	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAR113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 1 de 106

FECHA | jueves, 1 de diciembre de 2016

Señores

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

BIBLIOTECA

Ciudad

SEDE/SECCIONAL/EXTENSIÓN	Extensión Soacha
---------------------------------	------------------

DOCUMENTO	Trabajo De Grado
------------------	------------------


FACULTAD	Ingeniería
-----------------	------------

NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
---	----------

PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Industrial
---------------------------	-----------------------

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	NO. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Bello Molano	María Fernanda	1.032.460.301
Quintero Saavedra	Diana Carolina	1.023.932.688

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAR113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 2 de 106

Director(Es) del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Bermúdez Figueroa	Carlos Augusto


TÍTULO DEL DOCUMENTO
DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA ORGANIZACIÓN LADRILLERA SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S. EN C EN EL MUNICIPIO DE SOACHA, CUNDINAMARCA

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
INGENIERO INDUSTRIAL

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS (Opcional)
01/12/2016	98


DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLES: (Usar como mínimo 6 descriptores)	
ESPAÑOL	INGLES
1. Mantenimiento	Maintenance
2. Plan de mantenimiento preventivo	Preventive maintenance plan
3. Departamento de mantenimiento	Maintenance department
4. Sistema de información	Information system
5. Estudio de criticidad	Criticality study
6. Indicadores de gestión	Management indicators
7. Costos	Costs

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAR113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 3 de 106

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS: (Máximo 250 palabras – 1530 caracteres):

El presente documento tiene como propósito presentar el diseño del plan de mantenimiento preventivo para la organización LADRILLERA SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S. EN C, para lo cual se efectuó la investigación descriptiva, iniciando con el diagnóstico empresarial para determinar objetivos y alcances del proyecto, de esta manera proponer, una metodología de trabajo ordenado donde las actividades correctivas y preventivas presenten resultados favorables para la organización. Mediante un sistema de información conformado por documentos tales como las hojas de vida de maquinaria, orden de mantenimiento, de salida, inventario, codificación de la maquinaria, y la integración de los mismos, se levanta una base de datos con la que se inicia un estudio de criticidad, teniendo en cuenta el impacto operacional, en mantenimiento, en ambiente, seguridad y salud en el trabajo, e impacto en calidad, según los datos obtenidos se ejecutan métodos para el cálculo de pronósticos, en este caso el método de regresión lineal y el de promedio móvil ponderado, dando como resultado las fechas óptimas para realizar los mantenimientos preventivos, permitiendo la construcción de cronogramas de mantenimiento. Adicionalmente, se crea un conjunto de indicadores de gestión cuyo objetivo es realizar un análisis cuantitativo del comportamiento que tendrá el departamento de mantenimiento y su efecto en la organización. Finalmente se realiza un análisis comparativo entre el costo de mantenimiento correctivo realizado en los meses de febrero, marzo y abril, y los posibles costos que se generarían del mantenimiento preventivo si la organización decide implementarlo en los meses de noviembre, diciembre y enero.

The following work aims to introduce each of the steps taken to design carry out the “design of preventive maintenance plan for the organization LADRILLERA IN SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S. C.” In this work, we use a descriptive research approach. First, we diagnosed the business model to determine objectives and scope of the project. We introduce a methodology where corrective and preventive activities can outcome favorable results for the organization. We utilized documents such as resumes of machinery, work orders, starting orders, inventories, and coding machinery. These documents were used to create a database to critically take into account the operational impact, maintenance, environment, safety and health at work place, and impact on quality. In consequence and according to data obtained from this study a linear regression and the weighted moving average forecasting methods are executed. In this case, the results from the linear regression method produced the optimum dates for perform preventive maintenance, allowing the scheduling of maintenance. Additionally, we created a set of performance indicators which aim to provide a quantitative analysis of the behavior that will have the maintenance department. All the proposed methods will highly contribute to the brick factory once it decides to implement the plan proposed in this paper. Finally, we compare the cost of corrective maintenance performed in the months of February, March and April, and the potential costs that would be generated

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAR113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 4 de 106

from preventive maintenance if the organization decides to implement it in the months of November, December and January.


AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado un alianza, son:
 Marque con una "x":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La conservación de los ejemplares necesarios en la Biblioteca.	X	
2. La consulta física o electrónica según corresponda.	X	
3. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
4. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
5. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
6. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAR113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 5 de 106

indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.


Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

Información Confidencial:

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAR113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 6 de 106

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI _x_ NO ___**. En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:


a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAR113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 7 de 106

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional, cuyo texto completo se puede consultar en biblioteca.unicundi.edu.co

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons : Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.




