

**PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA FORMADORA EMPRESA
LADRILLERA (CASO ESTUDIO REPUESTOS DE DESGASTE)**

JEIDER CAMARGO MARTINEZ

ANDRES FELIPE VALENCIA SARMIENTO

UNIVERSIDAD ECCI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO

BOGOTÁ, D.C.

2018

**PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA FORMADORA EMPRESA
LADRILLERA (CASO ESTUDIO REPUESTOS DE DESGASTE)**

JEIDER CAMARGO MARTINEZ

ANDRES FELIPE VALENCIA SARMIENTO

**TRABAJO PRESENTADO COMO OPCIÓN DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

ASESOR: ING. ESPECIALISTA MIGUEL ÁNGEL URIÁN TINOCO

UNIVERSIDAD ECCI

DIRECCION DE POSGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO

BOGOTÁ, D.C.

2018

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer antes que nada a Dios por cada uno de los días en los cuales nos permite vivir y así realizar actividades como estudiar y esforzarnos, impulsándonos a conseguir este objetivo que con mucha dedicación, así mismo queremos agradecer a la institución y a las personas que la conforman ya que nos formó como ingenieros y especialistas, brindándonos enseñanzas las cuales lograron prepararnos para ser mejores personas y profesionales, ayudándonos a afrontar nuestra vida cotidiana y laboral. También es importante agradecer a cada uno de nuestros familiares los cuales siempre mostraron su apoyo incondicional en cada momento a pesar del agotamiento físico y mental que genere cada paso para alcanzar este logro.

Por último queremos agradecer el esfuerzo y dedicación de nuestro tutor de proyecto el docente Ing. Especialista Miguel Ángel Urián Tinoco, quien nos brindó todo su conocimiento y experiencia en el campo, acompañándonos hasta el último momento de la elaboración del presente documento, dándonos herramientas que fueron fundamentales para lograr y alcanzar cada uno de los objetivos y metas de este trabajo.

HOJA DE ACEPTACIÓN

Firma del Presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

TABLA DE ILUSTRACIONES

Tabla 1– Análisis DOFA (Autores, 201	
Ilustración 1 – Clasificación Fenómenos de Desgaste (mexico, 2015).....	14
Ilustración 2– Identificación de maquina (Autores, 2018).....	31
Ilustración 3 - Características Técnicas de la Maquina (Autores, 2018).....	31
Ilustración 4– Componentes de la Maquina (Autores, 2018).....	32
Ilustración 5– Tipos de investigación (tesis e investigaciones, 2015).....	37
Ilustración 7 - Manual Fabricante Formadora ladrillo (Autores, 2018)	43
Ilustración 8 – Índice grupo de repuestos manual formadora morando	45
Ilustración 9 - Zonas Formadora de Ladrillo (Autores, 2018)	47
Ilustración 10 – Repuestos críticos E.D. Formadora de ladrillo (Autores, 2018)	48
Ilustración 12 - Proyecto MPv ED – Ton Proyec. 2018. (Autores, 2018)	50
Luego documentamos las transacciones de inventarios que han tenido cada uno de los 14 repuestos clasificados como elementos mecánicos de desgaste (Ilustración 13), basados en históricos de almacén de inventarios con el fin de saber la cantidad de elementos solicitados por el área de mantenimiento de acuerdo a su código y descripción, al igual que los costos de cada repuesto, fechas de salida de almacén con el fin de realizar trazabilidad y definir una variable de control para cada elemento (Anexo B. Proyecto MPv ED – Transacciones Inv.).....	50
Ilustración 14 - Proyecto MPv ED – Artículos Planta de Producción. (Autores, 2018)	51
Ilustración 15 - Proyecto MPv ED – Inv. Almacén. (Autores, 2018)	52
Ilustración 17 - Proyecto MPv ED – E.D. PLANTA 1. (Autores, 2018)	54
Ilustración 18 - Proyecto MPv ED – E.D. PLANTA 1. (Autores, 2018).....	54
Ilustración 19- Proyecto MPv ED – E.D. PLANTA 1. (Autores, 2018).....	55
Ilustración 20- Proyecto MPv ED – E.D. PLANTA 1. (Autores, 2018).....	55
Ilustración 21 - Proyecto MPv ED – E.D. PLANTA 1. (Autores, 2018).....	56
Ilustración 25– % Distribución tipo de parada Formadora de Ladrillo Histórico 2016/17/18. (Autores, 2018)	60
8)	39
Tabla 2 - Información de los de cada elemento de desgaste de la formadora (Autores, 2018).....	49
Tabla 3 – Descripción de cada ítem del archivo para calculo general de Elementos de desgaste de formadora de ladrillo. (Autores, 2018).....	53
Tabla 4 - COSTOS MPv ED (Hoja Base ABC Paradas). (Autores, 2018).....	57
Tabla 5 – Tiempos de fallas presentados en la formadora histórico 2016/17/18 (Costos MPv.- Hoja COSTOS CORREC. VS PROGRA). (Autores, 2018).....	58
Tabla 6 – Tipos de parada elementos de desgaste formadora de ladrillo. (Autores, 2018).....	59
Tabla 7 – Costo y peso unidad de ladrillo histórico 2016/7/8 (Costos MPv.- Hoja COSTOS CORREC. VS PROGRA). (Autores, 2018).....	61
Tabla 8 – Consolidado de toneladas de arcilla y unidades de ladrillo por año (Costos MPv.- Hoja COSTOS CORREC. VS PROGRA). (Autores, 2018).....	62
Tabla 9 – costo por unidades de ladrillo no producido (Costos MPv.- Hoja COSTOS CORREC. VS PROGRA). (Autores, 2018).....	62

Tabla 10 – Tiempos de mantenimiento y paradas no programada de junio a diciembre del 2018 (Costos MPv.- Hoja COSTOS CORREC. VS PROGRA). (Autores, 2018).....	63
Tabla 11– Acumulado de minutos por ejecución de mantenimiento de cambio de repuestos de desgaste y tiempos por paradas no programadas en Formadora de ladrillo (Costos MPv.- Hoja COSTOS CORREC. VS PROGRA). (Autores, 2018).....	63
Tabla 12– Costo estimado de ahorro por implementación de proyecto en la compañía (Costos MPv.- Hoja COSTOS CORREC. VS PROGRA). (Autores, 2018)	64
Tabla 13 – Tabla ejecución del proyecto (Costos MPv.- Hoja ROI -VNA-TIR). (Autores, 2018) ..	65
Tabla 14 – Propuesta implementación de proyecto 1 (Costos MPv.- Hoja ROI -VNA-TIR). (Autores, 2018)	66
Tabla 15– Propuesta implementación de proyecto 2 (Costos MPv.- Hoja ROI -VNA-TIR). (Autores, 2018)	67
Tabla 16 – Propuesta implementación de proyecto 3 (Costos MPv.- Hoja ROI -VNA-TIR). (Autores, 2018)	68
Tabla 17 – Propuesta implementación de proyecto 4 (Costos MPv.- Hoja ROI -VNA-TIR). (Autores, 2018)	69
Tabla 18 – Valor total por recurso de proyecto (Autores, 2018).....	70
Tabla 19 – Valor total por recurso de proyecto (Autores, 2018).....	70
Tabla 20– Valor total por recurso de proyecto (Autores, 2018).....	72
Tabla 21 – Valor total por recurso de proyecto (Autores, 2018).....	73
Tabla 22 – Valor total por recurso de proyecto (Autores, 2018).....	74

TABLA DE CONTENIDO

1.	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	13
2.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
2.1	Descripción del Problema	13
2.2	Planteamiento del Problema	15
2.3	Sistematización del Problema	15
3.	OBJETIVOS	15
3.1	Objetivo General	15
3.2	Objetivos Específicos	16
4.	JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN	16
4.1	Justificación	16
4.2	Delimitación	17
4.2.1	Delimitación de Espacio	17
4.2.2	Delimitación de Tiempo	17
4.3	Limitaciones	17
4.3.1	Limitación de Tiempo	17
4.3.2	Limitación Normativa	18
5.	MARCO CONCEPTUAL	18
5.1	Estado del Arte	18
5.1.1	Estado del Arte Local	18
5.1.2	Estado del Arte Nacional	20
5.1.3	Estado del Arte Internacional	21
5.2	Marco Teórico	23
5.2.1	Gestión de Mantenimiento	24
5.2.1.1	¿Qué es el Mantenimiento?	24
5.2.1.2	Historia y evolución del Mantenimiento	24
5.2.1.2.1	Diferencia de los tipos de mantenimiento	25
5.2.1.2.2	Importancia del Mantenimiento Preventivo Industrial	26
5.2.2	Gestión de Almacén (Inventarios-Repuestos)	27
5.2.2.1	Control de Inventarios	27
5.2.2.1.1	¿Cuál es el impacto en los almacenes de repuestos?	28

5.2.3	Proceso de Extrusión	28
5.2.3.1	Historia de las máquinas de extrusión	28
5.2.3.2	Desarrollo	28
5.2.3.3	El moldeo y el corte	29
5.2.3.4	El moldeo por extrusión	29
5.2.3.5	Descripción del equipo Formadora de ladrillo	29
5.2.3.5.1	Descripción Técnica	29
6.	MARCO METODOLÓGICO	36
6.1	Recolección de la información	36
6.1.1	Tipo de Investigación	36
6.1.2	Fuentes de obtención de la información	37
6.1.2.1	Fuentes Primarias	37
6.1.2.2	Fuentes Secundarias	38
6.1.3	Herramientas	38
6.1.4	Clasificación de elementos de desgaste equipo formadora	45
6.1.5	Gestión de cambio de los repuestos de desgaste.	49
6.1.6	Estudio costos de mantenimiento de acuerdo al cambio oportuno de repuestos mecánicos de desgaste en el equipo.	57
7.	RESULTADOS	64
8.	ANÁLISIS FINANCIERO	65
8.1	Análisis Inversión implementación de proyecto en empresa ladrillera	65
8.2	Análisis financiero ROI, VNA Y TIR	71
8.2.1	Calculo retorno de la inversión (ROI)	71
8.2.2	Calculo valor actual neto (VNA)	72
8.2.3	Tasa Interna de Retorno (TIR)	73
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
9.1	Conclusiones	74
9.2	Recomendaciones	75
10.	BIBLIOGRAFÍA	76

INTRODUCCIÓN

El presente documento se enfoca en dar una propuesta a la gestión de un mantenimiento preventivo basado en el control y cambio oportuno de repuestos de desgaste para una maquina formadora de ladrillo, con la finalidad de ejecutar de manera oportuna revisiones y cambio de los mismos y hacer de estos un uso eficaz, evitando pérdidas de producción o sobrecostos por paradas no programadas.

Para toda empresa del sector industrial es importante definir un área encargada del mantenimiento de los activos ya que es necesario seguir correctamente planes, programaciones y/o actividades para aumentar la vida útil del mismo y así gestionar adecuadamente los componentes de desgaste críticos que la componen, reduciendo costos anuales de reparación y sobrecostos en la adquisición de repuestos (urgencias). El mantenimiento preventivo surge con el fin de anticipar daños y averías en el equipo que afecten la disponibilidad de la maquinaria en la compañía. Para la propuesta de mantenimiento se tendrá una lista de repuestos y es importante obtener la mayor información acerca del equipo, información que será recolectada por los autores del proyecto acompañados por personal del área de mantenimiento de la empresa a la cual se realizara dicho estudio (ingenieros, planeadores, técnicos, operarios, etc.) y se verificaran manuales de fabricante, historial de mantenimientos ejecutado en la base de datos que actualmente maneja la compañía.

Como herramientas para la presente propuesta se tendrán en cuenta metodologías aplicadas al mantenimiento como lo son: metodología de inventarios, planes de mantenimiento y gestión de repuestos. Dichas metodologías permitirán un mayor enfoque en la propuesta, para así poder identificar cada una de las falencias que se presentan en el mantenimiento preventivo actual del equipo.

Los procesos de fabricación para una empresa manufacturera deben de ser eficaces y eficientes, por lo que es de gran importancia alcanzar los objetivos planteados en el periodo de tiempo

establecido, garantizando el éxito del mantenimiento preventivo basado en el cambio oportuno de repuestos de desgaste.

RESUMEN

La propuesta de este plan de mantenimiento preventivo se basó en la caracterización de los repuestos de desgaste del equipo formadora de ladrillo utilizada en la industria manufacturera para el sector de la construcción, evidenciando que actualmente las rutinas de mantenimiento ejecutadas al equipo son muy superficiales y no se enfocan en el control y cambio oportuno de los repuestos de desgaste de la máquina.

Se plantea una mejora en la gestión del mantenimiento en la empresa manufacturera ladrillera a partir de la implementación del mantenimiento preventivo basado en el cambio de repuestos de desgaste para la formadora de ladrillo, con la finalidad de lograr un mejor desempeño en el equipo y mejorar su confiabilidad, recopilando una información clara y precisa de los repuestos de desgaste garantizando la disponibilidad efectiva en los inventarios del almacén. Dicho documento estuvo enmarcado en el tipo de investigación caso de estudio, fundamentada en una vía metodológica en una unidad específica la cual es la formadora de ladrillo, para ello se emplearon una serie de herramientas de recolección de información las cuales son fuentes documentales, la visita en campo, entrevistas y manuales de fabricante.

Obteniendo la información necesaria, se define un plan de mantenimiento preventivo enfocado en repuestos de desgaste queriendo de esta manera mejorar la disponibilidad del equipo y garantizar una producción continua en la línea. Se discriminaron los repuestos de acuerdo a la rotación y relevancia en el equipo, permitiendo así identificar los tiempos (fechas) oportunos de cambio y establecer una rutina de cambio efectivo que prolongue la vida útil del equipo y garantice su óptimo funcionamiento, permitiendo así jerarquizar al departamento de mantenimiento los repuestos con mayor frecuencia de fallo y planificar las inversiones proyectando los cambios de los repuestos.

Palabras claves

Mantenimiento preventivo (MPv), repuesto críticos, disponibilidad, formadora de ladrillo, extrusión, gestión de inventarios, confiabilidad, vida útil, programa de mantenimiento, stocks, activos.

ABSTRACT

The proposal for this preventive maintenance plan was based on the characterization of the wear parts in a brick-forming unit used in the manufacturing industry for the construction sector; evidencing that the current maintenance routines carried out in the equipment are very superficial and they do not focus on the aforementioned parts.

An improvement is proposed in the maintenance management of manufacturing companies based on the implementation of preventive maintenance based on wear parts for a brick-forming unit, in order to achieve a better performance in the equipment and improve its reliability, compiling clear and precise information of the wear parts; guaranteeing an effective availability in the warehouse inventory. This document was framed in the case study type of research, based on a methodological approach focusing on a specific brick training unit, for which a series of information gathering tools were employed which came from documentary sources such as a field visit, interviews and manufacturer manuals.

Obtaining the necessary information, a preventive maintenance plan focused on wear parts is defined. Thus wanting to improve equipment availability and guarantee a continuous production line. The spare parts will be discriminated according to the rotation and relevance in the equipment. Thus allowing to identify the change times (dates) and establish an effective change routine that extend the useful life of the equipment and guarantees optimal operation, which allows the maintenance department to prioritize the spare parts with greater failure frequency and plan the investments in spare parts.

Keywords

Preventive Maintenance, spare parts, availability, brick forming machine, extrusión, inventory management, reliability, useful life, maintenance program, stocks, assets.

1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

Propuesta de mantenimiento preventivo para formadora empresa ladrillera (caso estudio repuesto de desgaste)

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Descripción del Problema

Cuando se habla de mantenimiento preventivo en maquinaria de pequeñas, medianas o grandes empresas de manufactura, uno de los aspectos más relevantes es la gestión del cambio de repuestos que presentan degradación o desgaste dependiendo del ciclo y de la vida útil del elemento, si esta gestión no es la adecuada o no se controla de manera periódica puede generar paradas en los equipos, ocasionando pérdidas en la productividad de las empresas, lo cual conlleva a sobrecostos de mantenimiento (horas extras de personal de mantenimiento, horas hombre subcontractadas, sobrecostos de proveedores ya que el repuesto debe llegar a planta de manera urgente), o en el peor de los casos, la gravedad de la falla podría aumentar debido una cadena daños (daño parcial o total del equipo), sin contar con la mala imagen que puede generar para la empresa incumplir en las entregas del producto, representando posibles sanciones, multas, reducción de pagos y retiro parcial y/o total de sus clientes.

Las empresas dedicadas a la fabricación de materiales de construcción presentan un gran inconveniente en sus equipos debido a la alta hostilidad del medio ambiente, la alta abrasividad de la materia prima y en algunos casos la falta de control de cambio de los repuestos, reflejando condiciones que generan un mayor desgaste en las piezas lo cual conlleva a una baja disponibilidad y un sobrecosto por los mantenimiento correctivos frecuentes.

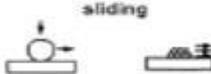
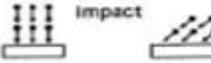
System structure	Tribological Action (symbols)	Type of wear	Effective mechanisms (individually or combined)			
			Adhesion	Abrasion	Surface fatigue	Tribo-chemical reactions
Solid Interfacial medium (full fluid film separation) -solid	Sliding Rolling 	—			x	x
Solid -Solid (with solid friction, boundary, lubrication, mixed lubrication)	sliding 	Sliding wear	x	x	x	x
	rolling 	Rolling wear	x	x	x	x
	impact 	Impact wear	x	x	x	x
	oscillation 	Fretting wear	x	x	x	x
Solid -Solid and particles	sliding 	Sliding abrasion		x		
	sliding 	Sliding abrasion (three body abrasion)		x		
	rolling 	Rolling abrasion (three body abrasion)		x		
Solid -fluid with particles	flow 	Particle erosion (erosion wear)		x	x	x
Solid -Gas with particles	flow 	Fluid erosion (erosion wear)		x	x	x
	Impact 	Impact wear particle		x	x	x
Solid - fluid	flow oscillation 	Material, cavitation, cavitation erosion			x	x
	impact 	Drop erosion			x	x

Ilustración 1 – Clasificación Fenómenos de Desgaste (mexico, 2015)

Es importante que cada empresa conozca en detalle los equipos que conforman su planta de producción, definiendo repuestos de desgaste y la manera de realizar gestión sobre los mismos con el fin de lograr cambios oportunos, evitando fallas y generando alta disponibilidad de producción, lo

cual es un factor primordial para ofrecer un servicio de calidad a los clientes internos y externos de la compañía.

