efecto temporal sobre personas, no afecta el ambiente	Efecto temporal sobre las personas y ambiente	Efecto irreversible sobre las personas	Efecto irreversible sobre las personas y ambiente	No implica demora en la entrega	Implica demora de corto tiempo en la entrega	Implica demora y pérdida de clientes	Clasificación A	Clasificación B	Clasificación C
máquina 1	1							1			1			
máquina 2		1			1				1			1		
máquina 3		1			1					1		1		
máquina 4			1			1					1	1		
máquina 5		1				1					1	1		
máquina 6		1					1				1		1	
máquina 7	1						1				1		1	
máquina 8	1							1			1		1	
máquina 9		1					1				1		1	
máquina 10			1			1					1		1	
máquina 11		1			1						1		1	
máquina 12		1			1						1		1	
máquina 13			1	1						1		1		

Informe para el análisis de la criticidad de los equipamientos

Criticidad de los equipamientos:

Equipamiento	Valor	Criticidad
máquina 1	100.0	CRITICO
máquina 2	45.0	No crítico
máquina 3	60.0	Semi-crítico
máquina 4	70.0	Semi-crítico
máquina 5	77.5	Semi-crítico
máquina 6	70.0	Semi-crítico
máquina 7	82.5	Semi-crítico
máquina 8	77.5	Semi-crítico
máquina 9	60.0	Semi-crítico
máquina 10	57.5	Semi-crítico
máquina 11	57.5	Semi-crítico
máquina 12	70.0	Semi-crítico
máquina 13	45.0	No crítico

ANÁLISIS DE CRITICIDAD POR EQUIPO										
ITEM	EQUIPO			CONSECUENCIA					CRITERIO DE CRITICIDAD	CRITICIDAD F X C
				1	2	3	4	5		
1		FRECUENCIA DE FALLA	5							
			4							
			3							
			2							
			1							

FALLA SI NO SE TIENEN REGISTROS , SE PUEDEN UTILIZAR DATOS GENÉRICOS

POR EJEMPLO :

- 5 ES PROBABLE QUE OCURRA VARIAS FALLAS EN UN AÑO
- 4 ES PROBABLE QUE OCURRA VARIAS FALLAS EN DIEZ AÑO

CONSECUENCIAS: SE DEBEN CONSIDERAR

- 5 DAÑOS AL PERSONAL
- 4 DAÑOS A LAS INSTALACIONES
- 3 IMPACTO EN LA PRODUCCIÓN
- 2 IMPACTO AL AMBIENTE
- 1 IMPACTO A LA POBLACIÓN

DETERMINACIÓN DE LA CRITICIDAD

- CRITICIDAD ALTA 50 <= CRITICIDAD <= 125
- CRITICIDAD MEDIA 30 <= CRITICIDAD <= 49
- CRITICIDAD ALTA 5 <= CRITICIDAD <= 29

(Perk, 2009, p. 26)