Nota:

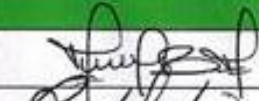
Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Título Trabajo de Grado o Documento.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA ORGANIZACIÓN LADRILLERA SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S. EN C EN EL MUNICIPIO DE SOACHA, CUNDINAMARCA.pdf	Texto

	MACROPROCESO DE APOYO	CODIGO: AAAr113
	PROCESO GESTION APOYO ACADEMICO	VERSION:1
	DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	PAGINA: 8 de 106

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA
Bello Molano Maria Fernanda	
Quintero Saavedra Diana Carolina	

**DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA
ORGANIZACIÓN LADRILLERA SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S. EN C EN EL
MUNICIPIO DE SOACHA, CUNDINAMARCA**

Maria Fernanda Bello Molano

Diana Carolina Quintero Saavedra

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
EXTENSIÓN SOACHA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
SOACHA
2016**

**DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA
ORGANIZACIÓN LADRILLERA SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S. EN C EN EL
MUNICIPIO DE SOACHA, CUNDINAMARCA**

**Maria Fernanda Bello Molano
Diana Carolina Quintero Saavedra**

Monografía

Magister Carlos Augusto Bermúdez Figueroa

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
EXTENSIÓN SOACHA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
SOACHA
2016**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Soacha, 01 de noviembre de 2016

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN.....	16
JUSTIFICACIÓN	19
OBJETIVOS	21
OBJETIVO GENERAL.....	21
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
ANTECEDENTES	22
1. MARCO REFERENCIAL	24
1.1 MARCO LEGAL.....	24
1.2 MARCO CONCEPTUAL	26
2. DISEÑO METODOLÓGICO	31
3. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	41
3.1 DIAGNÓSTICO EMPRESARIAL	41
3.2 PROCESO DE ELABORACIÓN PRODUCTOS DE ARCILLA	41
3.2.1 Etapa de explotación	42
3.2.2 Etapa de beneficio	43
3.2.3 Secado.	44
3.2.4 Cocción.....	45
3.3CULTURA EMPRESARIAL.....	46
3.3.1 MISIÓN.....	46
3.3.2 VISIÓN.....	46
3.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	47
3.5 INVENTARIO DE MAQUINARIA	49

3.6 ESTADO INICIAL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.....	49
3.7 PROCESO DE MANTENIMIENTO IMPLEMENTADO POR LA LADRILLERA SANTANDER DIAZ MUÑOZ S. EN C.....	50
3.8 TALLERES DE MANTENIMIENTO.....	51
3.9 MATRIZ DOFA.....	52
3.10 ESTRATEGIAS.....	53
4. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	55
4.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	55
4.2 NUEVO PROCESO DE MANTENIMIENTO POR PARTE DE LA LADRILLERA SANTANDER DIAZ MUÑOZ.....	58
4.3 MAPA DE PROCESOS.....	59
4.4 CODIFICACIÓN DE MAQUINARIA.....	60
4.5 SISTEMA DE INFORMACIÓN.....	61
4.5.1 Codificación de documentos y registros.....	61
4.5.2 Hojas de vida.....	62
4.5.3 Orden de mantenimiento.....	62
4.5.4 Orden de salida.....	63
4.5.5 Toma de tiempos.....	63
4.5.6 Integración de formatos.....	65
4.5.7 Cronogramas.....	66
4.5.8 Análisis de criticidad.....	66
4.6 MANUAL DE MANTENIMIENTO.....	73
5. SOCIALIZACIÓN Y ASESORIA DE LA PROPUESTA.....	74
6. INDICADORES DE GESTIÓN.....	76
6.1 INDICADOR: INDICIDENCIA DEL MANTENIMIENTO EN PRODUCCIÓN....	76
6.2 INDICADOR: PORCENTAJE DEL COSTO DE OPORTUNIDAD AL REALIZAR MANTENIMIENTO.....	77
6.3 INDICADOR: INCIDENCIA DEL COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO FRENTE AL COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO.....	78

6.4 INDICADOR: INCIDENCIA DEL COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO FRENTE AL COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO.....	79
6.5 INDICADOR: CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS. .	80
7. RESULTADOS: ANÁLISIS DE COSTOS.....	81
8. CONCLUSIONES	94
9. RECOMENDACIONES.....	95
10. BILIOGRAFÍA	96

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de flujo del proceso general.....	422
Figura 2. Proceso de extrusado y corte (línea 2)	444
Figura 3. Patio de secado natural	455
Figura 4.Horno Hoffman	466
Figura 5 Organigrama de la Ladrillera Santander	488
Figura 6. Proceso de mantenimiento realizado por la Organización	500
Figura 7. Matriz DOFA.....	52
Figura 8. Estrategias Matriz DOFA	53
Figura 9. Propuesta del Organigrama.....	57
Figura 10. Propuesta-Nuevo proceso de Mantenimiento	58
Figura 11. Mapa de Proceso - Elaboración de Productos de Arcilla.....	59
Figura 12. Ejemplo Codificación de Maquinaria.....	60
Figura 13. Pronostico de mantenimiento Horno Cámaras.....	70
Figura 14. Pronósticos de Mantenimiento de Cortadora 058.....	71
Figura 15. Símbolos de Flujogramas.....	73
Figura 16. Numero de mantenimientos.....	83
Figura 17. Costos Totales de mantenimiento preventivo VS Mantenimiento Correctivo.....	85
Figura 18. Costos Totales de mantenimiento preventivo VS Mantenimiento Correctivo (Sin Energia).....	86
Figura 19. Costos de Mantenimiento preventivo VS Costos de mantenimiento Correctivo.....	87

Figura 20. Fallas Mantenimiento Preventivo VS Mantenimiento Correctivo.....	88
Figura 21. Producción Aplazada Mtto Prev. VS Costos Mtto Correctivo.....	89
Figura 22. Costo fallas Línea 1.....	90
Figura 23. Costo fallas Línea 2.....	90
Figura 24. Costo de Fallas Línea Cocción 1.....	91
Figura 25. Costo de Fallas Línea Cocción 2.....	92
Figura 26. Costo MOD-MOI Mtto preventivo vs Mtto Correctivo.....	92