2.2 Planteamiento del Problema

¿Cuál es la estrategia adecuada para realizar una mejora en la gestión de mantenimiento en empresas manufactureras a partir de la aplicación de MPv en repuestos de desgaste?

2.3 Sistematización del Problema

Para Realizar el cambio de manera eficaz y eficiente de los repuestos de desgaste del equipo formadora de ladrillo, primero se debe tener en cuenta la metodología del mantenimiento preventivo y procedimientos que en la actualidad se presentan en la compañía. Por lo antes mencionado debemos cuestionarnos las siguientes preguntas:

- ¿Cómo determinar los repuestos de desgaste del equipo formadora de una ladrillera, para el cambio efectivo en el mantenimiento preventivo?
- ¿Cuáles son las variables a tener en cuenta para determinar el cambio oportuno de repuestos de desgaste en los mantenimientos preventivos ejecutados en la formadora de la empresa ladrillera?
- ¿Qué beneficios económicos se reflejarán al realizar la gestión en el cambio de repuestos de desgaste en la formadora de la empresa ladrillera?

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Generar una propuesta de mantenimiento preventivo para el cambio de repuestos de desgaste basado en metodologías de inventarios, gestión y planes de mantenimiento, utilizando como caso estudio una formadora utilizada para la extrusión de ladrillo.

3.2 Objetivos Específicos

- Verificar los repuestos que actualmente tiene el equipo para así discriminar los repuestos mecánicos de desgaste determinando la cantidad necesaria de cambio, tipo, zona o área de la maquina a la que pertenece.
- Identificar las estrategias adecuadas para la gestión en el cambio de los repuestos mecánicos de desgaste, mediante variables de control, ciclos, tiempos de entrega (lead time), tipo de repuesto y fechas oportunas de solicitud al área comercial para gestionar con proveedores la fabricación y/o adquisición de repuestos (si no se encuentran en inventario de la compañía), dando control a la ejecución del mantenimiento preventivo en la formadora de ladrillo.
- Realizar estudio de los costos de mantenimiento relacionados al cambio oportuno de repuestos mecánicos de desgaste en el equipo (pérdidas por paradas no programadas), con el fin de demostrar los beneficios de ahorro que conlleva el control de los elementos de desgaste en el equipo formadora de ladrillo.

4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN

4.1 Justificación

La falta de gestión en el cambio de repuestos de desgaste en equipos de producción a razón de su vida útil y/o factores como el contexto operacional de la compañía, generan una problemática en las piezas de las maquinas que impacta negativamente en la calidad de los productos finales, dando como resultado sobrecostos de mantenimiento, tiempos de paradas excesivos y la posible pérdida parcial o total por daños irreparables en el equipo.

Por tal motivo se elabora una propuesta de mejora en el plan de mantenimiento preventivo enfocado en el cambio de repuestos de desgaste como caso estudio para una formadora utilizada en la extrusión de ladrillo, con la idea de mejorar el control de cambios oportunos de los y así concebir

las buenas prácticas del área, cumpliendo los objetivos para reducir tiempos de fallas, costos de mantenimiento y aumentar de manera sustancial la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de la compañía.

Debemos tener en cuenta la importancia de conocer a fondo todo sobre el equipo, empezando por detallar los repuestos asignados, cantidad necesaria de cambio y con qué frecuencia deberá hacerse, supliendo las necesidades de los mantenimientos a ejecutar.

La propuesta tiene como fin garantizar el control adecuado de elementos de desgaste mecánicos del equipo formadora de ladrillo generando así alta calidad en los productos, mayor disponibilidad y confiabilidad y por último la optimización en los costos de mantenimiento.

4.2 Delimitación

4.2.1 Delimitación de Espacio

El presente proyecto es dedicado al estudio del mantenimiento preventivo de una formadora de ladrillo ubicada en el departamento de Cundinamarca, así mismo, se especifica y se aclara que el trabajo se realizara en la ciudad de Bogotá D.C.

4.2.2 Delimitación de Tiempo

Para la elaboración de la propuesta de mantenimiento preventivo se cuenta con el estimado de 4 meses, esto con el fin de generar mejoras en el control de los repuestos de desgaste de la formadora de ladrillo, buscando que el equipo tenga una mayor disponibilidad y confiabilidad en la empresa en donde actualmente se encuentra.

4.3 Limitaciones

4.3.1 Limitación de Tiempo

El proyecto solo cuenta con 4 meses para su elaboración y entrega final.

4.3.2 Limitación Normativa

La empresa en la que actualmente se encuentra el equipo formadora de ladrillo no permite que se mencione su nombre, por lo cual debemos tener presente que no dar a conocer la ubicación espacial exacta y razón social de la compañía, por procesos legales según normatividad Colombiana.

5. MARCO CONCEPTUAL

5.1 Estado del Arte

5.1.1 Estado del Arte Local

- Bogotá (2011). COLOMBIA. Proyecto llamado “Diseño de la logística interna de materiales para mejorar la eficiencia de los procesos del sistema de producción de campanas extractoras en la empresa Challenger” Este proyecto se basa en estudios para la mejora del proceso de las líneas de producción de la empresa Challenger, con el fin de evitar el desorden en cuanto al almacenamiento y transporte interno de material, lo cual, genera pérdidas de tiempos, desperdicios, averías de producto en proceso y producto terminado (Nelson Albeiro Pineda Moreno, 2011).

Esta propuesta puede ser utilizada en el proyecto “propuesta de mantenimiento preventivo para formadora empresa ladrillera”, para la organización y análisis de la información de los procesos a mejorar en el plan de mantenimiento preventivo.

- Bogotá (2012). COLOMBIA. Artículo llamado “Diseño del departamento de mantenimiento para la empresa MAB” Este trabajo se basa en garantizar la mantenibilidad de los equipos de la organización, generando menos perdidas por las fallas en cada uno de los brazos articulados y mejorando la prestación del servicio (Tapias, 2012).

Esta propuesta puede ser utilizada en el proyecto para tener claridad de los tipos de fallas del equipo, enfocado a la mejora en el plan de mantenimiento preventivo que actualmente tiene el equipo formadora de ladrillo.

- Bogotá (2018). COLOMBIA. Proyecto llamado “Propuesta para la implementación de mantenimiento autónomo en la planta de producción de Pelikan Colombia S.A.S.” El proyecto propone la mejora del proceso a través de la implementación del mantenimiento autónomo, con el cual se espera aumentar progresivamente capacidad y cubrimiento del área de mantenimiento. (Cesar Augusto Albarracin Lara, 2018).

Esta propuesta puede ser utilizada en el proyecto para dar análisis a los procedimientos de ejecución establecidos para el mantenimiento, con el fin de dar mejora al proceso que actualmente se tienen para el equipo la formadora de ladrillo.

- Bogotá (2018). COLOMBIA. Proyecto llamado “Propuesta para la reestructuración de la gestión de mantenimiento del grupo SDV – Colombia” El proyecto propone implementar un sistema de gestión de mantenimiento para el Grupo SDV Colombia, que aumente de manera sustancial a la disponibilidad de los equipos de la planta de producción, reduciendo sustancialmente los costos del área de mantenimiento. (Edwin Yecid González Gómez, 2018).

Esta propuesta puede ser usada para analizar la estructura de mantenimiento de la compañía y dar una propuesta de mejora al sistema de gestión del área aumentando la disponibilidad del equipo formadora de ladrillo.

- Bogotá (2011). COLOMBIA. Proyecto llamado “Investigación de estándares para las labores de mantenimiento” Este proyecto se propone garantizar la confiabilidad de los activos que se encuentran allí, para operar bajo las velocidades que se requieren dadas por su fabricante, reduciendo costos por mantenimiento correctivo y prolongando la vida útil de los equipos. (Welmar Gerraen Gutiérrez Rodríguez, 2011).

Esta propuesta puede ser tomada en cuenta para la estandarización de las tareas preventivas a ejecutar por el área de mantenimiento de la compañía en donde se ubica el equipo formadora de ladrillo.

5.1.2 Estado del Arte Nacional

- Santander (2007). COLOMBIA. Artículo llamado “Gestión Integral de Mantenimiento Basada en Confiabilidad” Este trabajo se basa en optimizar de manera integral el mantenimiento dando un enfoque global, basado en la confiabilidad operacional. Para gestionar el mantenimiento el proyecto se enfoca en las áreas de desarrollo de personal definiendo estrategias de gestión de activos y mejoras en los procesos de información con el fin de enfrentar de forma eficiente los retos que se presenten en las compañías. (Palencia Garcia, 2007).

Este trabajo puede ser utilizado para identificar los elementos críticos y la estrategia de gestión adecuada para el cambio de elementos de desgaste en el equipo formadora de ladrillo.

- Cali (2012). COLOMBIA. Artículo llamado “Un modelo de gestión de inventarios para una empresa de productos alimenticios” El manejo de inventarios es una de los temas a implementar por las áreas de la compañía ya que el manejo adecuado de materiales en los almacenes o bodegas de la compañía es uno de los principales problemas en la administración por falta de información precisa y oportuna sobre la demanda en el punto de consumo. (Ileana Pérez-Vergara, 2012).

Este trabajo puede ser utilizado para realizar un análisis de la gestión de inventarios, con el fin mejorar los procedimientos que actualmente tiene en la compañía ladrillera.

- Medellín (2012). COLOMBIA. Proyecto llamado “Mantenimiento y costos de gestión en un sector empresarial en el Valle de Aburrá”, El siguiente proyecto de grado, aborda temas de interés relacionado con el manejo de los costos en el departamento o área de mantenimiento, sus antecedentes y utilización en diversas empresas en el Valle de Aburrá. En él, se encuentra material relacionado con sistemas de costeo, metodologías, estrategias y

tácticas utilizadas por el área de mantenimiento para garantizar su viabilidad y permanencia dentro de la empresa. (Arias, 2009).

Este trabajo nos puede ayudar a definir la estrategia de costos basado en la rotación de repuestos críticos en la formadora de ladrillo.

- Pereira (2010). COLOMBIA. Artículo llamado “Propuesta para la implementación de un óptimo control de inventarios en Artevivo Colombia E.U.”, El siguiente trabajo busca brindar una propuesta para lograr un óptimo nivel de inventarios en Artevivo Colombia, y determinar las causas del desorden de los mismos en la empresa. Todo esto para lograr que la empresa pueda tomar decisiones más precisas, que promuevan el desarrollo y éxito de la misma, bajo un objetivo propuesto que es lograr ser reconocidos a nivel nacional e internacional. (Velazquez, 2010).

Este trabajo puede ser utilizado en el proyecto para determinar los controles adecuados que deben ejecutarse en el inventario de la compañía.

- Bogotá D.C. (2009). COLOMBIA. Artículo llamado “Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios.”, El artículo es el resultado del proyecto de investigación, competitividad, eficiencia y calidad en la gestión empresarial: entorno cultural y cultura organizacional. (Gutierrez, 2009).

Este trabajo puede ser utilizado para dar el enfoque que debe tener la compañía respecto a la rotación de artículos de acuerdo a los históricos de los mantenimientos preventivos de la formadora de ladrillo.

5.1.3 Estado del Arte Internacional

- Sevilla (2012). ESPAÑA. Artículo llamado “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo” Este artículo desarrolla un modelo de gestión de mantenimiento bajo la visión de mejora continua, considerando una revisión profunda de un conjunto representativo de modelos de gestión de mantenimiento, los cuales

siguen una secuencia lógica de actuación jerarquizada. (Pablo Viveros, Raúl Stegmaier, Fredy Kristjanpoller, Luis Barbera, Adolfo Crespo, 2012).

Este artículo puede ser usada para definir las herramientas adecuadas en la gestión de mantenimiento preventivo definida en los cambio de repuestos de desgaste de la formadora de ladrillo.

- San Luis (2014). MEXICO. Artículo llamado “Cálculo del punto de reorden cuando el tiempo de entrega y la demanda están correlacionados” Este artículo científico presenta un estudio comparativo del cálculo del punto de reorden cuando la demanda diaria de los artículos es independiente del tiempo de entrega o cuando ambas variables están correlacionadas. El estudio se hace para un artículo con demanda y tiempo de entrega normal. (Juan Manuel Izar Landetaa, Carmen Berenice Ynzunza Cortés, Enrique Zerme Pérez, 2014).

Este artículo puede ser utilizada en la gestión de cambio de repuestos para definir el lead time adecuado de los repuestos críticos de desgaste a cambiar en los mantenimientos preventivos de la formadora de ladrillo.

- San Luis (2015). MEXICO. Artículo llamado “Variabilidad de la demanda del tiempo de entrega, existencias de seguridad y costo del inventario” Este trabajo tiene como objetivo analizar los efectos que la variabilidad de la demanda que el tiempo de entrega tiene sobre las existencias de seguridad y el costo del inventario de artículos. (Juan Manuel Izar Landeta, Carmen Berenice Ynzunza Cortés, Orlando Guarneros García, 2015).

Este artículo puede ser utilizado para definir el stock mínimo de repuestos que debe tener el equipo formadora de ladrillo para no generar vacío en producción si se presenta una falla por desgaste de repuestos.

- Santa Clara (2013). CUBA. Artículo llamado “Realización de una auditoria de mantenimiento en la UEB pasteurizadora cubanacan de placetas” Este trabajo tiene como objetivo diseñar e implementar un procedimiento para auditar la gestión de mantenimiento

en la empresa objeto de estudio teniendo en cuenta las mejores prácticas de auditoría encontradas en la bibliografía nacional e internacional. (Hernandez, 2013).

Este proyecto puede ser utilizado para identificar los procesos de gestión que se deben tener en cuenta para dar un diagnóstico de los procedimientos que se ejecutan actualmente en la formadora de ladrillo.

- New York (2013). EE.UU. Libro llamado “Sistemas de mantenimiento planeación y control” Este libro tiene como objetivo demostrar los distintos procedimientos y la debida gestión en el mantenimiento y la reparación con el concepto innovador de mantenimiento total productivo. (Salih O. Duffuaa, 2006).

Los capítulos de gestión de repuestos y de inventarios que están en este libro pueden ser utilizados en Proyecto para dar enfoque del debido proceso a seguir en la propuesta de mantenimiento preventivo para el cambio de repuestos de desgaste en la formadora de ladrillo.

5.2 Marco Teórico

Realizar de manera eficiente y eficaz cada una de las actividades de mantenimiento preventivo con el fin de mejorar la vida útil esperada en las maquinas que componen la línea de producción, es el objetivo a cumplir para prestar servicios de calidad, optimizando los tiempos, procedimientos y requerimientos reales de repuestos, de acuerdo a un análisis donde el cambio de elementos de desgaste sea el pilar, partiendo del manejo adecuado de inventarios, la cantidad de repuestos necesarios que deben estar en el almacén de la compañía (disponibles, mínimos de almacén y/o repuestos de seguridad) y el paso a paso de control de cambio de dichos elementos en las maquinas.

La gestión de mantenimiento e inventarios son metodologías que deben estar presentes en el desarrollo de las buenas prácticas de mantenimientos preventivos a ejecutar en la formadora de

ladrillo asegurando un crecimiento sustancial en la disponibilidad y dando continuidad a un proceso de mejora continua.

5.2.1 Gestión de Mantenimiento

La gestión de mantenimiento es esencial para garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando rupturas en el proceso por averías de máquinas y equipos. Por lo tanto, la existencia de un mantenimiento eficaz constituye uno de los elementos más importantes para la consecución de la competitividad y operatividad empresarial en el actual marco económico de competencia global.

5.2.1.1 ¿Qué es el Mantenimiento?

“El mantenimiento industrial es un proceso compuesto por una serie de operaciones técnicas que debe ser capaz de prolongar el ciclo vital de la maquinaria, las instalaciones y los edificios que forman parte de un sistema productivo”. (Cordero, 2008), de acuerdo a esto se deben ejecutar acciones o planes para mejorar de la vida útil y la confiabilidad de los equipo que se encuentren en las empresas ya sea implementando acciones de chequeo, lubricación, inspecciones rutinarias, programas de mantenimiento o metodologías para el área que puedan cumplir con el objetivo antes descritos, etc.

“También se puede definir habitualmente Mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento”. (B., 2009). Esto afirma que cada una de las metodologías o planes de trabajo implementados, tienen como propósito final el óptimo funcionamiento de cada equipo de una compañía o entidad.

5.2.1.2 Historia y evolución del Mantenimiento

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función Mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la Revolución Industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos. Cuando las máquinas se fueron haciendo más

complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. (B., 2009).

Básicamente durante estas épocas las tareas de mantenimiento se enfocaban en corrección de fallas o mantenimientos netamente correctivos con el fin de solucionar cada problema o percance que se presentara en los equipos.

Al avanzar las épocas después de la Primera Guerra Mundial, y sobre todo de la Segunda, se empieza a mejorar el pensamiento de mejoras en los procesos de ahí parte la idea conceptos tales como la Fiabilidad, y creación de área ya como conjunto de personas y programas (Departamentos de Mantenimiento) la cual busca analizar y diseñar planes para evitar de manera definitiva cualquier falla o avería que pueda representar mayores consecuencias en los equipos.

“Esto supone crear una nueva figura en los departamentos de mantenimiento: personal cuya función es estudiar qué tareas de mantenimiento deben realizarse para evitar las fallas, de tal manera que con esto se menor los costos de mantenimiento, pero con el firme propósito de buscar el aumentar y viabilizar la producción, a más de evitar pérdidas por averías y costos asociados”. (B., 2009).

5.2.1.2.1 Diferencia de los tipos de mantenimiento

- (a) Mantenimiento correctivo

Se denomina mantenimiento correctivo a aquel que se realiza con la finalidad de reparar fallos o defectos que se presenten en equipos y maquinarias. Como tal, es la forma más básica de brindar mantenimiento, pues supone simplemente reparar aquello que se ha descompuesto. En este sentido, es un proceso que consiste básicamente en localizar y corregir las averías o desperfectos que estén impidiendo que la máquina realice su función de manera normal. (Significados.com, 2015).

- (b) Mantenimiento preventivo

Es la intervención de la máquina para la conservación de ella mediante la realización de una reparación que garantice su buen funcionamiento y fiabilidad, antes de una avería. (Grupo, s.f.)

- (c) Mantenimiento predictivo

Es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza. Esta técnica supone la medición de diversos parámetros que muestren una relación predecible con el ciclo de vida del componente. (mantenimientopetroquimica, s.f.).

- ¿Qué sistema es mejor?

En la práctica, las empresas no se centran en uno solo de estos sistemas, sino que combinan los distintos tipos según el caso. Lo ideal sería aplicar el mantenimiento predictivo como opción predeterminada, si no resulta viable descartarla por el preventivo, y en caso de que tampoco lo sea, seguir con el correctivo. Es necesario valorar los costes de cada opción. Una solución muy extendida es realizar inspecciones preventivas (basadas en el tiempo) que incluyen algunos procedimientos predictivos (basados en medidas) (Nieto, 2014).

5.2.1.2.2 Importancia del Mantenimiento Preventivo Industrial

El sector industrial depende del mantenimiento preventivo, por una sencilla razón: las averías son muy caras, debido al coste de la reparación, daños en las máquinas o instalaciones, pérdidas de producción, trastorno de la planificación, mal servicio, Riesgos para personas y cosas. Algunas averías pueden provocar accidentes muy graves. En la medida que el mantenimiento preventivo reduce las averías imprevistas, toda la empresa se ve beneficiada (Nieto, 2014).

5.2.2 Gestión de Almacén (Inventarios-Repuestos)

“Es muy importante que las empresas tengan su inventario atentamente controlado, vigilado y ordenado, dado a que de éste depende el proveer y distribuir adecuadamente lo que se tiene, colocándolo a disposición en el momento indicado. Sin duda alguna, para cualquier tipo de empresa se hacen necesarios los inventarios dado a que la base de todas las organizaciones consiste en la compra y venta de bienes y servicios, haciéndose necesaria la existencia de los inventarios”. (Zea, 2015).

Esto permite que la compañía tenga control general de los artículos tanto en costos como en cantidad para dar gestión a la situación económica sin dejar a un lado situaciones que puedan provocar vacíos en plantas de producción por falta de los mismos.

5.2.2.1 Control de Inventarios

“La gestión y control de inventarios es un proceso que tiene un gran impacto en todas las áreas operativas de tu empresa y a su vez es un aspecto primordial de la administración ya que cuando no lo tienes controlado implica un alto costo y requiere una mayor inversión/efectivo. Cuando la competencia es muy fuerte, las compañías no se pueden dar el lujo de tener dinero detenido en forma de mercancías en su inventario, ni tampoco ser incapaces de ofrecer un excelente servicio al cliente al quedarse en desabasto”. (Castro, 2014).

El objetivo de controlar los inventarios de las empresas es tener la claridad que al recepcionar cualquier elemento este no solo se deje en stock o solo se tenga por prevención la idea es dar movimiento y definir el por qué el artículo debe estar en almacenamiento y cuánto debe durar allí para que la empresa decida si es conveniente o no incurrir con el costo de bodega de dichos elementos.

5.2.2.1.1 ¿Cuál es el impacto en los almacenes de repuestos?

Si preguntáramos a cualquier persona que trabaja en una organización industrial porque tenemos repuestos en nuestros almacenes, recibiríamos respuestas diversas: Porque la planta se para si no hay repuestos disponible, Porque debemos asegurar una alta disponibilidad, Porque conseguir repuestos lleva mucho tiempo. En el presente contexto, entendemos que el objetivo fundamental de nuestros almacenes (bodegas) de repuestos es dar soporte a las tareas de mantenimiento, tanto a aquellas tareas planeadas como aquellas no planeadas. (mexico, 2015).

5.2.3 Proceso de Extrusión

La palabra extrusión proviene de raíces latinas, de la voz “extrusio”, “extrusionis” que quiere decir forzamiento. Otras fuentes exponen que viene del latín “extrudere” que significa expulsar. Por otra parte de una manera más específica, puede definirse como aquel proceso de prensado, modelado y conformado de una determinada materia prima para crear ciertos objetos con cortes transversales definidos y fijos, por medio de un flujo continuo con presión, tensión o fuerza. (postings, 2017) .

5.2.3.1 Historia de las máquinas de extrusión

En 1797, Joseph Bramah patentó el primer proceso de extrusión para hacer un tubo de plomo. Éste consistía en el precalentamiento del metal para luego pasarlo por un troquel mediante un émbolo a mano. El proceso no fue desarrollado sino hasta 1820, cuando Thomas Burr construyó la primera prensa hidráulica. Hasta ese momento el proceso se llamó squirting. En 1894 Alexander Dick expandió el proceso de extrusión al cobre y aleaciones de bronce. (Rafael Antonio Ávila Félix, s.f.).

5.2.3.2 Desarrollo

Los materiales extrudidos comúnmente incluyen metales, polímeros, cerámicas, hormigón y productos alimenticios. La extrusión puede ser continua (produciendo teóricamente de forma indefinida materiales largos) o semicontinua (produciendo muchas partes). El proceso de extrusión puede hacerse con el material caliente o frío. (Rafael Antonio Ávila Félix, s.f.).

5.2.3.3 El moldeo y el corte

El moldeo es aquel proceso durante el cual es posible obtener de una masa de arcilla productos de formas, dimensiones y colores diferentes.

Existen varios sistemas de moldeo, que dependen esencialmente del tipo de producto que se quiere obtener y de las características de plasticidad de la materia prima que se tiene a disposición.

5.2.3.4 El moldeo por extrusión

El moldeo por extrusión es la técnica mayormente usada en el campo de la cerámica roja. Esta extrusión se puede lograr con arcillas (Mezcla), con un contenido porcentual de humedad que puede variar entre el 14 y el 26% de agua.

5.2.3.5 Descripción del equipo Formadora de ladrillo

5.2.3.5.1 Descripción Técnica

El objetivo de la extrusora es dar forma, mediante el troquel de extrusión, a la arcilla preparada en las fases anteriores del proceso.

La extrusión se produce mediante un alimentador de hélice con un tornillo sinfín de paso variable, que acumula y presiona la arcilla contra la boca del extrusor, desde la cual sale la arcilla en una columna continua con la forma del troquel montado en la boca del extrusor.

Además, esta máquina está equipada con una amplia cuba de mezcla que actúa como un alimentador y permite que el extrusor sea autónomo, permitiéndole recibir directamente la arcilla pre-elaborada y aún no mezclada.

El alimentador y la extrusora están separados por una cámara de vacío compuesta por un contenedor en el que la arcilla, extrudida por rejillas verticales, cae en trozos pequeños.

La caída aumenta la extracción de aire desde los poros de la arcilla, confiriendo al material extrudido mayor consistencia.

Las paletas de alimentación están ubicadas debajo de la cámara de vacío para recibir la arcilla desairada y empujarla hacia el sinfín de extrusión para ayudar a llenarlo del todo.

Para la máxima flexibilidad y adaptabilidad de la máquina, la extrusora y el alimentador se accionan de forma independiente con un embrague de aire en ambos motores.

La máquina está prevista para recibir el equipo complementario que permite trabajar con entrada de vapor a una presión de aprox. 4 kg / cm² y una temperatura de aprox. 270 ° C.

Las cantidades de vapor y arcilla deben ajustarse de manera que la columna de la temperatura sea aprox. de 60÷70° C.

La máquina está ubicada en una plataforma metálica que puede ser elevada mediante 6 gatos mecánicos controlados por un único motorreductor y está a 90° con el alimentador ubicado a la derecha, mirando desde el lado frontal (lado boca ladrillera).

- Características técnicas del equipo

EXTRUSORA “MUN/620-S”

Número de serie: 21 - Año de fabricación: 2013

TIPO DE MÁQUINA MACHINE TYPE	MUN/620-S
NÚMERO DE SERIE SERIAL NUMBER	21
AÑO DE FABRICACIÓN YEAR OF PRODUCTION	2013

Ilustración 2– Identificación de maquina (Autores, 2018)

Descripción	Unidad de medida	Unidad Extrusora	Alimentador
DIÁMETRO DE LOS TORNILLOS SINFIN	mm	620	550
DIMENSIONES CUBETA	mm	-	1,020x2,460
POTENCIA MOTOR	kW	230	104
	polos	6	6
VELOCIDAD ANGULAR MOTOR	rpm/min	980	980
DIÁMETRO DE LA POLEA DEL MOTOR	ln. Ø mm	280	250
DIÁMETRO DE LA POLEA IMPULSADA	ln.Ø mm	1100	870
CORREAS	tipo	SPC 5800	SPC 5000
	C.dad	13	9
EMBRAGUE DE FRICCIÓN accionamiento neumático	tipo	VS 314	VS 214
PRODUCCION - producto húmedo	T/h	55 / 70	
PESO DE LA MAQUINA en kg Sin llenado de aceite	total	23.000	
	parcial	14.000	9.000
	Soporte alimentador	800	
	Plataforma elevadora	3.600	
BOMBA DE VACÍO	tipo	OCS 6/30/VFh – Anexo A6	
	kg	1200+ 200	
VOLTAJE PRIMARIO / FRECUENCIA	V	440	
	Hz	60	
PRESION DE FUNCIONAMIENTO	bar	6	

Ilustración 3 - Características Técnicas de la Maquina (Autores, 2018)

- Componentes del equipo

La máquina está compuesta por las siguientes partes:

- Alimentador
- Cámara de vacío
- Extrusora
- Unidad de accionamiento alimentador
- Unidad de accionamiento extrusora
- Plataforma elevadora

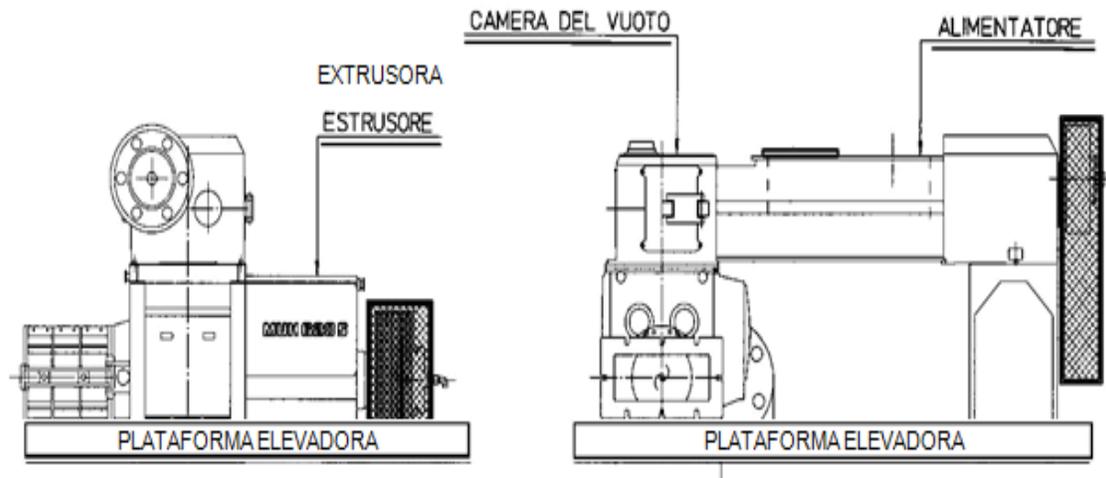


Ilustración 4– Componentes de la Maquina (Autores, 2018)

a) Alimentador

Está compuesto por una cubeta de metal con caja de engranajes y dos paletas con tornillo sinfín frontal.

Es en la cubeta que la arcilla se mezcla gracias a las paletas. La cubeta está tiene una cubierta de chapa reforzada por medio de perfiles de acero, que refuerzan su estructura y le confieren la robustez necesaria.

La cubeta está fijada en un lado, mediante un espacio hueco, a la caja de engranajes que actúa como base y apoyo, y está ubicada encima a la estructura de soporte del alimentador.

En el otro lado, la cubeta se fija al contenedor de la cámara de des aireación y está separada de éste por una rejilla vertical con orificios cónicos (o por una unidad equipada con hojas desmenuzadoras).

Las paletas mezclan la arcilla moviéndola hacia la cámara de des aireación y, gracias al sinfín frontal, la empujan hacia las ranuras de la rejilla (o las hojas desmenuzadoras).

Los dos ejes están montados en cojinetes de rodillos y están sujetos a la parte delantera por la placa frontal de la cámara de vacío.

En los ejes se montan los cojinetes del bloque de empuje en el soporte trasero, en una posición de fácil acceso para cualquier inspección.

Las hojas de corte y los sinfines están montados en ejes de sección cuadrada y son reemplazables en caso de desgaste.

b) Cámara de Vacío

Está compuesta por una cámara dentro de la cual una bomba extrae el aire, alcanzando porcentajes de vacío de hasta el 90%.

La estanqueidad se obtiene mediante el tapón de arcilla que se forma en las rejillas verticales (o mediante dispositivos cónicos).

En el contenedor de la cámara de vacío están ubicados un manómetro de vacío y dos puertas laterales para el acceso directo a la cámara, si es necesario, y para la sustitución rápida de las rejillas.

c) Extrusora

Una carcasa resistente constituye el cuerpo y la placa de soporte de la máquina completa y contiene el alimentador de hélice, las paletas de alimentación y sus engranajes.

En el alimentador de hélice está montado un grupo de tornillos sinfín con un diámetro siempre igual durante todo el recorrido hacia la boca de la extrusora para permitir el llenado completo y producir la presión necesaria para la extrusión de material.

El eje, que sobresale del extremo lateral del tornillo sinfín, está montado en dos cajas de cojinetes.

Un cojinete del bloque de empuje robusto, montado en el soporte trasero, de fácil acceso para su inspección, provee a la absorción del componente axial producido durante la extrusión.

Una celda de carga controla constantemente el nivel del empuje axial para preservar el cojinete de empuje y la eficiencia de todos los órganos mecánicos principales.

En la parte posterior del alimentador de hélice, debajo de la cámara de vacío donde sale la mezcla desairada, las paletas de alimentación empujan la mezcla en el alimentador de hélice para una eficiencia mayor.

Cada eje de las ruedas de paletas está compuesto por cuatro elementos, unidos de dos en dos.

En la parte frontal del cuerpo de la máquina, están fijados en sucesión el anillo y el acumulador de arcilla.

La superficie interna de los anillos está cubierta por un revestimiento especial que impide la rotación de la arcilla.

Unos cuchillos de reacción están ubicados entre los tornillos sinfín y sirven para obstaculizar el movimiento de rotación del material.

El anillo practicable está dividido longitudinalmente en dos medios anillos articulados en la parte trasera, y cuando se abren frontalmente descubren los sinfines facilitando las operaciones de mantenimiento y la sustitución del revestimiento.

d) Unidad de accionamiento del Alimentador

Está montada en el enrejado de soporte del mezclador de alimentación y acciona los dos ejes de cuchillas.

El accionamiento se produce mediante correas en "V" y una polea acanalada con embrague de fricción accionado por aire.

El movimiento se transmite entonces a un engranaje de reducción que, a través de un par de ruedas dentadas gemelas, gira los dos ejes de paletas a la misma velocidad y en dirección opuesta.

Una bomba de aceite proporciona una lubricación de tipo mixto: forzada y rociada.

e) Unidad de accionamiento de la Extrusora

En general se suele montar en el suelo, al lado de la máquina, y produce el movimiento del tornillo y de los ejes de la rueda de paletas.

La transmisión de energía al motor se produce mediante correas en "V" y una polea acanalada con embrague de fricción accionado por aire.

Esta última transmite el movimiento a un engranaje de reducción que produce el movimiento del tornillo sinfín.

Un reductor y un par de ruedas dentadas gemelas giran los dos ejes de paletas a la misma velocidad y en dirección opuesta.

Una bomba de aceite, accionada por un motor independiente, proporciona una lubricación de tipo mixto: forzada y rociada.

La bomba debe estar conectada simultáneamente al motor eléctrico.

En el circuito eléctrico hay un dispositivo de bloqueo que protege la unidad de extrusión contra cualquier fallo en la conexión de la bomba.

f) Plataforma Elevadora

Está fabricada con carpintería metálica electrosoldada y debe sujetar y nivelar la ladrillera. La elevación de la máquina tiene lugar mediante 6 gatos mecánicos, dotados de fuelle de protección el tornillo. Los gatos se controlan mediante el accionamiento de un motorreactor, a través de una transmisión de cadenas y una serie de juntas cardán. (Autores, 2018)

6. MARCO METODOLÓGICO

Se realizará un procedimiento basado en la recolección de datos del equipo formadora de ladrillo, obtenidos en el manual de fabricante, rotación de repuestos que se instalan en el equipo (históricos de transacciones de inventario, formatos), costos de repuestos (nacionales-importado), historial de fallas del equipo (ABC paradas de planta de producción), tipo de mantenimiento preventivo ejecutado en la compañía (actualmente) con lo cual se podrá clasificar componentes mecánicos que generan desgaste y así poder dar proceso a la gestión adecuada de cambio de elementos en los mantenimientos preventivos ejecutados en el equipo.

Es evidente que la selección adecuada del tipo de investigación es esencial para lograr unos resultados favorables en el proyecto encaminándolo por una vía de ejecución satisfactoria.

6.1 Recolección de la información

6.1.1 Tipo de Investigación

Este tipo de proyecto propone un tipo de investigación estudio de caso, el cual en el área de mantenimiento se ha utilizado frecuentemente. Según (Jesús Ferrer. I.u.t.a., 2010) “estudio de casos es un método de investigación de gran relevancia para el desarrollo de las ciencias humanas y sociales que implica un proceso de indagación caracterizado”. El estudio de casos constituye un

campo privilegiado para comprender en profundidad los componentes, puntualmente del equipo a investigar con el fin proponer un plan de mantenimiento preventivo, atacando las problemáticas que generan los repuestos de desgaste.

Así podemos ver que el estudio de casos sigue una vía metodológica con la finalidad de conocer cómo funciona cada una de las partes para crear una hipótesis, atreviéndose a alcanzar niveles explicativos muy amplios. Básicamente con este tipo de investigación se lograra dar un contexto más natural y concreto a lo que se quiere y se propone, enfocándose en un objeto o sujeto de estudio, logrando proponer un plan de mantenimiento preventivo para un equipo en específico “formadora de ladrillo”.

Tipos de investigación científica: Clasificación

TIPOS DE INVESTIGACIÓN	
•Histórica	Analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente
•Documental	Analiza información escrita sobre el Tema Objeto de Estudio
•Descriptiva	Reseña rasgos, cualidades o atributos de la Población Objeto de Estudio
•Correlacional	Mide el grado de relación entre las variables de la Población estudiada
•Explicativa	Da razones del porqué de los fenómenos
•Estudio de Casos	Analiza una unidad específica de un Universo Poblacional
•Seccional	Recoge información del Objeto de Estudio en oportunidad única
•Longitudinal	Compara datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar los cambios
•Experimental	Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes

Ilustración 5– Tipos de investigación (tesis e investigaciones, 2015)

6.1.2 Fuentes de obtención de la información

6.1.2.1 Fuentes Primarias

Esta es obtenida a través de una visita que se realiza a la empresa del sector ladrillero donde se logra recolectar los datos históricos de mantenimiento del equipo, repuestos utilizados en los

mantenimientos ejecutados, históricos de transacciones de inventario, registros de control de procesos utilizados en la línea de producción, manual del equipo e información adicional a la antes descrita relacionada con el proceso o gestión utilizada en la actualidad por el departamento de mantenimiento. Esto permite definir un criterio veraz para la obtención de la información real del equipo y sus repuestos de desgaste.