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Inventario Taller de Mantenimiento	51
Tabla 2. Codificación de documentos o registros	61
Tabla 3 Tablas de análisis Criticidad	67
Tabla 4 Costos totales con energía	84

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Socialización del alcance del Proyecto	74
Imagen 2. Socialización del alcance del Proyecto (Directivos Ladrillera Santander Díaz Muñoz S en C.....	74
Imagen 3. Socialización del alcance del proyecto N° 2	75

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1. INVENTARIO DE MAQUINARIA
- ANEXO 2.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO
- ANEXO 2.2 MANUAL DE MANTENIMIENTO
- ANEXO 3. CODIFICACIÓN
- ANEXO 4. HOJAS DE VIDA
- ANEXO 5. FORMATOS GENERALES
- ANEXO 6. REGISTRO DE TIEMPOS
- ANEXO 7. CRONOGRAMA
- ANEXO 8. CRITICIDAD
- ANEXO 9. PRONÓSTICO DE MTOS
- ANEXO 10. COSTOS

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA ORGANIZACIÓN LADRILLERA SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S.C EN EL MUNICIPIO DE SOACHA

AUTORES: María Fernanda Bello Molano, Diana Carolina Quintero Saavedra.

DESCRIPCIÓN:

El presente documento tiene como propósito presentar el diseño del plan de mantenimiento preventivo para la organización LADRILLERA SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S. EN C, para lo cual se efectuó la investigación descriptiva, iniciando con el diagnóstico empresarial para determinar objetivos y alcances del proyecto, de esta manera proponer una re-organización del departamento de mantenimiento, una metodología de trabajo ordenado donde las actividades correctivas y preventivas presenten resultados favorables para la organización. Mediante un sistema de información conformado por documentos tales como las hojas de vida de maquinaria, orden de mantenimiento, de salida, inventario, codificación de la maquinaria, y la integración de los mismos, se levanta una base de datos con la que se inicia un estudio de criticidad, teniendo en cuenta el impacto operacional, en mantenimiento, en ambiente, seguridad y salud en el trabajo, e impacto en calidad, cada uno de estos contienen ítems donde se puede identificar de manera cuantitativa el nivel de importancia que le da la organización a cada una de las máquinas, seguido a esto, y según los datos obtenidos del estudio de criticidad se ejecutan métodos para el cálculo de pronósticos, en este caso el método de regresión lineal y el de promedio móvil ponderado, dando como resultado las fechas óptimas para realizar los mantenimientos preventivos, permitiendo la construcción de cronogramas de mantenimiento. Adicionalmente, se crea un conjunto de indicadores de gestión cuyo objetivo es realizar un análisis cuantitativo del comportamiento que tendrá el departamento de mantenimiento y su efecto en la organización, tanto en eficiencia, tiempo y costos, desde el momento en que la ladrillera decida implementar el plan de mantenimiento propuesto en el presente

trabajo. Finalmente se realiza un análisis comparativo entre el costo de mantenimiento correctivo realizado en los meses de febrero, marzo y abril, y los posibles costos que se generarían del mantenimiento preventivo si la organización decide implementarlo en los meses de noviembre, diciembre y enero.

PALABRAS CLAVES:

Mantenimiento, plan de mantenimiento preventivo, departamento de mantenimiento, sistema de información, estudio de criticidad, indicadores de gestión, costos.

SUMMARY

TITLE: DESIGN PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR THE ORGANIZATION LADRILLERA S.C IN SANTANDER DÍAZ MUÑOZ Soacha

AUTHORS: Maria Fernanda Bello Molano, Diana Carolina Saavedra Quintero.

DESCRIPTION:

The following work aims to introduce each of the steps taken to design carry out the “design of preventive maintenance plan for the organization LADRILLERA IN SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S. C.” In this work, we use a descriptive research approach. First, we diagnosed the business model to determine objectives and scope of the project. The diagnostic allowed us to propose the reorganization of the maintenance department. We introduce a methodology where corrective and preventive activities can outcome favorable results for the organization. We utilized documents such as resumes of machinery, work orders, starting orders, inventories, and coding machinery. These documents were used to create a database to critically take into account the operational impact, maintenance, environment, safety and health at work place, and impact on quality. Each of these contain items that can identify quantitatively the level of importance given to each of the machines in the organization. In consequence and according to data obtained from this study a linear regression and the weighted moving average forecasting methods are executed. In this case, the results from the linear regression method produced the optimum dates for perform preventive maintenance, allowing the scheduling of maintenance. Additionally, we created a set of performance indicators which aim to provide a quantitative analysis of the behavior that will have the maintenance department and its effect on the organization, in efficiency, time and cost. All the proposed methods will highly contribute to the brick factory once it decides to implement the plan proposed in this paper. Finally, we compare the cost of corrective maintenance performed in the months of February, March and April, and the potential costs that would be generated from preventive maintenance if the organization decides to implement it in the months of November, December and January.

KEYWORDS:

Maintenance, preventive maintenance plan, maintenance department, information system criticality study, management indicators, costs.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, actualmente el mantenimiento es uno de los campos en los que las empresas tienen un gran trayecto por recorrer, para muchas de ellas es desconocida su importancia, lo ven generalmente como un gasto mas no como una inversión, pero varias de ellas quieren avanzar y mejorar poco a poco la gestión de cada una de sus áreas, y el mantenimiento no es la excepción, un ejemplo de ello es la LADRILLERA SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S en C, en donde se identificó la necesidad de crear el diseño de un plan de mantenimiento, con el objetivo de organizar el departamento de mantenimiento, y proponer mejoras en la compañía.

Como todos los inicios de un proyecto, se realizó el diagnostico de la empresa, se identificaron las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades, generando estrategias que permitieran un crecimiento significativo. El proyecto se enfoca específicamente en el departamento de mantenimiento y el diseño del plan, el cual permita la recolección y organización de datos, partiendo de ello se crea un sistema de información que brinde mayor estabilidad y control. Existen algunas normas que indican que el mantenimiento es necesario para las empresas e indican métodos para su diseño y desarrollo, teniendo en cuenta lo anterior, la organización dará un mayor grado de importancia a su maquinaria y equipo, teniendo en cuenta factores como: la producción, calidad, medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo.

Los beneficios que obtendrá la empresa, al decidir implementar la propuesta del plan de mantenimiento, se verán reflejados en costos e indicadores de gestión, al presentar la propuesta se plantean recomendaciones y consejos sobre su implementación a partir de la información obtenida, Y por último tomando un conjunto de datos históricos se realiza un diagnóstico de costos en contraste con y sin la ejecución del plan de mantenimiento ¿Cuál fue el diagnostico de la organización al iniciar el proyecto?, ¿Qué estrategias se generaran para garantizar mejoras en la organización?, ¿Cuál será el sistema de información que se diseñara?,¿Se observaran diferencias significativas entre los costos?.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Toda industria dentro del proceso productivo maneja una serie de equipos o maquinas las cuales al pasar el tiempo van perdiendo su funcionalidad si no se le realiza algún tipo de mantenimiento, este es necesario realizarlo para minimizar los costos de la organización. Según el artículo “Quijotes del mantenimiento” de la revista ACIEM (Asociación colombiana de Ingenieros) en Colombia esta temática empezó a tomar importancia en la década de los 80`s, para ese momento el mantenimiento era tomado con poca importancia debido a que se veía como un gasto, se relacionaba siempre el término mantenimiento con lo que hoy se conoce como mantenimiento correctivo.

La ACIEM, fue la institución encargada de abrir nuevas perspectivas sobre este campo en el país, por medio de la divulgación de programas, técnicas y conceptos generando mayor conciencia al respecto. Según el artículo anteriormente nombrado, para la primera década del siglo XXI esta temática fue importante para las organizaciones del país, asumiéndolo no como un gasto sino como una inversión, planteándose la pregunta si es económico y viable el realizar mantenimientos preventivos y predictivos con el estudio adecuado que requieren, o dejar las maquinas en su estado sin ejecutar ningún control, elaborando mantenimientos correctivos con riesgo de que lleguen las máquinas y equipos a un punto crítico en su funcionamiento en el momento menos esperado.

Hoy en día varias medianas y pequeñas empresas se encuentran en el camino de conocer e implementar adecuados planes de mantenimiento, donde observen el aporte que brinda esta área para garantizar que las líneas de producción sean eficientes y productivas. Un ejemplo de ellas es la organización LADRILLERA SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S.C, actualmente se realiza mantenimiento correctivo sobre maquinaria y equipo que presentan fallas en algún momento, lo que ocasiona cuellos de botella pues se debe detener la producción mientras se realiza el adecuado mantenimiento. Actualmente la confiabilidad de la maquinaria y equipos se ve afectada, teniendo como consecuencia la ineficiencia en el proceso productivo y a su vez presenta un aumento en los costos de operación.

De esta manera la organización LADRILLERA SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S.C tiene la necesidad de diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipos, permitiendo así que se encuentren siempre en un estado adecuado para cumplir con sus tareas dentro del proceso productivo, y así, evaluar si se puede lograr por este medio el objetivo de la organización el cual es minimizar los costos, adicionalmente se mejoraran otros factores como: productividad, evitar accidentes laborales, y despilfarro de material en la producción los cuales podrían causar un gran impacto ambiental, afectando negativamente la población donde se sitúa la organización.

JUSTIFICACIÓN

El director técnico de Renovetec (Organización de ingeniería y formación técnica en Mantenimiento industrial, ubicada en Madrid, España) Santiago García Garrido define el mantenimiento en su libro titulado Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial “como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.” Por esta razón se considera de vital importancia su implementación debido a que tiene una gran influencia sobre los costos, pues al no realizarlo en el momento adecuado se pueden dañar equipos vitales en el proceso productivo ocasionando altos costos de reparación o en su defecto el reemplazo de estos; el mantenimiento es liderado por el departamento de mantenimiento el cual es el encargado de proporcionar de forma oportuna y eficiente los soportes o servicios a equipos y/o maquinaria de toda la organización.

En compañía del departamento de mantenimiento de la organización LADRILLERA SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S.C se diseñara y llevara a cabo un plan de mantenimiento preventivo realizando intervenciones en la maquinaria y equipo antes de que ocurra la falla, por medio de la planificación y programación, donde sus políticas se basaran en la disponibilidad de maquinaria y tiempo, bajo condiciones de calidad y seguridad que encaminen a la organización bajo un funcionamiento integral, donde cada una de sus áreas se relacionen y se apoyen una a otra para su adecuado desempeño.