6.1.2.2 Fuentes Secundarias

Este tipo de información fue obtenida en su mayoría de la web, y libros de mantenimiento consultados en la biblioteca de la universidad ECCI, la cual permitió establecer gran parte del estado de arte y del marco teórico. Dicha información fue notable para realizar el análisis, diagnóstico y desarrollo de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo basado en repuestos de desgaste del equipo Formadora de Ladrillo.

6.1.3 Herramientas

- DOFA. Se utiliza la herramienta de análisis DOFA para identificar cada uno de los aspectos del problema de investigación.

ANALISIS DOFA

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Personal adecuado y calificado. • Históricos de inventario. • Manuales de equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Altos costos de mantenimiento. • Alta demanda de mantenimiento correctivo. • Poca disponibilidad de repuestos de inventario.
<ul style="list-style-type: none"> • ABC de paradas de planta de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Paradas no programadas por falta de mantenimiento preventivo a los repuestos de desgaste. • Tiempo elevado de respuesta
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Optimización de los recursos • Crecimiento de la compañía. • Aumento de la disponibilidad del equipo. • Disminución de mantenimientos correctivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema financiero. • Pérdida de clientes por incumplimiento de producción. • Calidad del producto.

Tabla 1– Análisis DOFA (Autores, 2018)

CLASIFICACION ELEMENTOS DE DESGASTE MECANICOS EN FORMADORA DE LADRILLO. Se desarrollara teniendo en cuenta la información suministrada y obtenida, esto con el fin de evidenciar los repuestos mecánicos de desgaste, permitiendo identificar y programar los tiempos requisición y de espera para su llegada a planta, así mismo ayudar a redefinir un plan de mantenimiento preventivo enfocado en repuestos de desgaste para la formadora de ladrillo por parte del área de mantenimiento de la compañía.

SOFTWARE EXCEL. Se creara una tabla en Excel la cual contenga los códigos de los repuestos de desgaste más relevantes ya sea por el tiempo de fabricación o criticidad del mismo en el equipo formadora de ladrillo y así poder calcular el tiempo adecuado de cambio, cuando se debe solicitar y el histórico de transacciones para analizar por toneladas procesadas de arcilla los costos y el porcentaje de vida útil que alcanzo el elemento durante el último cambio en el equipo. Este proceso permitirá un control de inventarios y repuestos de desgaste, con el fin de tener claro el lead time ideal y stock adecuado para cada uno de los repuestos de desgaste de la formadora.

También se empleara el software Excel que permitirá analizar los costos de mantenimiento relacionados al cambio oportuno de repuestos mecánicos de desgaste en el equipo (pérdidas por paradas no programadas), mostrando los beneficios del control de los mismos.

Metodología

Propuesta de solución objetivo # 1

Consolidar los datos obtenidos durante la visita a campo por parte de los autores del proyecto.

Establecer según información obtenida un listado de repuestos de desgaste mecánicos para el equipo.

Definir la cantidad necesaria de repuestos para cambio en los mantenimientos preventivos a ejecutar por el área de mantenimiento.

Propuesta de solución objetivo # 2

Analizar las variables de control necesarias para cada tipo de repuesto de desgaste, definiendo la variable para su cambio, de acuerdo a históricos de transacciones de inventario de la formadora de ladrillo de la compañía.

Realizar un Formato en Excel el cual se muestren los códigos de los repuesto, nombre de repuestos, lead time, costo de cada repuesto, unidad de medida, familia a la que pertenece, cantidad de cambio de los repuestos de desgaste los tipos de entrega por parte de proveedores de repuestos de desgaste, la variable de control definida para cada uno de los elementos, la fecha de llegada a almacén requerida de repuestos, la fecha de cambio de repuestos según variable de control, tren de toneladas entregadas por producción (presupuestada y ejecutada) e inventario disponible, reservado y pendiente que actualmente hay en la compañía.

Propuesta de solución objetivo # 3

Realizar un cuadro donde se evidencia los costos de mantenimiento de paradas no programadas relacionados al cambio oportuno de repuestos mecánicos de desgaste en el equipo, esto con el fin de demostrar los beneficios de ahorro que conlleva el control de los elementos de desgaste no solo en costos si no en tiempo de producción y confiabilidad del equipo.

Recolección de la información

La recolección de la información se realizara de acuerdo a las fuentes de obtención tanto primaria como secundaria siguiendo el paso a paso para obtener los datos necesarios a utilizar en el control de los elementos de desgaste del equipo formadora de ladrillo.

Es muy importante que estos datos sean los adecuados y se organicen de acuerdo al objetivo principal el cual es generar una propuesta de mantenimiento preventivo en el equipo formadora de ladrillo para así lograr los resultados esperados por los autores del proyecto.

Datos históricos

Para la propuesta de mantenimiento se tendrán en cuenta los siguientes datos históricos:

Datos producción

Toneladas de producción presupuestadas para el año 2018.

Toneladas de producción ejecutadas día a día en el año 2018.

ABC de paradas de la planta de producción (histórico de fallas).

Datos Inventario de almacén

Transacciones de inventario de los repuestos de desgaste mecánicos catalogados por los autores del proyecto para el equipo formadora de ladrillo.

Lead time, códigos, nombres de repuestos, familias de repuestos, totales inventarios físicos (disponibles, pendientes y reservados), etc., de los repuestos de desgaste catalogados por los autores para el equipo formadora de ladrillo.

Manual del fabricante

Se verificara el manual de fabricante de la formadora de ladrillo con el fin de obtener información precisa de los procedimientos y componentes que este la componen:

Manual de uso y mantenimiento extrusora “MUN/620-S”

Costos de producción

Estos archivos tiene la información de los costos que a la fecha se tienen por producción de ladrillo en la planta.

Modelo de costos por planta (histórico por años)

Análisis de la información

Datos históricos

Datos producción

Toneladas de producción presupuestadas para el año 2018:

La información contenida en este formato será utilizada para definir la proyección de cambio de elementos de desgaste para el año 2018 de acuerdo a las toneladas de material presupuestado para los meses de producción en planta.

Toneladas de producción ejecutadas día a día en el año 2018:

Esta información se da a diario por los supervisores de producción y será utilizada para definir la cantidad de toneladas que a la fecha lleven los repuestos de desgaste y se debe cruzar con la proyección del presente año, con el fin de determinar las cantidades faltantes de toneladas para el fin de su vida útil de acuerdo a lo presupuestado.

ABC de paradas de la planta de producción (histórico de fallas):

La información contenida en este formato nos da a conocer la cantidad de eventos no programados o paradas de planta por no controlar las toneladas de los repuestos de desgaste para su oportuno. Dicha información también nos puede servir para realizar un cálculo de las pérdidas monetarias que se dan en la compañía de acuerdo a los tiempos (minutos) de paradas no programadas que se dan en la planta de producción.

Datos Inventario de almacén

Transacciones de inventario de los códigos de los repuestos catalogados como críticos del equipo formadora de ladrillo:

La información contenida en este formato fue analizada en busca de mejoras sustanciales en el proceso y cálculo del promedio de cambio que tiene cada uno de los artículos definidos como críticos de desgaste en la formadora.

Con la trazabilidad de los movimientos de los artículos de inventario (repuestos de almacén) se puede definir cuál es la variable de control adecuada para cada artículo, la fecha en la que se debe solicitar a compras, la fecha oportuna de llegada a almacén y la fecha estimada de cambio del elemento en el equipo formadora de ladrillo.

Manual del fabricante

Manual de uso y mantenimiento extrusora “MUN/620-S”:

El manual de procedimientos contiene la información general del equipo formadora de ladrillo, de la cual se pueden extraer los datos de los repuestos del equipo y definir los elementos de desgaste mecánicos a los cuales se les realizara el análisis de cambio oportuno en la máquina.

LM C967

MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO

Ilustración 6 - Manual Fabricante Formadora ladrillo (Autores, 2018)

Costos de producción

Modelo de costos por planta (histórico por años):

La información contenida en este formato se analizara para realizar un comparativo de los costos de producción que se presentan a diario (histórico del 2016 a la fecha) vs las toneladas producidas en

la formadora de ladrillo esto con el fin de justificar las pérdidas que generan la no producción de ladrillo por mantenimientos no programados (mantenimientos correctivos – paradas de planta no programadas) y los posibles beneficios económicos de los mantenimiento preventivos ejecutados por el control adecuado de los elementos de desgaste mecánicos en la formadora de ladrillos de la compañía.

Propuesta de solución

Se plantearan una secuencia de actividades basadas en los objetivos específicos las cuales permitirán alcanzar el objetivo general de dicha propuesta y la finalidad del proyecto.

Verificación de repuestos mecánicos de desgaste de la formadora ladrillo

Para realizar el estudio adecuado de los elementos de desgaste se verifico cada repuesto del equipo por medio del manual del fabricante, consolido de cambio de elementos de mantenimientos ejecutados en la formadora, repuestos que actualmente tienen rotación o transacciones de inventario y levantamiento en campo para identificar los sistemas o zonas del equipo.

ÍNDICE DE LOS GRUPOS DE REPUESTOS

	Págl
BUHD100.2.0021 – ALIMENTADOR	6-3
BUHD100.2 – UNIDAD DE ALIMENTACIÓN ESTÁNDAR DE BASE	6-4
BUHD100.25T – GRUPO ALIMENTADOR	6-5
BUHD 101 – UNIDAD CAJA DE ENGRANAJES ALIMENTADOR	6-6
BUHD 105.2 – UNIDAD ESTRUCTURA DE SOPORTE ALIMENTADOR	6-11
BUHD 106.5T – UNIDAD DE BLOQUEO REJILLA	6-13
BUHD 108.1 – UNIDAD EMBRAGUE DE FRICCIÓN ALIMENTADOR VS 214	6-14
BUHD 109.25T – UNIDAD CUBETA Y CÁMARA DE VACÍO	6-16
BUHD 110.25T – UNIDAD EJE ALIMENTADOR DERECHO	6-22
BUHD 111.25T – UNIDAD EJE ALIMENTADOR DERECHO	6-25
BUHD 906.15T – INSTALACIÓN DE HUMIDIFICACIÓN	6-28
8INNAF108.24V – UNIDAD DE CORTE DE AGUA NEUMÁTICA (24V DC)	6-30
8LUBR 460 – SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL ALIMENTADOR	6-33
BUHD 701 – GRUPO DE PLACAS	6-35
BUHD 810 – INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN EL ALIMENTADOR	6-36
BUHD.0021 – UNIDAD DE ALIMENTACIÓN – GRUPOS PERSONALIZADOS	6-37
BUHD127.2RC – GRUPO PIEZAS DE DESGASTE CROMADAS Y REFORZADAS	6-38
8LUBR 451 – UNIDAD BOMBA DE LUBRICACIÓN MOTORIZADA DEL ALIMENTADOR	6-40
BUHD901.0021 – UNIDAD ACCESORIOS ALIMENTADOR	6-43
BUHD902 – UNIDAD POLEA DEL MOTOR DEL ALIMENTADOR	6-44
8DPT.001 – DISPOSITIVO DE DETECCIÓN DE PRESENCIA DE ARCILLA	6-45
8MUN62200.6.0021 – EXTRUSORA	6-48
8MUN62200.6 – UNIDAD DE EXTRUSIÓN ESTÁNDAR DE BASE	6-49
8MUN62200.65T – GRUPO EXTRUSORA	6-50
8MUN62201.65T – UNIDAD BASE Y PUERTAS	6-51
8MUN62202.4 – UNIDAD DE ACCIONAMIENTO Y SECUNDARIA	6-56
8MUN62230.5T – UNIDAD ANILLO CILÍNDRICO	6-60
8MUN62205.15T – UNIDAD RUEDAS DE PALETAS	6-62
8MUN62207 – UNIDAD EMBRAGUE DE FRICCIÓN ALIMENTADOR VS 314	6-67

Ilustración 7 – Índice grupo de repuestos manual formadora morando

6.1.4 Clasificación de elementos de desgaste equipo formadora

Recolectando los datos en su totalidad se graficó cada zona de la máquina y se clasificó por grupos los elementos que a la fecha presentan gran impacto en las transacciones de inventario (datos recopilados en formato Excel Anexo A,) de la compañía al igual que en el informe ABC de paradas (datos recopilados en formato Excel Anexo B.) el cual muestra el tiempo en minutos que representa cada falla relacionada por elementos de desgaste de la formadora de ladrillo generando baja producción, paradas no programadas y sobrecostos en los mantenimientos al igual que pérdidas

por la no producción de ladrillo.

ABC PARADAS ELEMENTOS DESGASTE FORMADORA DE LADRILLO	FECHA	TIEMPO MIN	NOMBRE EQUIPO	FASE	TIPO DE PARADA	DESCRIPCION PARADA	OBSERVACION
	12-ene-16	170	FORMADORA	Moldear	M	ROTURA DE CORREAS	CORREAS DE LA FORMADORA PRESEN
	20-ene-16	307	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA DE TACOS	SE PRESENTA ALTO DESGASTE EN TA
	08-feb-16	927	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA REVESTIMIENTOS CAMISA POSTERIOR Y FRONTAL	SE DETIENE MOLDEO PARA RETIRAR L QUE LLEGA AL MOLDE AL PARECER ES CAMISA FRONTAL Y POSTERIOR
	08-feb-16	802	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA REVESTIMIENTOS CAMISA ANILLO INTERMEDIO	SE DETIENE PRODUCCION PARA RETIF CAMISA ANILLO INTERMEDIO
	08-feb-16	530	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA HÉLICES FORMADORA	SE CAMBIAN HÉLICES DE FORMADORA DESGASTE
	12-feb-16	250	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA GRILLAS	ROTURA CARACOLES DE FORMADORA
	13-abr-16	210	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA PORTATACOS	SE REALIZA INSPECCION A LA ZONA DI PARA CAMBIARLOS POR ROTURA ...
	01-may-16	234	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA GRILLAS	SE DETIENE PRODUCCION POR ROTUF
	11-may-16	367	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA DE TACOS	SE RETIRAN TACOS EN MAL ESTADO
	28-may-16	240	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA DE CORREAS	CORREAS DE LA FORMADORA PRESEN
	13-jun-16	187	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA PORTATACOS	DURANTE EL TIEMPO DE PARADA POR FORMADORA SE CAMBIAN TACOS SE DETIENE PRODUCCION POR PARAD POR ROTURA DE POLEAS
	15-jun-16	323	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA POLEAS	SE DETIENE PRODUCCION POR PARAD POR ROTURA DE POLEAS
	18-jun-16	367	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA RODAMIENTO	SE DESGASTA RODAMIENTO RIGIDO
	15-jul-16	278	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA GRILLAS	SE PRESENTA ROTURA DE GRILLAS
	27-jul-16	1201	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA REVESTIMIENTOS CAMISA ALIMENTADOR	ROTURA CAMISA ALIMENTADOR
	27-jul-16	610	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA BUJES BIPARTIDOS	SE DETIENE PRODUCCION POR FORZ EXTRUSOR SE REVIS LA MÁQUINA Y SE DETIENE MOLDEO PARA RETIRAR L
	08-ago-16	751	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA REVESTIMIENTOS CAMISA ANILLO INTERMEDIO	SE DETIENE PRODUCCION PARA RETIRAR L ANILLO INTERMEDIO
	08-ago-16	751	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA PORTATACOS	SE CAMBIAN PORTATACOS POR DESG

COSTOS CORREC. VS PROGRA.

BASE ABC PARADAS

GRAFICA TP FORMADORA

ROI -VNA-TIR

Anexo A - COSTOS MPv ED (Hoja Base ABC Paradas). (Autores, 2018)

Fecha fisica	Asiento del Inventario fisico	Fecha financiera	Asiento del Inventario financiero	Código de artículo	Nombre del artículo	Referencia
27/12/2011	VC00198291	27/12/2010	VC00198291	10002	POLEA 10V Ø 550 MOTRIZ	Transacción
27/12/2011	VC00198291	27/12/2010	VC00198291	10003	POLEA 10V Ø 550 CONDUcida	Transacción
27/06/2012	VC00206069	27/06/2012	VC00206069	10002	POLEA 10V Ø 550 MOTRIZ	Transacción
27/06/2012	VC00206069	27/06/2012	VC00206069	10003	POLEA 10V Ø 550 CONDUcida	Transacción
02/12/2012	VC00206457	02/12/2012	VC00206457	10002	POLEA 10V Ø 550 MOTRIZ	Transacción
02/12/2012	VC00206457	02/12/2012	VC00206457	10003	POLEA 10V Ø 550 CONDUcida	Transacción
09/06/2013	VC00218971	09/06/2013	VC00218971	10002	POLEA 10V Ø 550 MOTRIZ	Transacción
09/06/2013	VC00218972	09/06/2013	VC00218972	10003	POLEA 10V Ø 550 CONDUcida	Transacción
12/07/2014	VC00471564	12/07/2013	VC00471564	10001	CORREAS SPC 5000	Transacción
20/12/2013	VC00218972	20/12/2013	VC00218972	10002	POLEA 10V Ø 550 MOTRIZ	Transacción
20/12/2013	VC00218971	20/12/2013	VC00218971	10003	POLEA 10V Ø 550 CONDUcida	Transacción
05/05/2014	VC00533573	05/05/2014	VC00533573	10008	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS	Transacción
20/06/2014	VC00327894	20/06/2014	VC00327894	10002	POLEA 10V Ø 550 MOTRIZ	Transacción
20/06/2014	VC00393014	20/06/2014	VC00393014	10003	POLEA 10V Ø 550 CONDUcida	Transacción
11/12/2014	VC00579443	11/12/2014	VC00579443	10006	BUJE BIPARTIDO	Transacción
18/12/2014	VC00378872	18/12/2014	VC00378872	10002	POLEA 10V Ø 550 MOTRIZ	Transacción
18/12/2014	VC00476056	18/12/2014	VC00476056	10003	POLEA 10V Ø 550 CONDUcida	Transacción
05/02/2015	VC00559708	05/02/2015	VC00559708	10001	CORREAS SPC 5000	Transacción
18/03/2015	VC00597964	18/03/2015	VC00597964	10009	JGO CARACOLES EXTRUSOR (2 PZ)	Transacción
01/04/2015	VC00579445	01/04/2015	VC00579445	10006	BUJE BIPARTIDO	Transacción
21/05/2015	VC00621571	21/05/2015	VC00621571	10011	CAMISA POSTERIOR	Transacción
21/05/2015	VC00621571	21/05/2015	VC00621571	10013	CAMISA FRONTAL	Transacción
12/06/2015	VC00600451	12/06/2015	VC00600451	10006	BUJE BIPARTIDO	Transacción
19/06/2015	VC00407780	19/06/2015	VC00407780	10002	POLEA 10V Ø 550 MOTRIZ	Transacción
19/06/2015	VC00495885	19/06/2015	VC00495885	10003	POLEA 10V Ø 550 CONDUcida	Transacción
14/07/2015	VC00608753	14/07/2015	VC00608753	10001	CORREAS SPC 5000	Transacción
14/07/2015	VC00548354	14/07/2015	VC00548354	10008	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS	Transacción
21/07/2015	VC00621571	21/07/2015	VC00621571	10004	HELICES IZQUIERDAS/ DERECHAS (MEZCLA HOMOGENEAS MATERIAL)	Transacción
21/07/2015	VC00621571	21/07/2015	VC00621571	10012	CAMISA ANILLO INTERMEDIO	Transacción
03/10/2015	VC00636347	03/10/2015	VC00636347	10009	JGO CARACOLES EXTRUSOR (2 PZ)	Transacción

E.D PLANTA 1

Ton Proyec. 2018

Transacciones Inv

Articulos Planta de Produccion

Inv. Alm. ...