Adicionalmente al realizar mantenimiento preventivo habrá una disminución en la emisión de contaminantes y demás factores de impacto ambiental generados a la hora de realizar la extracción de arcilla y cocción de bloques, contribuyendo con la mejora de la calidad de vida de la población allí residente.

Para lograr lo anterior se tendrá en cuenta la tecnología, inversión y el recurso humano. El personal será capacitado sobre la programación de mantenimiento para alcanzar objetivos de mejora. De esta manera no solo la empresa se beneficiara

económicamente, sino que se identificaran las actividades específicas de cada labor, se generara compromiso y se mantendrá la fuerza de trabajo.

Por esta razón, se lleva a cabo el siguiente proyecto donde se diseñara el plan de mantenimiento preventivo de la organización LADRILLERA SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S.C, con el fin de evaluar el posible comportamiento de los costos si la organización decide implementar el plan. Por medio del diagnóstico de la organización, se identificaran falencias que se evaluaran y finalmente se realizara la respectiva asesoría al personal sobre la propuesta de mejora a plantear, para que realicen sus tareas de forma adecuada.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar por medio del diseño del plan de mantenimiento preventivo para la organización LADRILLERA SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S.C el comportamiento que pueden tener los costos con su implementación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el diagnóstico de la organización.
- Plantear el plan de mantenimiento preventivo.
- Brindar asesoría al personal de la compañía acerca del diseño del plan de mantenimiento preventivo y su contribución positiva al implementarlo en la organización.
- Verificar el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo realizado por la organización
- Analizar los posibles costos que se obtendrán si la organización decide implementar el plan de mantenimiento.

ANTECEDENTES

El mantenimiento industrial es una actividad que se desarrolla actualmente en las organizaciones de tipo industrial, cuyo objetivo es garantizar el funcionamiento de la maquinaria y equipo durante un proceso productivo y de esta manera obtener productos en el momento adecuado, bajo los estándares de calidad estipulados por cada compañía. Cabe señalar que el mantenimiento ha tenido un desarrollo paulatino desde la existencia del ser humano, donde a través de la interacción con la naturaleza y su instinto de supervivencia vio la necesidad de construir herramientas y así mismo el realizarles un mantenimiento a cada una de ellas para cumplir con su finalidad. Por tanto, el avance del ser humano siempre ha estado ligado a la ejecución del mantenimiento de una manera implícita, desarrollando esta actividad sin que él fuera consciente de su significado aplicándolo solo por necesidad.

La revolución industrial se inicia con la tecnificación de algunos procesos que reemplazaron algunas labores del ser humano, su desarrollo permitió que se diera un significado técnico al mantenimiento realizándolo de forma correctiva, es decir, el arreglo de la maquinaria y/o equipo una vez que estos presentaran algún tipo de falla ocasionando demoras en los procesos y exponiendo a los operarios a diversas situaciones de riesgo.

Una vez finalizada la primera guerra mundial Europa surge poco a poco de su crisis y EEUU obtiene mayor poder económico, esta situación permitió un dinamismo financiero e industrial, intensificando la producción en diversos campos de la economía, de esta manera las organizaciones se ven forzadas a seguir el ritmo que el mercado demandaba aumentando su nivel de productividad, para lograr esto era necesario garantizar el alistamiento y montaje de maquinaria en el momento adecuado. El estar en esta situación permite a estas organizaciones darse cuenta de la necesidad de implementar un tipo de mantenimiento que se realizara antes de que la maquinaria presente algún tipo de falla (mantenimiento preventivo).

Al pasar el tiempo se empieza a realizar mantenimiento predictivo, interviniendo en la maquinaria y/o equipo dependiendo de sus condiciones y obteniendo por medio

del cálculo de las probabilidades de que estas funciones en un tiempo determinado de acuerdo a sus condiciones operativas, por ejemplo si la maquinaria funciona a varios niveles de temperatura, presión, velocidad, etc.

Actualmente el mantenimiento no solo se limita a índices de productividad, también intervienen temas de seguridad e higiene en el trabajo y condiciones ambientales, de esta manera se hace necesario la inversión para mantener los equipos y maquinaria en circunstancias adecuadas para realizar sus funciones.

En Colombia hablamos de la Asociación colombiana de Ingenieros, quien fue la institución encargada de abrir nuevas perspectivas sobre este campo en el país, por medio de la divulgación de programas, técnicas y conceptos generando mayor conciencia al respecto. En el XIII Congreso Internacional de Mantenimiento (ACIEM) el presidente del comité organizador, el Ingeniero Raúl Salazar afirmó que actualmente en Colombia, a el mantenimiento se le brinda gran importancia, teniendo en cuenta su aporte y conexión a cada una de las áreas que conforman la empresa, en un principio se habló de Gestión del Mantenimiento, la cual consiste en realizar inspecciones, lubricación, y demás actividades con su respectivo análisis preventivo y programado, teniendo presente la tecnología, la inversión y los recursos humanos; donde estos últimos por medio de la capacitación cumplen con los objetivos de la generación de máximo valor en las empresas.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 MARCO LEGAL

La norma internacional ISO 14224 es una herramienta que permite definir y clasificar el tipo de avería o falla que presenta la maquinaria o equipo, para ello es necesario hacer un estudio que organice la información de tal manera que se priorice cada actividad de mantenimiento. Esta norma se fundamenta en los siguientes conceptos:

MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM): “El mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM es una metodología de análisis sistemática, objetiva y documentada, útil para el desarrollo u optimización de un plan de mantenimiento, que puede ser aplicada a cualquier tipo de instalación industrial.”¹ Garantiza el adecuado funcionamiento de la maquinaria disminuyendo de forma significativa el número de fallas minimizando su impacto en producción, seguridad y en la parte ambiental.