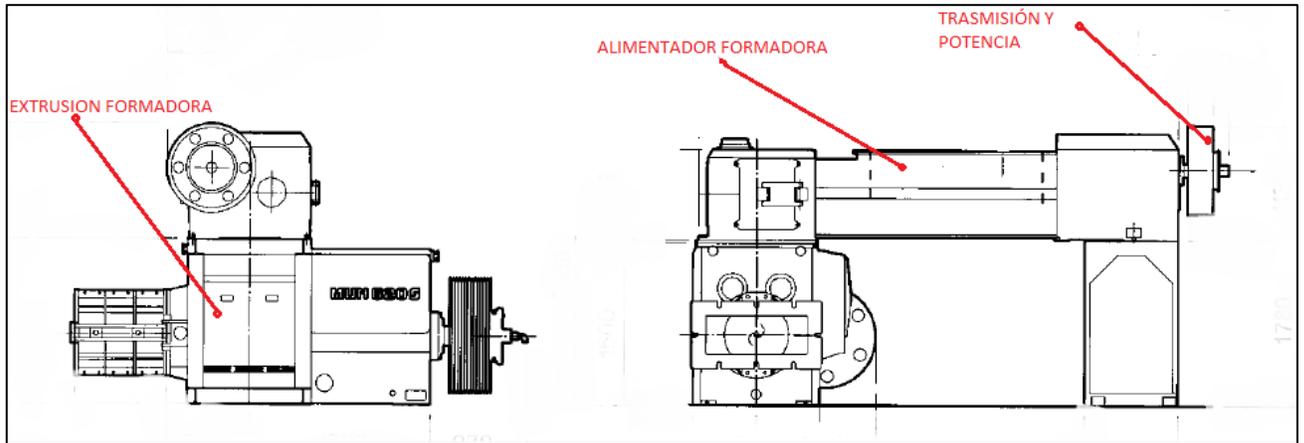


Ilustración 8 - Zonas Formadora de Ladrillo (Autores, 2018)

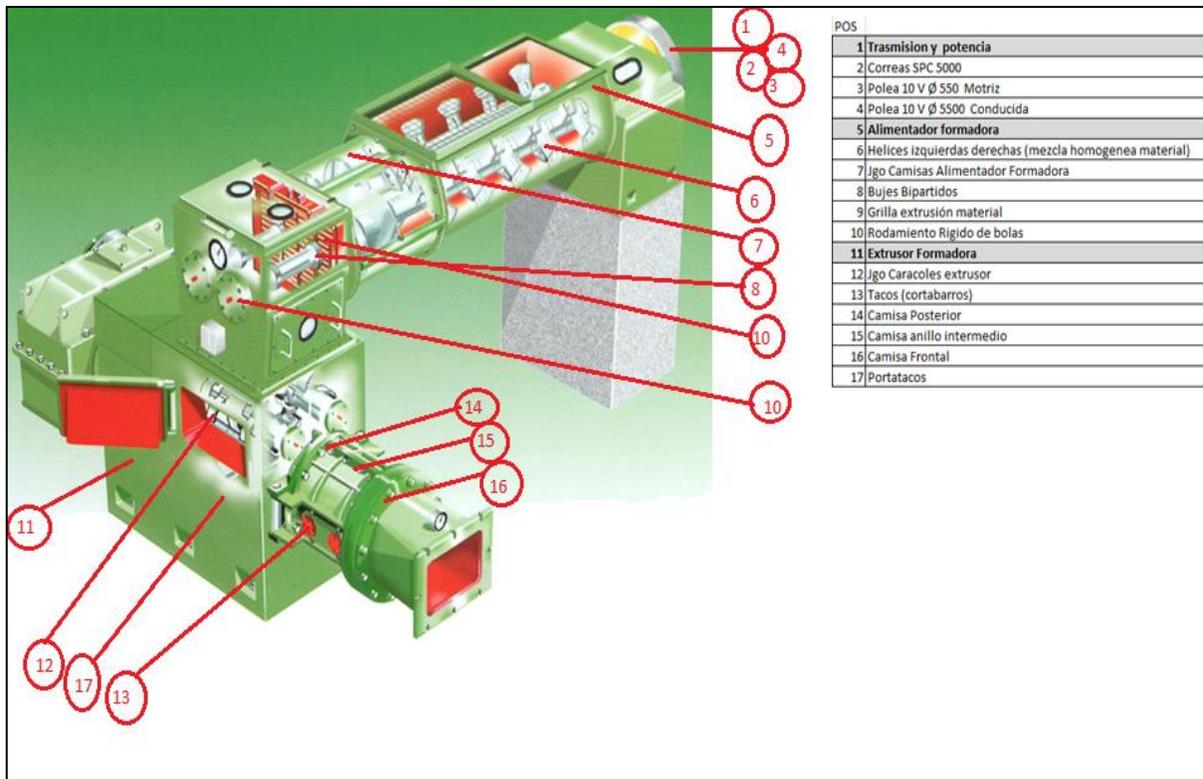


Ilustración 9 – Repuestos críticos E.D. Formadora de ladrillo (Autores, 2018)

SISTEMA EQUIPO	CODIGO REPUESTO	DESCRIPCION REPUESTO	CANTIDAD DE CAMBIO	UNIDAD DE MEDIDA
TRANSMISION Y POTENCIA	10001	CORREAS SPC 5000	6	UND
TRANSMISION Y POTENCIA	10002	POLEA 10V Ø 550 MOTRIZ	1	UND
TRANSMISION Y POTENCIA	10003	POLEA 10V Ø 550 CONDUCIDA	1	UND
ALIMENTADOR FORMADORA	10004	HELICES IZQUIERDAS/ DERECHAS (MEZCLA HOMOGÉNEAS MATERIAL)	1	JGO
ALIMENTADOR FORMADORA	10005	JGO CAMISAS ALIMENTADOR FORMADORA (2 PZ)	1	JGO
ALIMENTADOR FORMADORA	10006	BUJE BIPARTIDO (2 PZ)	1	JGO
ALIMENTADOR FORMADORA	10007	GRILLA EXTRUSION MATERIAL	1	UND
ALIMENTADOR FORMADORA	10008	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS	1	UND
EXTRUSOR FORMADORA	10009	JGO CARACOLES EXTRUSOR (2 PZ)	1	JGO
EXTRUSOR FORMADORA	10010	TACOS (16 PZ - CORTABARROS)	1	JGO
EXTRUSOR FORMADORA	10011	CAMISA POSTERIOR	1	UND
EXTRUSOR FORMADORA	10012	CAMISA ANILLO INTERMEDIO	1	UND
EXTRUSOR FORMADORA	10013	CAMISA FRONTAL	1	UND
EXTRUSOR FORMADORA	10014	PORTATACOS (6 PZ)	1	JGO

Tabla 2 - Información de los de cada elemento de desgaste de la formadora (*Autores, 2018*)

De acuerdo al estudio realizado se clasifican 3 zonas o sistemas del equipo formadora DE LADRILLO (Ilustración 9) al igual que 14 repuestos de desgaste (Ilustración 10) los cuales son lo que mayor relevancia presentan por su bajo control al cambio, paradas no programadas de producción con alta duración en minutos y costos del repuesto ya que algunos casos son fabricaciones especiales y/o importaciones. También se define la cantidad necesaria de cambio y unidad de medida (Ilustración 11) para cada uno de los 14 repuestos mecánicos de desgaste de la formadora de ladrillo (Ver Anexo 1).

6.1.5 Gestión de cambio de los repuestos de desgaste.

La gestión del cambio de elementos de desgaste se da al identificar las estrategias adecuadas para el control de los repuestos de desgaste mediante variables de control, ciclos, tiempos de entrega (lead time), fechas oportunas de solicitud a proveedores, etc., con estos datos se analizarán toneladas de cambio y toneladas de ejecución que actualmente lleve el repuesto después de salir de almacén de inventario y ser instalado en el equipo al igual que los tiempos entre cambios de cada fecha para dar una variable de control fija con la cual se pueda hacer seguimiento (en este caso toneladas). Después de ejecutada la actividad se consolida en un archivo la información obtenida y se generan fórmulas que nos den la proximidad de la fecha de cambio de acuerdo al lead time del artículo. Cuando se consolida la fecha de cambio del artículo se calcula la fecha oportuna de pedido de los repuestos (nacional o de importación) y fecha oportuna de llegada al almacén de inventarios para así tener un colchón de cambio de elementos de desgaste evitando la rotura del mismo en el equipo, posibles pérdidas de producción y sobrecostos de mantenimiento.

De acuerdo a esto, primero documentamos en el archivo de Excel las toneladas proyectadas para la planta de producción al igual que la toneladas ejecutadas a la fecha de acuerdo a lo programado (real) por el área de producción.

FECHA	TONELADAS PROYECTADAS 2018	ACUMULADO TONELADAS 2018	Formadora	Formadora	Formadora	Formadora	Formadora	Formadora	Formadora	Formadora	Formadora	Formadora	Formadora	Formadora	Formadora	Formadora	Formadora	Formadora	Formadora
01/01/2018	417	417	31/12/2015	119,52	FORMADORA	12,939	417	11,939	416	10,104	329	19,124	437	13,768	444	13,344	PR		
02/01/2018	417	835	01/01/2016	192,869															
03/01/2018	417	1252	02/01/2016	532,7604															
04/01/2018	417	1670	03/01/2016	433,5588															
05/01/2018	417	2087	04/01/2016	331,9996															
06/01/2018	417	2504	05/01/2016	304,3116															
07/01/2018	417	2922	06/01/2016	475,9884															
08/01/2018	417	3339	07/01/2016	421,368															
09/01/2018	417	3757	08/01/2016	294,916															
10/01/2018	417	4174	09/01/2016	518,416															
11/01/2018	417	4591	10/01/2016	455,274															
12/01/2018	417	5009	11/01/2016	481,3902															
13/01/2018	417	5426	12/01/2016	674,2872															
14/01/2018	417	5844	13/01/2016	274,968															
15/01/2018	417	6261	14/01/2016	538,4448															
16/01/2018	417	6678	15/01/2016	905,34															
17/01/2018	417	7096	16/01/2016	564,7104															
18/01/2018	417	7513	17/01/2016	412,8624															
19/01/2018	417	7931	18/01/2016	483,2784															
20/01/2018	417	8348	19/01/2016	526,752															
21/01/2018	417	8765	20/01/2016	574,368															
22/01/2018	417	9183	21/01/2016	527,124															
23/01/2018	417	9600	22/01/2016	377,368															
24/01/2018	417	10018	23/01/2016	351,36															
25/01/2018	417	10435	24/01/2016	220,3848															
26/01/2018	417	10852	25/01/2016	686,5902															
27/01/2018	417	11270	26/01/2016	438,5384															
28/01/2018	417	11687	27/01/2016	700,1424															
29/01/2018	417	12105	28/01/2016	188,9284															
30/01/2018	417	12522																	

Ilustración 10 - Proyecto MPv ED – Ton Proyec. 2018. (Autores, 2018)

Con estos datos podremos comparar las toneladas tanto programadas vs toneladas ejecutadas y tener una proyección de cambio según estas variables para el año.

Luego documentamos las transacciones de inventarios que han tenido cada uno de los 14 repuestos clasificados como elementos mecánicos de desgaste (Ilustración 11), basados en históricos de almacén de inventarios con el fin de saber la cantidad de elementos solicitados por el área de mantenimiento de acuerdo a su código y descripción, al igual que los costos de cada repuesto, fechas de salida de almacén con el fin de realizar trazabilidad y definir una variable de control para cada elemento (Anexo B. Proyecto MPv ED – Transacciones Inv.).

Para gestionar el inventario de repuesto recopilamos en el archivo de Excel la información general de los repuestos (código, descripción, costos, valor de los repuestos, lead times nacionales y de importación) al igual que los repuestos que la fecha se encuentren en las bodegas de inventario de la compañía (bodega 1 – planta y bodega 2 – consignación proveedores).

CODIGO REPUESTO	DESCRIPCION REPUESTO	FAMILIA DE REPUESTO	COSTO REPUESTO ACTUAL	Lead Time Na.	Lead Time Maritim	Lead Time Aereo
10001	CORREAS SPC 5000	CORREAS	\$ 1,612,800.00	10		
10002	POLEA 10V Ø 550 MOTRIZ	POLEAS	\$ 130,062.60	17		
10003	POLEA 10V Ø 550 CONDUCCIDA	POLEAS	\$ 142,004.62	17		
10004	HELICES IZQUIERDAS/ DERECHAS (MEZCLA HOMOGENEAS MATERIAL)	FABRICACION - ESP	\$ 3,350,000.00	25		
10005	JGO CAMISAS ALIMENTADOR FORMADORA (2 PZ)	REPUESTO - TECNO	\$ 24,100,000.00		45	30
10006	BUJE BIPARTIDO (2 PZ)	FABRICACION - MEC	\$ 1,425,000.00	25		
10007	GRILLA EXTRUSION MATERIAL	FABRICACION - MEC	\$ 4,500,000.00	18		
10008	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS	RODAMIENTOS	\$ 648,888.00	5		
10009	JGO CARACOCLES EXTRUSOR (2 PZ)	REPUESTO - TECNO	\$ 26,200,000.00		45	30
10010	TACOS (16 PZ - CORTABARROS)	FABRICACION - ESP	\$ 806,400.00	20		
10011	CAMISA POSTERIOR	FABRICACION - MEC	\$ 4,025,000.00	20		
10012	CAMISA ANILLO INTERMEDIO	FABRICACION - MEC	\$ 7,360,000.00	20		
10013	CAMISA FRONTAL	FABRICACION - MEC	\$ 4,025,000.00	20		
10014	PORTATACOS (6 PZ)	FABRICACION - MEC	\$ 390,000.00	22		

... Ton Proyec. 2018 | Transacciones Inv | **Articulos Planta de Produccion** | Inv. Almacen

Ilustración 12 - Proyecto MPv ED – Artículos Planta de Producción. (Autores, 2018)

Cod. Repuesto	Inventario físico	Física reservada	Física disponible	Pendiente	Almacén	Cod. Repuesto	Inventario físico	Física reservada	Física disponible	Almacén
10001	0				Bdga 1 Planta	10001	6	6		Bdga 2 Consignacion
10002	1	1			Bdga 1 Planta	10002	0			Bdga 2 Consignacion
10003	1		1		Bdga 1 Planta	10003	0			Bdga 2 Consignacion
10004	0				Bdga 1 Planta	10004	0			Bdga 2 Consignacion
10005	0				1 Bdga 1 Planta	10005	0			Bdga 2 Consignacion
10006	0				Bdga 1 Planta	10006	0			Bdga 2 Consignacion
10007	1		1		Bdga 1 Planta	10007	0			Bdga 2 Consignacion
10008	0				Bdga 1 Planta	10008	1	1		Bdga 2 Consignacion
10009	0				1 Bdga 1 Planta	10009	0			Bdga 2 Consignacion
10010	1	1			Bdga 1 Planta	10010	0			Bdga 2 Consignacion
10011	0				Bdga 1 Planta	10011	0			Bdga 2 Consignacion
10012	1		1	1	Bdga 1 Planta	10012	0			Bdga 2 Consignacion
10013	1	1			Bdga 1 Planta	10013	0			Bdga 2 Consignacion
10014	1		1		Bdga 1 Planta	10014	0			Bdga 2 Consignacion

... Ton Proyec. 2018 | Transacciones Inv | Articulos Planta de Produccion | **Inv. Almacen**

Ilustración 13 - Proyecto MPv ED – Inv. Almacén. (Autores, 2018)