ANÁLISIS DE CRITICIDAD: Metodología que permite organizar por nivel de importancia los sistemas de información, instalaciones y maquinaria de una compañía, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones. Para llevar a cabo un análisis de criticidad es necesario definir el alcance, propósito del análisis, y establecer un criterio de evaluación que permita jerarquizar la información.

De esta manera, en el desarrollo del proyecto se realiza un análisis de criticidad, teniendo en cuenta el impacto operacional, en mantenimiento, en ambiente, seguridad y salud en el trabajo, e impacto en calidad, cada uno de estos contienen ítems donde se puede identificar de manera cuantitativa el nivel de importancia que le da la organización a cada una de las maquinas, seguido a esto, y según los datos obtenidos del estudio de criticidad se ejecutan métodos de pronósticos, en este caso el método de regresión lineal y el de promedio móvil ponderado, dando como

¹ Troffé Mario. (febrero, 2009). Base de datos de confiabilidad, dirigido a la gestión del conocimiento y mitigación de riesgos. Petrotecnia. P 12-23

resultado las fechas óptimas para realizar los mantenimientos preventivos, permitiendo la construcción de cronogramas de mantenimiento.

1.2 MARCO CONCEPTUAL

Con el fin de identificar cada uno de los términos que intervienen en el desarrollo del proyecto, se definen a continuación los conceptos claves sobre el tema general a tratar, para lograr una adecuada interpretación:

MAQUINARIA

Es un bien adquirido por una organización con el objetivo de fabricar productos en el menor tiempo posible, buscando mejorar el proceso productivo, aumentando el nivel de calidad y disminuyendo los costos de mano de obra.

EQUIPO

Son los bienes que contribuyen a los diferentes procesos de la organización. Por ejemplo en un proceso productivo, por medio del transporte, carga, suministro de materias primas, productos en proceso y terminados.

MANTENIMIENTO

Es una intervención que se realiza para garantizar el funcionamiento de cualquier tipo de activo durante determinado tiempo.

TIPOS DE MANTENIMIENTO:

- **MANTENIMIENTO PREVENTIVO:** Permite evitar que ocurran fallas en los diferentes tipos de activos, por medio del diseño e implementación de un plan de mantenimiento.
- **MANTENIMIENTO PREDICTIVO:** Es la intervención que se efectúa en la maquinaria y/o equipo dependiendo de sus condiciones, obteniendo por medio del cálculo de las probabilidades el funcionamiento en un tiempo determinado de acuerdo a sus condiciones operativas, por ejemplo si la maquinaria funciona a varios niveles de temperatura, presión, velocidad, etc.
- **MANTENIMIENTO CORRECTIVO:** Es la reparación que se ejecuta cuando el equipo y/o maquinaria presenta fallas en un momento determinado, su

objetivo es garantizar el mantenimiento lo más pronto posible sin incurrir en grandes costos de producción y tiempos improductivos.

ALISTAMIENTO

Es el procedimiento mediante el cual el colaborador prepara la máquina, equipo y herramienta necesaria para llevar a cabo el mantenimiento asignado en el menor tiempo posible garantizando su labor.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Es el área encargada de gestionar todos los procesos de mantenimiento y preservación de los equipos a través del tiempo en la organización

DIAGNÓSTICO

Es un método de observación que permite conocer el estado actual de una organización, su posición en el mercado, identificar falencias, y a su vez crear estrategias que busquen la mejor solución a cada problema planteado.

TIPOS DE DIAGNOSTICO:

- **DIAGNÓSTICO INTERNO:** Es la evaluación de factores que afectan la gestión de la empresa, y pueden ser controlados por ella. Se realizara por medio de la matriz de diagnóstico del factor interno.
- **DIAGNÓSTICO EXTERNO**
Evalúa factores que afectan la empresa en gran medida pero no pueden ser controlados por la misma, debido a que vienen del entorno que la rodea.

MATRIZ DOFA

Es una herramienta que permite realizar un diagnóstico tanto interno como externo identificando las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas de una organización para conocer el estado actual y real de esta sobre determinados

aspectos de interés en la investigación. La matriz tiene múltiples aplicaciones, y su adecuada construcción nos permite la generación de estrategias de mejora.

INVENTARIO

Hace referencia a los bienes que posee una organización almacenados en un determinado lugar con el objetivo de cubrir distintas necesidades de procesos que ella realiza, por ejemplo en producción, el almacenamiento de materias primas, productos terminados, productos en proceso, insumos y materiales.

Se puede clasificar según su función:

- Inventario operativo
- Inventario de seguridad

COSTOS

Los costos hacen parte de la contabilidad de toda empresa, donde se ve expresado como todo aquel valor monetario que se orienta para adquirir un bien o servicio, en el momento en el que se adquieren los beneficios los activos disminuyen o se obtienen por medio de pasivos.

TIPOS DE COSTOS

- Costos variables
- Costos fijos
- Costos mixtos

MEDICIÓN E INDICADORES

La medición es una acción de control, la cual nos permite por medio de la comparación frente a algunos patrones realizar un diagnóstico sobre el desempeño o desarrollo de una actividad, labor o capacidad de una persona. Los indicadores son herramientas que permiten brindar un valor cuantitativo respecto a cualquier proceso o actividad de la organización.

TIPOS DE INDICADORES DE GESTIÓN

Se dividen según las actividades o principales aspectos que se deben evaluar para conocer el real desempeño de la organización.

- **Indicadores de Eficiencia:** se enfocan en el control y de evaluación del grado de aprovechamiento de los recursos, como se hicieron las cosas, para ellos es necesario tener referencias o estándares para ser comparados.
- **Indicadores de Eficacia:** se centran en los aspectos externos de la empresa, se enfoca en el papel que juegan los clientes y como estos afectan la eficacia de la empresa en otras palabras es el poder lograr los objetivos propuestos.

PLAN DE MANTENIMIENTO

Conjunto de actividades programadas para llevar a cabo los diferentes tipos de mantenimiento y reparación. Tiene como objetivo garantizar el funcionamiento de la maquinaria y equipo, contribuyendo al área de producción y la disminución de los costos en la organización.

Al construir un plan de mantenimiento es necesario tener en cuenta:

- **SISTEMA DE CODIFICACIÓN:**

Consiste en brindar un nombre sencillo y de fácil manejo a los diferentes equipos y maquinaria que posee la organización, este consta de siglas y números, donde se identificara la máquina, referencia, área y ubicación en la planta, permitiendo que todos los colaboradores que se encuentran en el proceso productivo majen de forma sencilla la información básica de cada uno de estos activos.

- **SISTEMA OPERATIVO DE MANTENIMIENTO:**

La evaluación de los sistemas de mantenimiento implementados en las organizaciones se realiza por medio de la recolección de datos tanto de la maquinaria y equipo como el intervalo entre mantenimiento, el tipo de repuestos que se utilizan, quienes son los encargados de realizar esta labor, entre otras.

MANUAL DE MANTENIMIENTO

Es una guía que brinda a la organización, y especialmente a los colaboradores el conocimiento sobre la práctica del mantenimiento, describiendo los procedimientos y normas necesarios para llevarlo a cabo, estandarizando los pasos y tiempos.

2. DISEÑO METODOLÓGICO

1. ACTIVIDAD: Realizar el diagnóstico de la empresa.

a. MÉTODO: Teórico - Practico

Se realizó el diagnóstico de la empresa por medio de la identificación de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas que posee la empresa.

- I. MATRIZ DOFA: “DOFA son las siglas usadas para referirse a una herramienta analítica que le permitirá trabajar con toda la información que posea sobre su negocio, útil para examinar sus Debilidades internas, Oportunidades externas, Fortalezas internas y Amenazas externas.

Este tipo de análisis representa un esfuerzo para examinar la interacción entre las características particulares de su negocio y el entorno en el cual este compete.

El análisis DOFA tiene múltiples aplicaciones y puede ser usado por todos los niveles de la corporación y en diferentes unidades de análisis tales como producto, mercado, línea del producto, corporación, empresa, división, unidad, estrategia de negocio, etc.

Muchas de las conclusiones obtenidas como resultado del análisis DOFA podrán ser de gran utilidad en el análisis del mercado y en las estrategias de mercadeo que diseñe y que califique para ser incorporadas en el plan de negocios.

El análisis DOFA debe enfocarse solamente hacia los factores claves para el éxito de su negocio. Debe resaltar las fortalezas y las debilidades diferenciales internas al compartir de manera objetiva y realista con la competencia y con las oportunidades y amenazas claves de entorno.”²

² Matriz DOFA [en línea]

<http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/portal/Polilibros/P_terminados/Planeacion_Estrategica_ultima_actualizacion/polilibro/Unidad%20IV/Tema4_5.htm>. [Citado el 26 de octubre de 2015]

II. VARIABLES:

- Debilidades
- Oportunidades
- Fortalezas
- Amenazas

III. LUGAR: Esta actividad se realizó dentro de la organización.

IV. TIEMPO: Se realizó en el transcurso de 30 días.

2. ACTIVIDAD: Plantear el plan de mantenimiento preventivo.

a. Realizar el inventario técnico de la planta.

I. MÉTODO: Práctico

Se realizó un recorrido por las instalaciones de la organización LADRILLERA SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S.C para reconocer y llevar un inventario de cada una de las máquinas y equipos que componen cada línea de producción.

Se tuvo en cuenta los siguientes factores:

- V. Características físicas de cada equipo
- VI. Repuestos necesarios
- VII. Marcas
- VIII. Planos (si existen), etc.

A continuación, se clasificaron estos equipos o máquinas para identificar las rutinas de mantenimiento preventivo a seguir, programar las actividades y la carga de trabajo para los colaboradores que realizaran este mantenimiento.

II. LUGAR: Esta actividad se realizó dentro de la organización.

III. TIEMPO: Se realizó en el transcurso de 30 días.

b. Diseñar un sistema de codificación.

I. MÉTODO: Práctico

Consiste en identificar mediante siglas y/o números (alfanumérico) cada equipo o instalación que forme parte del sistema o planta.

El sistema de codificación que se utilizó cumple con las siguientes condiciones:

- Ofrece un sistema lógico.
- Es capaz de aceptar cambios en los sistemas sin sufrir desorganización.
- Cada sistema toma un símbolo único.
- El símbolo deber ser fácil de entender y reconocer.
- Utiliza el mismo sistema de codificación para la planta.