Obteniendo todos los datos antes descritos se realiza un formato el cual contenga los siguientes

recursos:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
SISTEMA EQUIPO	ZONA A LA QUE PERTENECE EL REPUESTO
CÓDIGO REPUESTO	CÓDIGO DESIGNADO POR ALMACÉN
DESCRIPCIÓN REPUESTO	DESCRIPCIÓN O NOMBRE DEL REPUESTO DE DESGASTE MECÁNICO
FAMILIA DE REPUESTO	FAMILIA A LA CUAL PERTENECE EL ARTICULO
CANTIDAD DE CAMBIO	CANTIDAD DE ELEMENTOS INSTALADOS EN EL EQUIPO
UNIDAD DE MEDIDA	UNIDAD DE MEDIDA DADA A CADA REPUESTO
COSTO REPUESTO ACTUAL	PRECIO DEL REPUESTO
VARIABLE DE CONTROL REPUESTO	VARIABLE DE CONTROL DEFINIDA PARA REALIZAR SEGUIMIENTO AL ELEMENTO DE DESGASTE
\$/KG IDEAL	COSTO POR KILO DEL REPUESTO
ULTIMA FECHA DE CAMBIO	ULTIMA FECHA DE SALIDA DEL REPUESTO DEL ALMACÉN DE INV. (FECHA DE CAMBIO DE REPUESTO EN EQUIPO)
TONELADAS EJECUTADAS	TONELADAS ACUMULADAS DESDE EL CAMBIO DEL REPUESTO A LA FECHA
TONELADAS FALTANTES PARA CAMBIO	TONELADAS FALTANTES PARA CAMBIO DE ACUERDO A LA VARIABLE DE CONTROL ASIGNADA PARA EL REPUESTO
% TON ACTUAL	% AVANCE DE TONELADAS ACUMULADAS DEL REPUESTO
TONELADAS FALTANTES PARA CAMBIO 2	TONELADAS EJECUTADAS + ACUMULADO DE TONELADAS DEL AÑO
FECHA PRESUPUESTO	APROX. FECHA DE SOLICITUD EN PRESUPUESTO MENSUAL DE MANTENIMIENTO
FECHAS TRANSACCIONES DE REPUESTO	HISTÓRICO DE FECHAS DE TRANSACCIONES DE INVENTARIOS DE CADA REPUESTO
ACUMULADO TON X FECHA	HISTÓRICO DE TONELADAS EJECUTADAS ENTRE FECHAS DE CAMBIO DEL REPUESTO
COSTO REPUESTO X FECHA	HISTÓRICO DE COSTOS POR FECHAS DE CAMBIO DEL REPUESTO
\$/KG EJECUTADO	HISTÓRICO DE COSTO POR KILO POR FECHAS DE CAMBIO DEL REPUESTO
% TON EJECUTADAS SEGÚN VS.	HISTÓRICO DE % DE TONELADAS EJECUTADAS POR FECHAS DE CAMBIO DEL REPUESTO
TON VS. VS TON CAMBIO	HISTÓRICO DE TONELADAS EJECUTADAS VS VARIABLE DE CONTROL DEFINIDA POR FECHAS DE CAMBIO DEL REPUESTO
CANTIDAD DE REPUESTO UTILIZADO	HISTÓRICO DE CANTIDAD DE REPUESTOS UTILIZADOS POR FECHAS DE CAMBIO
OBSERVACIÓN CAMBIO REPUESTO	HISTÓRICO DE OBSERVACIONES DE ANOMALÍAS O DATOS PUNTALES POR CAMBIO DE REPUESTOS EJECUTADOS

LEAD TIME MAL	
LEAD TIME IMPORTACIÓN AÉREO	TIEMPO ESTIMADO DE LLEGADA A ALMACÉN DE CADA REPUESTO (NACIONAL/IMPORTACIÓN) DESPUÉS DE APROBADA LA SOLICITUD DE REPUESTO
LEAD TIME IMPORTACIÓN MARÍTIMO	
MES DE SOLICITUD REPUESTO	APROX. FECHA IDEAL DE SOLICITUD PARA GESTIONAR LA APROBACIÓN DE COMPRA Y FABRICACIÓN DE REPUESTO
FECHA IDEAL LLEGADA ALMACÉN	APROX. FECHA IDEAL DE LLEGADA DE REPUESTO ANTES DE LLEGAR AL 100% DE VIDA ÚTIL SEGÚN VARIABLE DE CONTROL
FECHA 1 CAMBIO REPUESTO	APROX. FECHA IDEAL DE CADA CAMBIO DE REPUESTO DE ACUERDO A LA VARIABLE DE CONTROL Y ÚLTIMO CAMBIO DEL MISMO (ESTO CON EL FIN DE PROYECTAR EN EL AÑO LA CANTIDAD DE CAMBIO QUE EL ELEMENTO TENDRÍA SEGÚN EL TREN DE PRODUCCIÓN PRESUPUESTADO Y EJECUTADO EN PLANTA DE PRODUCCIÓN)
FECHA 2 CAMBIO REPUESTO	
FECHA 3 CAMBIO REPUESTO	
REPUESTO EN PEDIDO	CANTIDAD DE REPUESTOS SOLICITADOS POR MANTENIMIENTO PENDIENTES DE LLEGADA A ALMACÉN
GENERAL INVENTARIO BDGA 1 - 2	CANTIDAD DE REPUESTOS EXISTENTES EN FÍSICO EN CADA BODEGA DEL ALMACÉN DE INVENTARIOS
TOTAL INVENTARIO BDGA 1	CANTIDAD DE REPUESTOS EXISTENTES EN FÍSICO EN LA BODEGA DE PLANTA DEL ALMACÉN DE INVENTARIOS
FÍSICA DISPONIBLE BDGA 1	CANTIDAD DE REPUESTOS EXISTENTES EN FÍSICO DISPONIBLES PARA USO EN CUALQUIER EQUIPO DE LA BODEGA DE PLANTA DEL ALMACÉN DE INVENTARIOS
FÍSICA RESERVADA BDGA 1	CANTIDAD DE REPUESTOS EXISTENTES EN FÍSICO EN ATADOS A UNA ORDEN DE TRABAJO ESPECÍFICA DE UNO DE LOS EQUIPO DE LA BODEGA DE PLANTA DEL ALMACÉN DE INVENTARIOS
TOTAL INVENTARIO BDGA 2	CANTIDAD DE REPUESTOS EXISTENTES EN FÍSICO EN LA BODEGA DE CONSIGNACIÓN (SUMINISTRADOS POR PROVEEDORES PARA POSIBLE COMPRA DE PLANTA) DEL ALMACÉN DE INVENTARIOS
FÍSICA DISPONIBLE BDGA 2	CANTIDAD DE REPUESTOS EXISTENTES EN FÍSICO DISPONIBLES PARA USO EN CUALQUIER EQUIPO DE LA BODEGA DE CONSIGNACIÓN DEL ALMACÉN DE INVENTARIOS
FÍSICA RESERVADA BDGA 2	CANTIDAD DE REPUESTOS EXISTENTES EN FÍSICO EN ATADOS A UNA ORDEN DE TRABAJO ESPECÍFICA DE UNO DE LOS EQUIPO DE LA BODEGA DE CONSIGNACIÓN DEL ALMACÉN DE INVENTARIOS

Tabla 3 – Descripción de cada ítem del archivo para calculo general de Elementos de desgaste de formadora de ladrillo. (Autores, 2018).

Visto en archivo de Excel el cuadro presentaría la siguiente forma:

FECHA ACTUAL	ACUMULADO TOMELADAS PLANTA	DIAS NACIONALIZACION	LEAD TIME INTERNO (TRAMITES)
30/06/2018	73083	10	15

FOPL1	ALIMENTADOR Y FORMADORA MUN 620

SISTEMA EQUIPO	CODIGO REPUESTO	DESCRIPCION REPUESTO	FAMILIA DE REPUESTO	CANTIDAD DE CAMBIO	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO REPUESTO ACTUAL	VARIABLE DE CONTROL REPUESTO	\$/Kg IDEAL
TRANSMISION Y POTENCIA	10001	CORREAS 3PC 5000	CORREAS	6	UND	\$ 1,612,800.00	61000	\$ 0.03
TRANSMISION Y POTENCIA	10002	POLEA 10V Ø 550 MOTRIZ	POLEAS	1	UND	\$ 130,062.60	75000	\$ 0.00
TRANSMISION Y POTENCIA	10003	POLEA 10V Ø 550 CONDUCCIDA	POLEAS	1	UND	\$ 142,004.62	75000	\$ 0.00
ALIMENTADOR FORMADOR	10004	HELICES IZQUIERDAS/ DEPECHAS (MEZCLA HOMOGENEAS MATERIAL)	FABRICACION - ESP	1	JGO	\$ 3,350,000.00	96000	\$ 0.03
ALIMENTADOR FORMADOR	10005	JGO CAMISAS ALIMENTADOR FORMADORA (2 PZ)	REPUESTO - TECNO	1	JGO	\$ 24,100,000.00	95000	\$ 0.25
ALIMENTADOR FORMADOR	10006	BLUE BIPARTIDO (2 PZ)	FABRICACION - MEC	1	JGO	\$ 1,425,000.00	95000	\$ 0.02
ALIMENTADOR FORMADOR	10007	GRILLA EXTRUSION MATERIAL	FABRICACION - MEC	1	UND	\$ 4,500,000.00	95000	\$ 0.13
ALIMENTADOR FORMADOR	10008	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS	RODAMIENTOS	1	UND	\$ 648,888.00	125000	\$ 0.01
EXTRUSOR FORMADORA	10009	JGO CARACOL ES EXTRUSOR (2 PZ)	REPUESTO - TECNO	1	JGO	\$ 26,200,000.00	110000	\$ 0.24

E.D PLANTA 1 | Ton Proyec. 2018 | Transacciones Inv | Articulos Planta de Produccion | Inv. Alm. ...

Ilustración 14 - Proyecto MPv ED – E.D. PLANTA 1. (Autores, 2018)

FECHAS TRANSACCIONES REPUESTO	ANULADO TON X PZ	COSTO REPUESTO X PZ	\$/Kg. EJECUTADO	X TON EJECUTADO SEGUN Y.C.	TON Y.C. VS TON CAME	CANTIDAD DE REPUESTO UTILIZADO	OBSERVACION CAMBIO REPUESTO
12/07/2014		\$ 1,453,154.00		IX	-5000	0	
05/02/2015	I	\$ 1,453,154.00		IX	-5000	0	
14/07/2015	I	\$ 1,453,154.00		IX	-5000	0	
12/01/2016	5225	\$ 1,453,154.00	\$ 0.20	IX	-55775	0	
23/05/2016	63026	\$ 1,535,916.40	\$ 0.03	103X	2826	0	
22/10/2016	63153	\$ 1,248,615.00	\$ 0.02	104X	2453	0	
19/03/2017	63500	\$ 1,612,000.00	\$ 0.03	99X	-500	0	
04/08/2017	60277	\$ 1,612,000.00	\$ 0.03	99X	-425	0	
19/01/2018	61682	\$ 1,612,000.00	\$ 0.03	104X	682	0	
15/06/2018	62198	\$ 1,612,000.00	\$ 0.03	102X	1490	0	

Ilustración 15 - Proyecto MPv ED – E.D. PLANTA 1. (Autores, 2018)

ULTIMA FECHA DE CAMBIO	TONELADAS EJECUTADAS	TONELADAS FALTANTES PARA CAMBIO	% TON ACTUAL	TONELADAS FALTANTES PARA CAMBIO 2	FECHA PRESUPUESTO
15/06/2018	5814	55186	10%	128263	07/08/2018

E.D PLANTA 1 | Ton Proyec. 2018 | Transacciones Inv | Articulos Planta de Produccion | Inv. Alm: ...

Ilustración 16- Proyecto MPv ED – E.D. PLANTA 1. (Autores, 2018)

LEAD TIME MA	LEAD TIME IMPORTACION AEREO	LEAD TIME IMPORTACION MARITIMO	MES DE SOLICITUD REPUESTO	FECHA IDEAL LLEGADA ALMACEN	FECHA 1 CAMBIO REPUESTO	FECHA 2 CAMBIO REPUESTO	FECHA 3 CAMBIO REPUESTO
10	0	0	09/10/2018	28/10/2018	02/11/2018	26/12/2018	26/12/2018
17	0	0	02/11/2018	29/11/2018	04/12/2018	26/12/2018	26/12/2018
17	0	0	02/11/2018	29/11/2018	04/12/2018	26/12/2018	26/12/2018
25	0	0	10/07/2018	14/08/2018	19/08/2018	26/12/2018	26/12/2018
0	45	30	16/07/2018	26/07/2018	31/07/2018	26/12/2018	26/12/2018
25	0	0	25/05/2018	29/06/2018	04/07/2018	26/12/2018	26/12/2018
18	0	0	16/07/2018	13/08/2018	18/08/2018	05/11/2018	26/12/2018
5	0	0	15/11/2018	30/11/2018	05/12/2018	26/12/2018	26/12/2018
0	45	30	18/11/2018	28/11/2018	03/12/2018	26/12/2018	26/12/2018
20	0	0	25/07/2018	24/08/2018	29/08/2018	16/12/2018	26/12/2018

E.D PLANTA 1 | Hoja3 | Ton Proyec. 2018 | Transacciones Inv | Articulos Planta de Produccion | ...

Ilustración 17- Proyecto MPv ED – E.D. PLANTA 1. (Autores, 2018)

REPUESTO EN PEDIDO	GENERAL INVENTARIO B4q1 1-2	TOTAL INVENTARIO B4q1	FISICA DISPONIBLE B4q1	FISICA RESERVADA B4q1	TOTAL INVENTARIO B4q2	FISICA DISPONIBLE B4q2	FISICA RESERVADA B4q2
0	6	0	0	0	6	0	6
0	1	1	0	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	1	0	0	0

E.D PLANTA 1 | Ton Proyec. 2018 | Transacciones Inv | Articulos Planta de Produccion | Inv. Alm: ...

Ilustración 18 - Proyecto MPv ED – E.D. PLANTA 1. (Autores, 2018)

Con la información y los cálculos realizados en el archivo de Excel podemos garantizar que tenemos en la visual cada detalle relacionado con los repuestos designados como elementos de desgaste de la formadora y no solo se tendrá un análisis detallado de las fechas de cambio y cantidad de elementos necesarios para la misma si no que se podrá realizar una trazabilidad de cada repuestos y gestionar el inventario en el alancen dejando en stock lo necesario y solicitando la compra en fechas oportunas reduciendo de manera significativa los sobrecostos y tiempos que puedan ser representados por paradas no programadas debido a fallas en elementos de desgaste.

El archivo debe actualizarse de acuerdo a las transacciones, toneladas, inventario de almacén, costos y fechas de cambio que presenten cada mes los repuestos, esto con el fin de garantizar confiabilidad en los datos que arroje los cálculos del documento (Ver Anexo 1).

6.1.6 Estudio costos de mantenimiento de acuerdo al cambio oportuno de repuestos mecánicos de desgaste en el equipo.

Al no tener control y no gestionar los cambios oportunos de los elementos de desgaste de la formadora de ladrillo, el área de producción se ve afectada ya que se generan tiempos de parada no programadas los cuales representan para la compañía pérdidas ya que esas unidades que se dejan de producir impactan en la entrega efectiva de producto por problemas de calidad y tiempos debido a la sobreproducción.

Por tal motivo se realiza un estudio de costos basado en los tiempos perdidos por fallas de los 14 repuestos clasificados como elementos de desgaste, estos datos son verificados en el formato ABC de paradas que la compañía tiene para el equipo, allí, se pueden evidenciar las fechas en que la máquina se detuvo para realizar mantenimiento no programado, la duración en minutos, el tipo de paradas y las observaciones que el operario documenta relacionadas con el tipo de falla.

ABC PARADAS ELEMENTOS DESGASTE FORMADORA DE LADRILLO	FECHA	TIEMPO MIN	NOMBRE EQUIPO	FASE	TIPO DE PARADA	DESCRIPCION PARADA	OBSERVACIONES	COSTO REPUESTO
	12-ene-16	170	FORMADORA	Moldear	M	ROTURA DE CORREAS	CORREAS DE LA FORMADORA PRESENTAN ALTO DESGASTE	\$ 1.453.194,00
	20-ene-16	307	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA DE TACOS	SE PRESENTA ALTO DESGASTE EN TACOS DE	\$ 806.400,00
	8-feb-16	327	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA REVESTIMIENTOS CAMISAS POSTERIOR Y FRONTAL	SE DETIENE MOLDEO PARA RETIRAR UN PEDAZO DE METAL QUE LLEGA AL MOLDE AL PARECER ES UN PEDAZO DE CAMISA FRONTAL Y POSTERIOR	\$ 6.700.000,00
	8-feb-16	302	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA REVESTIMIENTOS CAMISA ANILLO INTERMEDIO	SE DETIENE PRODUCCIÓN PARA RETIRAR UN PEDAZO DE CAMISA ANILLO INTERMEDIO	\$ 7.350.000,00
	8-feb-16	530	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA HÉLICES FORMADORA	SE CAMBIAN HÉLICES DE FORMADORA PRESENTAN ALTO DESGASTE	\$ 3.350.000,00
	12-feb-16	250	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA GRILLAS	ROTURA CARACOLES DE FORMADORA	\$ 5.500.000,00
	13-abr-16	210	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA PORTATACOS	SE REALIZA INSPECCIÓN A LA ZONA DE LOS PORTATACOS PARA CAMBIARLOS POR ROTURA	\$ 390.000,00
	1-may-16	234	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA GRILLAS	SE DETIENE PRODUCCIÓN POR ROTURA DE GRILLAS	\$ 5.500.000,00
	11-may-16	387	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA DE TACOS	SE RETIRAN TACOS EN MAL ESTADO	\$ 806.400,00
	29-may-16	240	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA DE CORREAS	CORREAS DE LA FORMADORA PRESENTAN ALTO DESGASTE	\$ 1.536.916,48
	13-jun-16	187	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA PORTATACOS	SE CAMBIAN PORTATACOS POR ROTURA EN LA FORMADORA	\$ 390.000,00
	15-jun-16	323	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA POLEAS	SE DETIENE PRODUCCIÓN POR ROTURA DE GRILLAS FORMADORA POR ROTURA DE POLEAS	\$ 272.067,22
	18-jun-16	367	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA RODAMIENTO	SE DESGASTA RODAMIENTO RÍGIDO	\$ 648.898,00
	15-jul-16	273	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA GRILLAS	SE PRESENTA ROTURA DE GRILLAS	\$ 5.500.000,00
	27-jul-16	1201	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA REVESTIMIENTOS CAMISA ALIMENTADOR	ROTURA CAMISAS ALIMENTADOR	\$ 24.100.000,00
	27-jul-16	610	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA BUJES BIPARTIDOS	SE DETIENE PRODUCCIÓN POR FORZAMIENTO EL EXTRUSOR SE REVISLA LA MÁQUINA Y SE ENCUENTRA UN BUJE BIPARTIDO	\$ 1.428.000,00
	8-ago-16	751	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA REVESTIMIENTOS CAMISA ANILLO INTERMEDIO	SE DETIENE MOLDEO PARA RETIRAR UN PEDAZO DE CAMISA ANILLO INTERMEDIO	\$ 7.350.000,00
	12-ago-16	167	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA PORTATACOS	SE CAMBIAN PORTATACOS POR DESGASTE (ROTOS)	\$ 390.000,00
	22-ago-16	285	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA DE TACOS	ROTURA DE TACOS EN FORMADORA	\$ 806.400,00
	8-sept-16	690	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA HÉLICES FORMADORA	SE CAMBIAN HÉLICES DE FORMADORA PRESENTAN ALTO DESGASTE	\$ 3.350.000,00
	8-sept-16	790	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA CARACOLES	ROTURA CARACOLES DE FORMADORA	\$ 26.200.000,00
	5-oct-16	1050	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA REVESTIMIENTOS CAMISAS POSTERIOR Y FRONTAL	SE DETIENE MOLDEO PARA RETIRAR UN PEDAZO DE METAL QUE LLEGA AL MOLDE AL PARECER ES UN PEDAZO	\$ 6.700.000,00
	8-oct-16	198	FORMADORA	Moldeo	M	ROTURA GRILLAS	SE DETIENE PRODUCCIÓN POR ROTURA DE GRILLAS	\$ 4.500.000,00

Tabla 4 - COSTOS MPv ED (Hoja Base ABC Paradas). (Autores, 2018)

Analizando los datos podemos discriminar las fallas por año de producción, tipo de falla, totalidad de minutos generados por la parada no programada de la formadora, cantidad de intervenciones con históricos registrados del 2016 al presente año.

PARADAS ELEMENTOS DE DESGASTE REGISTRADAS ABC			
	2016	2017	2018
PRODUCCION (MIN)	525.600	525.600	525.600
FALLAS MECANICAS (MIN)	11.856	12.508	4.952

Tabla 5 – Tiempos de fallas presentados en la formadora histórico 2016/17/18 (Costos MPv.- Hoja COSTOS CORREC. VS PROGRA). (Autores, 2018)

2016		
TIPO DE FALLA	TIEMPO MIN	Cant. Intervenciones año
ROTURA POLEAS	623	2
ROTURA BUJES BIPARTIDOS	610	1
ROTURA CARACOLES	790	1
ROTURA DE CORREAS	561	3
ROTURA DE TACOS	1249	4
ROTURA GRILLAS	961	4
ROTURA HÉLICES FORMADORA	1210	2
ROTURA PORTATACOS	754	4
ROTURA REVESTIMIENTOS CAMISA ALIMENTADOR	1201	1
ROTURA REVESTIMIENTOS CAMISA ANILLO INTERMEDIO	1553	2
ROTURA REVESTIMIENTOS CAMISAS POSTERIOR Y FRONTAL	1977	2
ROTURA RODAMIENTO	367	1
TOTAL	11856	27
2017		
TIPO DE FALLA	TIEMPO MIN	Cant. Intervenciones año
ROTURA POLEAS	735	2
ROTURA BUJES BIPARTIDOS	1125	2
ROTURA CARACOLES	660	1
ROTURA DE CORREAS	465	2
ROTURA DE TACOS	935	3
ROTURA GRILLAS	1089	5
ROTURA HÉLICES FORMADORA	1165	2
ROTURA PORTATACOS	975	6
ROTURA REVESTIMIENTOS CAMISA ALIMENTADOR	2478	2
ROTURA REVESTIMIENTOS CAMISA ANILLO INTERMEDIO	1696	2
ROTURA REVESTIMIENTOS CAMISAS POSTERIOR Y FRONTAL	890	1
ROTURA RODAMIENTO	295	1
TOTAL	12508	29
2018		
TIPO DE FALLA	TIEMPO MIN	Cant. Intervenciones año
ROTURA POLEAS	216	1
ROTURA CARACOLES	890	1
ROTURA DE CORREAS	557	2
ROTURA DE TACOS	298	1
ROTURA GRILLAS	358	2
ROTURA PORTATACOS	305	2
ROTURA REVESTIMIENTOS CAMISA ANILLO INTERMEDIO	867	1
ROTURA REVESTIMIENTOS CAMISAS POSTERIOR Y FRONTAL	1151	1
ROTURA RODAMIENTO	310	1
TOTAL	4952	12

Tabla 6 – Tipos de parada elementos de desgaste formadora de ladrillo. (Autores, 2018)

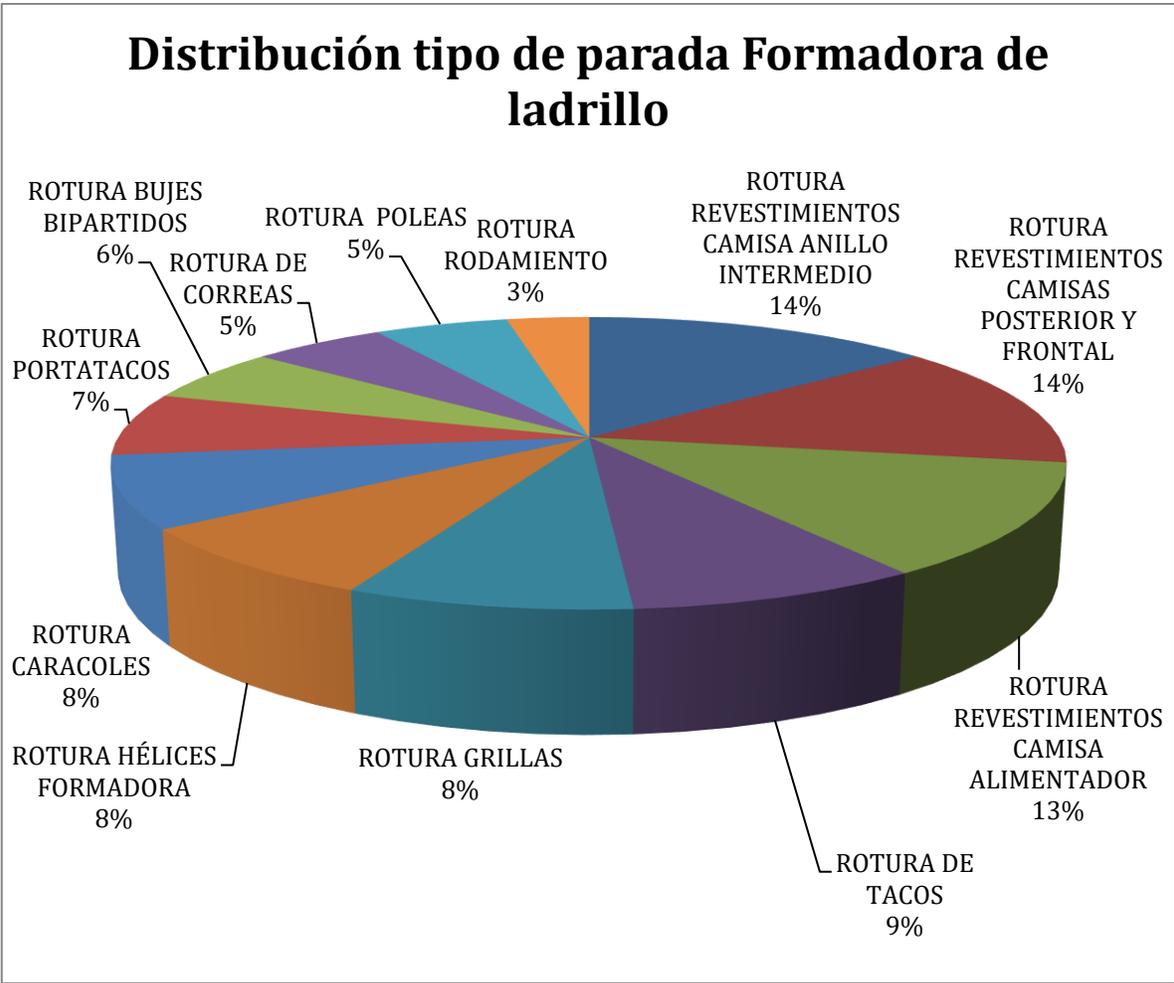


Ilustración 19– % Distribución tipo de parada Formadora de Ladrillo Histórico 2016/17/18.

(Autores, 2018)

El acumulado de fallas o paradas no programadas por elementos de desgaste en el equipo representa el 2% de las toneladas producidas por año, este porcentaje representa unidades de ladrillo que la empresa deja de vender.

Para calcular las pérdidas económicas de la empresa se debe tener presente el costo de la referencia de ladrillo producida al igual que el peso del mismo, los tiempos de producción que la compañía maneja, es este caso se trabajan en tres turnos A-B-C- (24 horas continuas de producción), el

histórico de toneladas de arcilla ejecutadas en el 2016, 2017 y 2018 y toneladas arcilla presupuestado para los meses restantes del año 2018:

COSTOS Y PESO DE UNIDAD LADRILLO	COSTO MARGEN REFERENCIA PRODUCTO UNIDAD FORMADORA			PESO KG REF
	2016	2017	2018	2016/17/18
	\$ 170	\$ 214	\$ 254	5,2

Tabla 7 – Costo y peso unidad de ladrillo histórico 2016/7/8 (Costos MPv.- Hoja COSTOS CORREC. VS PROGRA). (Autores, 2018)

Con la información obtenida se procede a convertir las toneladas ejecutadas para la planta en unidades de ladrillo y así tener claridad de la pérdida económica por año que representan las unidades no producidas por fallas en los elementos de desgaste:

	TOTAL TONELADAS EJECUTADAS	PENDIENTES TONELADAS A EJECUTAR	TOTAL PROMEDIO DIA	UNIDADES DE LADRILLO TOTALES	PENDIENTES UNIDADES LADRILLO EJECUTAR	PROMEDIO UNIDADES LADRILLO POR DIA	PROMEDIO UNIDADES LADRILLO POR MIN
FORMADORA 2018	74.731	79.928	416	14.371.355	15.370.788	80.085	55,61438434
FORMADORA 2017	150.858	0	414	29.011.152	-	79.660	55,31958702
FORMADORA 2016	156.079	0	427	30.015.183	-	82.203	57,08559153

Tabla 8 – Consolidado de toneladas de arcilla y unidades de ladrillo por año (Costos MPv.- Hoja COSTOS CORREC. VS PROGRA). (Autores, 2018)

AÑO	PARADAS (MIN) FALLAS MECANICAS E.D.	UNIDADES PERDIDAS POR FALLAS	COSTO PERDIDAS POR UND. NO PRODUCIDAS
2018	4.952	275.402	\$ 69.952.217,54
2017	12.508	691.937	\$ 147.824.829,37
2016	11.856	676.807	\$ 115.057.151,44

Tabla 9 – costo por unidades de ladrillo no producido (Costos MPv.- Hoja COSTOS CORREC. VS PROGRA). (Autores, 2018)

Por año se observa que las pérdidas por unidades de ladrillo que no se produce en la formadora de ladrillo superan los 100 millones de pesos, lo cual es una suma considerable para la compañía a excepción del año 2018 ya que el cálculo debe realizarse asumiendo posibles fallas por la falta de gestión, para ello se crea una tabla la cual contenga los repuestos de desgaste con el cálculo de los cambio que se deben hacer para el año 2018 con el estimado de tiempos de ejecución de mantenimiento por repuesto y el promedio de minutos de falla según históricos, con el fin de tener un acumulado de paradas no programadas.

CODIGO REPUESTO	DESCRIPCION REPUESTO	TIEMPO EJECUCION MTTO PROGRAMADO	FECHA 1 CAMBIO REPUESTO	PROMEDIO MIN DE FALLA	FECHA 2 CAMBIO REPUESTO	PROMEDIO MIN DE FALLA	FECHA 3 CAMBIO REPUESTO	PROMEDIO MIN DE FALLA
10001	CORREAS SPC 5000	60	2/11/2018	226				
10002	POLEA 10V Ø 550 MOTRIZ	30	4/12/2018	315				
10003	POLEA 10V Ø 550 CONDUCTIDA		4/12/2018					
10004	HELICES IZQUIERDAS/ DERECHAS (MEZCLA HOMOGENEAS MATERIAL)	90	19/08/2018	594				
10005	JGO CAMISAS ALIMENTADOR FORMADORA (2 PZ)	90	31/07/2018	1226				
10006	BUJE BIPARTIDO (2 PZ)	120	4/07/2018	578				
10007	GRILLA EXTRUSION MATERIAL	40	18/08/2018	219	5/11/2018	219		
10008	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS	60	5/12/2018	324				
10009	JGO CARACOLES EXTRUSOR (2 PZ)	120	3/12/2018	780				
10010	TACOS (16 PZ - CORTABARROS)	50	29/08/2018	310	16/12/2018	310		
10012	CAMISA ANILLO INTERMEDIO	90	15/11/2018	823				
10011	CAMISA POSTERIOR	90	25/10/2018	1005				
10013	CAMISA FRONTAL		25/10/2018					
10014	PORTATACOS (6 PZ)	30	11/07/2018	170	15/09/2018	170	18/11/2018	170

Tabla 10 – Tiempos de mantenimiento y paradas no programada de junio a diciembre del 2018

(Costos MPv.- Hoja COSTOS CORREC. VS PROGRA). (Autores, 2018)

Al no gestionar el cambio de elementos de desgaste el acumulado estimado en minutos llega a 7436 y el acumulado estimado de minutos que se ejecutaría en cada cambio de repuesto llega a 1020.

FACHA DE CAMBIO 1		FACHA DE CAMBIO 2		FACHA DE CAMBIO 3		GENERAL CAMBIOS PDTE 2018	
TIEMPO EJECUCION MTTO	PROMEDIO MIN. DE FALLA	TIEMPO EJECUCION MTTO	PROMEDIO MIN. DE FALLA	TIEMPO EJECUCION MTTO	PROMEDIO MIN. DE FALLA	TIEMPO EJECUCION MTTO	PROMEDIO MIN. DE FALLA
870	6570	120	699	30	170	1020	7438

Tabla 11– Acumulado de minutos por ejecución de mantenimiento de cambio de repuestos de desgaste y tiempos por paradas no programadas en Formadora de ladrillo (Costos MPv.- Hoja

COSTOS CORREC. VS PROGRA). (Autores, 2018)

Definido los tiempos estimados de mantenimiento tanto programado como correctivos, se puede calcular las cantidades de ladrillos que la formadora no produciría si los repuestos de desgaste no se controlaran dando como resultado un costo de \$ 90.659.284 millones terminado el 2018 lo que a la final representa en costos la implementación del proyecto en la compañía.

AÑO	TIEMPO(MIN) PROMEDIO POSIBLES BARADAS POR NO EJECUTAR MPv	TIEMPO PROMEDIO (MIN) MITTO E.D. EN LA FORMADORA	POSIBLES UNIDADES EJECUTADAS EN TIEMPO NO PERDIDOS	COSTO ESTIMADO AHORRADO POR GESTIONAR MPv
2018	7.438	1.020	356926	\$ 90.659.284,61

Tabla 12– Costo estimado de ahorro por implementación de proyecto en la compañía (Costos MPv.-

Hoja COSTOS CORREC. VS PROGRA). (Autores, 2018)

7. RESULTADOS

- Se consolida la información del equipo formadora de ladrillo, gracias a la taxonomía de los repuestos de desgaste para cambio programado en el mantenimiento preventivo que realice el área de mantenimiento.
- Se crea un archivo en Excel compilando la información de los lead times de cada uno de los repuestos de desgaste así como las fechas oportunas de llegada a almacén y cambio en el equipo
- Se evidencia que al tener un control de los cambio de repuestos de desgaste, toneladas producidas y variables de control de los elementos, el área de mantenimiento puede programar los mantenimientos preventivos reduciendo los sobrecostos que se dan por paradas no programadas.

- La programación de las órdenes de mantenimiento se ejecutara en fechas ya visualizadas, teniendo en cuenta la fecha oportuna de llegada de elementos al almacén de inventario y la fecha oportuna de cambio, gracias a las toneladas efectivas que se den durante la producción diaria de la planta.

8. ANÁLISIS FINANCIERO

Como objetivo se tiene el demostrar la viabilidad de la implementación del proyecto en la compañía no solo en gestión del proceso de mantenimiento si no el ahorro de costos por la disminución de fallas o paradas no programadas en la Formadora de ladrillo.

Para ello el análisis financiero no solo cuenta con el cálculo estimado del retorno de la inversión (ROI) si no de los costos tanto de implementación del proyecto al igual que el valor actual neto (VNA) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

8.1 Análisis Inversión implementación de proyecto en empresa ladrillera

Para ejecutar la implementación del proyecto en la empresa ladrillera se asumen costos de los valores de costo horas hombre que actualmente trabaja en la compañía al igual que los costos hombre de los consultores y/o asesores que para el caso son los autores del proyecto.

Para el plan de implementación se definen los días hábiles de trabajo, días laborales por mes y duración del proyecto que por recomendación del empresa debe ser de 6 meses.

EJECUCION DEL PROYECTO	
DIAS	120
DIAS LABORABLES MES	20
DURACION PROYECTO MESES	6

Tabla 13 – Tabla ejecución del proyecto (Costos MPv.- Hoja ROI -VNA-TIR). (Autores, 2018)

Luego se definen las actividades de ejecución asignando sub-actividades, recursos, lo cuales van clasificados como recursos propios de la compañía y recursos externos, costo por hora y día de cada recurso y valores asignados a los insumos o adicionales que pueden generarse durante los 6 meses de la implementación.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	SUB-ACTIVIDAD	RECURSOS
CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE DESGASTE EQUIPO FORMADORA	<ul style="list-style-type: none"> • VERIFICAR LOS REPUESTOS QUE ACTUALMENTE TIENE EL EQUIPO PARA ASÍ DISCRIMINAR LOS REPUESTOS MECÁNICOS DE DESGASTE DETERMINANDO LA CANTIDAD NECESARIA DE CAMBIO, TIPO, ZONA O ÁREA DE LA MÁQUINA A LA QUE PERTENECE. 	VISITA INSTALACIONES LADRILLERA	ASESORES
			PLANEADOR DE MITO
			SUPERVISOR MECÁNICO
			TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO
		RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DEL EQUIPO GENERAL DE ÁREAS Y RECURSOS RELACIONADOS CON EL PROYECTO.	ASESORES
			PLANEADOR DE MITO
ESTRATEGIA DE GESTIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • IDENTIFICAR LAS ESTRATEGIAS ADECUADAS PARA LA GESTIÓN EN EL CAMBIO DE LOS REPUESTOS MECÁNICOS DE DESGASTE, MEDIANTE VARIABLES DE CONTROL, CICLOS, TIEMPOS DE ENTREGA (LEAD TIME), TIPO DE REPUESTO Y FECHAS OPORTUNAS DE SOLICITUD AL ÁREA COMERCIAL PARA GESTIONAR CON PROVEEDORES LA FABRICACIÓN Y/O ADQUISICIÓN DE REPUESTOS (SI NO SE ENCUENTRAN EN INVENTARIO DE LA COMPAÑÍA), DANDO CONTROL A LA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA FORMADORA DE LADRILLO. 	DETERMINAR TIEMPOS DE CAMBIO DE REPUESTOS DE DESGASTE	ASESORES
			PLANEADOR DE MITO
		ANALIZAR LAS VARIABLES DE CONTROL NECESARIAS PARA CADA TIPO DE REPUESTO DE DESGASTE	ASESORES
		DISEÑAR ARCHIVO EN EXCEL (CONTROL ELEMENTOS DE DESGASTE)	ASESORES
ESTUDIO COSTOS DE MANTENIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> • REALIZAR ESTUDIO DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO RELACIONADOS AL CAMBIO OPORTUNO DE REPUESTOS MECÁNICOS DE DESGASTE EN EL EQUIPO (PÉRDIDAS POR PARADAS NO PROGRAMADAS), CON EL FIN DE DEMOSTRAR LOS BENEFICIOS DE AHORRO QUE CONLLEVA EL CONTROL DE LOS ELEMENTOS DE DESGASTE EN EL EQUIPO FORMADORA DE LADRILLO. 	RECOPILAR COSTOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO EJECUTADOS (BARRIDO DE 2 AÑOS ATRÁS PARA TENER UNA DATA DE GASTOS CLARA).	ASESORES
			PLANEADOR DE MITO
		MATRIZ COMPARATIVA COSTOS MANTENIMIENTO PROGRAMADO VS MANTENIMIENTO CORRECTIVO	ASESORES
INSUMOS	CAPACITACIÓN	MANEJO SOFTWARE EXCEL (ACTUALIZACIÓN DE ARCHIVO, FÓRMULAS, ETC.)	ASESORES
			PLANEADOR DE MITO
			SUPERVISOR MECÁNICO
	TECNOLOGÍA	IMPRESORA	ASESORES
	PAPELERÍA	PAPEL (DOCUMENTOS)	ASESORES
		USB	ASESORES
TRANSPORTE	ESFEROS, LÁPICES, CUADERNOS	ASESORES	
	PRIVADO	ASESORES	

Tabla 14 – Propuesta implementación de proyecto 1 (Costos MPv.- Hoja ROI -VNA-TIR).
(Autores, 2018)

RECURSOS	CANTIDAD PERSONAL COMPAÑÍA	CANTIDAD PERSONAL EXTERNO	TIEMPO HRS X DÍA	DÍAS DE EJECUCIÓN
ASESORES		2	8	15
PLANEADOR DE MTTO	1		4	
SUPERVISOR MECÁNICO	1		4	
TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO	2		4	
ASESORES		2	8	15
PLANEADOR DE MTTO	1		4	
TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO	2		4	
LÍDER ALMACÉN	1		4	
ASESORES		2	8	10
PLANEADOR DE MTTO	1		4	4
ASESORES		2	8	15
ASESORES		2	8	25
ASESORES		2	8	15
PLANEADOR DE MTTO	1		4	5
ASESORES		2	8	25
ASESORES		2	4	5
PLANEADOR DE MTTO	1		4	5
SUPERVISOR MECÁNICO	1		4	5
ASESORES				
ASESORES				120

Tabla 15– Propuesta implementacion de proyecto 2 (Costos MPv.- Hoja ROI -VNA-TIR). (Autores, 2018)

RECURSOS	VALOR DIA PERSONAL INTERNO	VALOR DIA PERSONAL CONTRATADO	CANTIDAD INSUMOS	COSTO INSUMOS
ASESORES		\$ 150.000,00		
PLANEADOR DE MTTO	\$ 85.000,00			
SUPERVISOR MECÁNICO	\$ 85.000,00			
TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO	\$ 50.000,00			
ASESORES		\$ 150.000,00		
PLANEADOR DE MTTO	\$ 85.000,00			
TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO	\$ 50.000,00			
LÍDER ALMACÉN	\$ 40.000,00			
ASESORES		\$ 150.000,00		
PLANEADOR DE MTTO	\$ 85.000,00			
ASESORES		\$ 150.000,00		
ASESORES		\$ 150.000,00		
ASESORES		\$ 150.000,00		
PLANEADOR DE MTTO	\$ 85.000,00			
ASESORES		\$ 150.000,00		
ASESORES		\$ 150.000,00		
PLANEADOR DE MTTO	\$ 85.000,00			
SUPERVISOR MECÁNICO	\$ 85.000,00			
ASESORES			1	\$ 1.200.000,00
ASESORES			1	\$ 100.000,00
ASESORES			2	\$ 20.000,00
ASESORES			2	\$ 20.000,00
ASESORES			60	\$ 25.000,00

Tabla 16 – Propuesta implementacion de proyecto 3 (Costos MPv.- Hoja ROI -VNA-TIR).
(Autores, 2018)

RECURSOS	VALOR TOTAL INSUMOS	VALOR TOTAL PERSONAL INTERNO	VALOR TOTAL CONTRATADO	VALOR TOTAL ACTIVIDAD
ASESORES			\$ 4.500.000,00	\$ 4.500.000,00
PLANEADOR DE MTTO		\$ 637.500,00		\$ 637.500,00
SUPERVISOR MECÁNICO		\$ 637.500,00		\$ 637.500,00
TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO		\$ 750.000,00		\$ 750.000,00
ASESORES			\$ 4.500.000,00	\$ 4.500.000,00
PLANEADOR DE MTTO		\$ 637.500,00		\$ 637.500,00
TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO		\$ 750.000,00		\$ 750.000,00
LÍDER ALMACÉN		\$ 300.000,00		\$ 300.000,00
ASESORES			\$ 3.000.000,00	\$ 3.000.000,00
PLANEADOR DE MTTO		\$ 170.000,00		\$ 170.000,00
ASESORES			\$ 4.500.000,00	\$ 4.500.000,00
ASESORES			\$ 7.500.000,00	\$ 7.500.000,00
ASESORES			\$ 4.500.000,00	\$ 4.500.000,00
PLANEADOR DE MTTO		\$ 212.500,00		\$ 212.500,00
ASESORES			\$ 7.500.000,00	\$ 7.500.000,00
ASESORES			\$ 1.500.000,00	\$ 1.500.000,00
PLANEADOR DE MTTO		\$ 212.500,00		\$ 212.500,00
SUPERVISOR MECÁNICO		\$ 212.500,00		\$ 212.500,00
ASESORES	\$ 1.200.000,00			\$ 1.200.000,00
ASESORES	\$ 100.000,00			\$ 100.000,00
ASESORES	\$ 40.000,00			\$ 40.000,00
ASESORES	\$ 40.000,00			\$ 40.000,00
ASESORES	\$ 1.500.000,00			\$ 1.500.000,00

Tabla 17 – Propuesta implementación de proyecto 4 (Costos MPv.- Hoja ROI -VNA-TIR).
(Autores, 2018)

Esto en valores totales por recursos y de proyecto seria:

EJECUCION DEL PROYECTO	
DIAS	120
DIAS LABORABLES MES	20
DURACION PROYECTO MESES	6

ITEM	CANTIDAD PERSONAL COMPAÑÍA	CANTIDAD PERSONAL EXTERNO	VALOR TOTAL INSUMOS	VALOR TOTAL PERSONAL INTERNO	VALOR TOTAL CONTRATADO	VALOR TOTAL ACTIVIDAD
ASESORES		2	\$ 2.880.000		\$ 37.500.000	\$ 40.380.000
LÍDER ALMACÉN	1			\$ 300.000		\$ 300.000
PLANEADOR DE MITTO	1			\$ 1.870.000		\$ 1.870.000
SUPERVISOR MECÁNICO	1			\$ 850.000		\$ 850.000
TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO	2			\$ 1.500.000		\$ 1.500.000
Total general	1	2	\$ 2.880.000	\$ 4.520.000	\$ 37.500.000	\$ 44.900.000
VALOR TOTAL INSUMOS	VALOR TOTAL PERSONAL INTERNO		VALOR TOTAL CONTRATADO		VALOR TOTAL ACTIVIDAD	
\$ 2.880.000	\$ 4.520.000		\$ 37.500.000		\$ 44.900.000	

Tabla 18 – Valor total por recurso de proyecto (Autores, 2018)

Como resultado el valor total de la inversión para cumplir el proyecto de implementación seria de \$ 44.900.000 millones con duración de 6 meses.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	SUB -ACTIVIDAD	RECURSOS	CANTIDAD	TIEMPO HRS X DÍA	DÍAS DE EJECUCIÓN MENSUAL	COSTO UND DÍA	COSTO TOTAL
ACTUALIZACIÓN SOFTWARE EXCEL	SOFTWARE	ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN DE SOFTWARE DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	PLANEADOR DE MITTO	1	2	4	\$ 85.000	\$ 85.000
INSUMOS	COMPUTADOR	IMPRESORA	PLANEADOR DE MITTO	1	1	4	\$ 5.000	\$ 20.000
	PAPELARIA	PAPEL (DOCUMENTOS)	ASESORES	1	8	4	\$ 5.000	\$ 20.000
TOTAL								\$ 125.000

Tabla 19 – Valor total por recurso de proyecto (Autores, 2018)

El valor mensual permanente que tendría la compañía por la actualización y tiempos de manejo y gestión de elementos de desgaste en el software de Excel será de \$ 125.000 mil, después de implementado el proyecto (Ver Anexo 2).

8.2 Análisis financiero ROI, VNA Y TIR

Para evaluar la rentabilidad del proyecto se calcula el retorno de la inversión (ROI) si no de los costos tanto de implementación del proyecto al igual que el valor actual neto (VNA) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), con la claridad que la compañía para cálculos propone que el flujo neto efectivo debe ser de \$ 85.000.0000 millones con una tasa de descuento del 8% al 15% en un periodo menor a 2 años.

Con esta información se procedde a realizar calculo de cada ítem antes descrito.

8.2.1 Calculo retorno de la inversión (ROI)

Es importante tener presente que el calcular el retorno de la inversión del proyecto garantiza que la inversión es rentable para la compañía durante los dos primeros años de ejecución.

DATOS	VALORES
\$ APROBADO PERIODOS FLUJO NETO	\$ 85,000,000
TASA DE DESCUENTO	10%
TIPO DE PERIODO	MENSUAL
NUMERO DE PERIODOS	6
AHORRO MPv E.D. 2018	\$ 90,659,284.61
RETORNO DE LA INVERSION	
\$ APROBADO PERIODOS FLUJO NETO	\$ 85,000,000
INVERSION PROYECTO	\$ 44,900,000.00
ROI	
	89%

Tabla 20– Valor total por recurso de proyecto (Autores, 2018)

Al realizar el calculo del ROI en software Excel se demuestra que la rentabilidad de lproyecto es de un 89% ya que la inversión de implementación es de \$ 44.000.000 millones y el flujo neto aprobado es de de la compañía \$ 85.000.000 millones, esto sin tener en cuenta que el costo asumido de ahorro en 6 meses de ejecución después de implementado el proyecto es de \$ 90.659.285 millones, esto confirma que la rentabilidad del proyecto es de inversión positiva por el alto porcentaje de retorno (Ver Anexo 2).

8.2.2 Calculo valor actual neto (VNA)

Al realizar el cálculo del valor actual neto (VNA) en software Excel se evidencia que los flujos de ingresos, egresos del proyecto son viables ya que al descontar la inversión queda una ganancia de \$ 1.724.889 millones.

TABLA INTERNA DE RETORNO (TIR)	
TASA DE DESCUENTO	VAN
0%	\$14.300.000,00
5%	\$7.414.981,93
10%	\$1.724.889,01
15%	-\$3.028.758,83
25%	-\$10.453.280,00
30%	-\$13.383.421,45
35%	-\$15.917.271,91
40%	-\$18.123.656,81
45%	-\$20.057.214,74
50%	-\$21.761.728,40
TIR	21%

Tabla 22 – Valor total por recurso de proyecto (Autores, 2018)

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones

La propuesta de este plan de mantenimiento se desarrolló involucrando los siguientes aspectos enfocándose en los objetivos del documento de tal manera.

- ▶ Se realiza un estudio que permita identificar la situación actual del mantenimiento que se viene desarrollando para el equipo formadora de ladrillo en el departamento de mantenimiento, planteando mejoras de gestión en repuestos.
- ▶ Se generó un cuadro de información en Excel con datos necesarios de los repuestos de desgaste mecánico con el fin de gestionar las inspecciones, cambios y/o solicitudes de

compra de los repuestos de la formadora de ladrillo catalogados como elementos de desgaste mecánico.

- ▶ Se logra crear un alto impacto de conciencia por los beneficios de implementar un mantenimiento preventivo basado en repuestos de desgaste ya que permite demostrar el ahorro costo- producción con la gestión de cambio apropiada para una compañía manufactura, en este caso una ladrillera.
- ▶ Esta propuesta cuenta con las bases ideales para que sea implementada en cualquier industria manufacturera debido a que involucra herramientas que ofrecen resultados prometedores para una organización, garantizando la fiabilidad de los equipos de producción, logrando así impulsar a la organización al crecimiento continuo.

9.2 Recomendaciones

Con el fin de garantizar la propuesta de mantenimiento basada en cambio de elementos o repuestos de desgaste:

- ▶ Se recomienda una cultura organizacional enfocada a la gestión del cambio, generando así en cada uno de los colaboradores de la compañía una conciencia de cambio adecuada, la cual permitirá que la transición a este no sea tan dramática y forzada permitiendo obtener resultados.
- ▶ Es de recalcar que a la hora de ejecutar la presente propuesta se tengan definidas las funciones y roles que llevara cada uno de los trabajadores, ya que estas ayudaran a una implementación ideal y sin tropiezos.
- ▶ Se recomienda llevar una base de datos documental en el desarrollo que permita un acceso controlado y organizado a los inventarios de los repuestos críticos y a los mantenimientos programados, logrando el desarrollo exitoso del plan de mantenimiento en el equipo.

10. BIBLIOGRAFÍA

Arias, O. J. (2009). Mantenimiento y costos de gestion de sector empresarial en el valle de aburr". medellin, colombia.

Autores. (2018). Soacha, Cundinamarca.

B., F. B. (21 de Agosto de 2009). *slideshare*. Obtenido de slideshare: https://es.slideshare.net/fernandobarroso1/introduccion-a-la-gestion-del-mantenimiento?from_action=save

Castro, J. (21 de 10 de 2014). *Blog Corponet*. Obtenido de Blog Corponet: <http://blog.corponet.com.mx/beneficios-de-un-sistema-de-control-de-inventarios>

Cesar Augusto Albarracin Lara, C. D. (2018). propuesta para la implementacion de mantenimiento autonomo en la planta de produccion Pelikan S.A.S. Bogota, Cundinamarca, Colombia.

Cordero, P. D. (2008). Gestion integral del mantenimiento mediante la aplicacion de software de control.

Edwin Yecid González Gómez, E. R. (2018). Propuesta para la reestructuracion de la gestion de mantenimiento del grupo SDV-Colombia. Bogota, Cundinamarca, Colombia.

Grupo, B. (s.f.). *BS Grupo conocimiento para crecer*. Obtenido de BS Grupo conocimiento para crecer: <https://bsgrupo.com/bs-campus/blog/Que-es-Mantenimiento-Preventivo-1133>

Gutierrez, O. P. (2009). Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios.

Hernandez, M. P. (2013). Realizacion de una auditoria de mantenimiento en la UEB pasteurizadora cubanacan de placetas. Santa Clara, Cuba.

Ileana Pérez-Vergara, A. M.-L.-G.-O. (2012). Un modelo de gestión de inventarios para una empresa de productos alimenticios. *ND*, 11.

Jesús Ferrer. I.u.t.a. (2010). *Sección 02 De Higiene Y Seguridad Industrial*. Obtenido de <http://metodologia02.blogspot.com.co/p/operacionalizacion-de-variables.html>

Juan Manuel Izar Landeta, Carmen Berenice Ynzunza Cortés, Orlando Guarneros García. (2015). Variabilidad de la demanda del tiempo de entrega, existencias de seguridad y costos de inventario. *Science Direct*, 15.

Juan Manuel Izar Landetaa, Carmen Berenice Ynzunza Cortés, Enrique Zerme Pérez. (2014). Calculo del punto de reorden cuando el tiempo de entrega y la demanda estan correlacionados. *Science Direct*, 10.

- mantenimientopetroquimica. (s.f.). *mantenimientopetroquimica*. Obtenido de mantenimientopetroquimica:
<http://www.mantenimientopetroquimica.com/mantenimientopredictivo.html>
- mexico, u. (2015). *cdigital.dgb.uanl.mx*. Obtenido de *cdigital.dgb.uanl.mx*:
http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020150052/1020150052_03.pdf
- Nelson Albeiro Pineda Moreno, N. E. (2011). Diseño de la logística interna de materiales para mejorar la eficiencia de los procesos del sistema de producción de campanas extractoras en la empresa challenger. Bogota , Cundinamarca , Colombia.
- Nieto, E. (12 de 11 de 2014). *Fidestec*. Obtenido de Fidestec: <https://fidestec.com/blog/programa-mantenimiento-preventivo/>
- Pablo Viveros, Raúl Stegmaier, Fredy Kristjanpoller, Luis Barbera, Adolfo Crespo. (2012). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Science Direct*, 21.
- Palencia Garcia, O. (2007). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *ND*, 23.
- postings, R. (18 de Noviembre de 2017). *Articulos Instantaneos*. Obtenido de Articulos Instantaneos: <https://www.articulosinstantaneos.com/definicion-de-extrusion/>
- Rafael Antonio Ávila Félix, J. R. (s.f.). *Unidad Politecnica de Zacatecas*. Obtenido de Unidad Politecnica de Zacatecas:
<https://sites.google.com/site/procesosdefabricacion33/extrusion>
- Salih O. Duffuaa, A. R. (2006). *Sistemas de mantenimiento planeacion y control* . New York: Limusa wiley.
- Significados.com. (16 de 01 de 2015). *Significados.com*. Obtenido de Significados.com:
<https://www.significados.com/mantenimiento-correctivo/>
- stocklogistic. (11 de 06 de 2018). *stocklogistic*. Obtenido de stocklogistic:
<https://www.stocklogistic.com/sistema-gestion-de-almacenes/>
- Tapias, J. R. (2012). Diseño del departamento de mantenimiento para la empresa mab. Bogota, Cundinamarca, Colombia .
- Velazquez, A. C. (2010). Propuesta para la implementación de un óptimo control de inventarios en Artevivo Colombia E.U. Pereira.
- Welmar Gerraen Gutiérrez Rodríguez, J. A. (2011). Investigación de estándares para las labores de mantenimiento. Bogota , Cundinamarca, Colombia.

Zea, A. C. (23 de 04 de 2015). *inventariosenunaempresauniminuto*. Obtenido de inventariosenunaempresauniminuto:
<http://inventariosenunaempresauniminuto.blogspot.com/>