II. LUGAR: Esta actividad se realizó dentro de la organización.

III. TIEMPO: Se realizó en el transcurso de 15 días.

c. Realizar un registro histórico de cada una de las maquinas u equipos que participan dentro del proceso productivo.

I. MÉTODO:

- i. PRÁCTICO: Diseño de formatos para diligenciar el registro histórico de las máquinas.
- ii. ESTADÍSTICO: Con los datos obtenidos de la realización del mantenimiento se pronosticó el periodo entre mantenimientos por medio del método de regresión lineal y promedio móvil ponderado, se divide en estas dos categorías según el análisis de importancia de cada máquina.

Este registro es importante para la compañía ya que es una buena forma de controlar los costos de mantenimiento.

El formato contiene:

II. VARIABLES

- i. Horas utilizadas en realizar el mantenimiento

- ii. Costo del mantenimiento (hará referencia al costo de mano de obra y repuestos)
 - III. PLAN DE ANÁLISIS: Para obtener el tiempo estándar que se debe utilizar en cada operación de mantenimiento y el costo, se realizó la toma de tiempos buscando la estandarización de los mismos, de esta manera se programó el mantenimiento preventivo de cada máquina y/o equipos.
 - IV. LUGAR: Esta actividad se realizó dentro de la organización.
 - V. TIEMPO: Se realizó en el transcurso de 60 días.
- d. Establecer un sistema operativo de mantenimiento

I. MÉTODO: Teórico-Estadístico

Evaluación de los sistemas de mantenimiento realizado actualmente en la organización LADRILLERA SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S.C se realiza por medio de la recolección de datos tanto de la maquinaria y equipo como el intervalo entre mantenimiento, el tipo de repuestos que se utilizan, quienes son los encargados de realizar esta labor, entre otras.

MÉTODO: Practico

APLICAR SISTEMA DE ORDEN DE TRABAJO: permite decidir que trabajo debe hacerse, el que, el cómo, el cuándo y dónde. Su aplicación permite planificar, ordenar, programar y controlar actividades, con el fin de realizar de forma adecuada en el menor tiempo posible y con la menor cantidad de costos posibles, en este caso su aplicación será para la organización de actividades del plan de mantenimiento, las funciones que se deben llevar a cabo para su realización son:

Solicitante: es aquella persona responsable de la producción, rentabilidad y productividad de la organización, es quien se encarga de solicitar el servicio de mantenimiento, así mismo se encarga de la aprobación o no, de la orden de trabajo de mantenimiento.

Planificador: se encarga de la selección y evaluación de cada solicitud y adicionalmente pero no menos importante, la planeación, estructuración, organización y control de cada una de las actividades que se deben llegar a cabo para implementar el sistema de orden de trabajo, en otras palabras se habla del método de mantenimiento óptimo que se llevara a cabo.

Ejecutor: es aquel que se encarga de llevar a cabo la solicitud de mantenimiento, siguiendo los pasos y recomendaciones dadas por el anterior, en sus manos, está el realmente optimizar tiempos, recursos, realizando un trabajo eficiente y efectivo.

MÉTODO DE CONTROL DE MATERIALES: su aplicación nos permite la organización de todas aquellas actividades que se deben ejecutar para realizar un análisis y control de costos de materiales requeridos. Para su realización es necesario contar con:

Solicitante: es quien presenta la solicitud de requerimiento de material, este últimos debe ser la cantidad necesaria, una vez lo recibe verifica su calidad y que cumpla con los requerimientos solicitados con anterioridad.

La unidad administrativa: es aquella encargada, en pocas palabras del manejo de inventario de los materiales y repuestos requeridos para llevar a cabo el mantenimiento como tal, verificar su calidad, que cumplan con los requerimientos de cada una de las máquinas, el manejo en el dinamismo del inventario, reabastecimiento del mismo, garantizar la conservación de las características de cada elemento, y suministrar a tiempo cada uno de los materiales cuando es solicitado, cumpliendo con las ordenes de solicitud.

SISTEMA DE CONTROL DE COSTOS: se encarga de la verificación del manejo de capital invertido en el plan de mantenimiento, en otras palabras es la inspección financiera del proceso de mantenimiento, observa si se cumplió con los objetivos planteados en un inicio, controlando y verificando el manejo de recursos asignados, si el trabajo será entregado a tiempo, si la documentación está en orden y muestra los procesos realizados a cabalidad.

VARIABLE:

- Costo o valor de llevar a cabo el mantenimiento
- Recursos y materiales utilizadas para el mantenimiento de equipos
- Tiempo estipulado para llevar a cabo el mantenimiento
- Tiempo real que se utiliza para el mantenimiento
- Proyección de requerimientos (pronostico)
- Costo de mano de obra directa

PLAN DE ANÁLISIS:

Se realizó una investigación por medio de la recolección de datos, tanto de la maquinaria con la que se cuenta, como del departamento de mantenimiento como tal, el encargado, los subalternos, nivel de especialización en la temática.

La selección y revisión de cada solicitud de servicio de mantenimiento, identificando su nivel de importancia, la forma adecuada de llevar a cabo el mantenimiento, la fecha en que se realizara, el tiempo que se requerirá para ello y la cantidad de materiales o repuestos necesarios.

El análisis de la cantidad de materiales es necesario para llevar un control estricto de la parte financiera de la tarea a realizar, garantizando en mayor porcentaje la rentabilidad de su implementación. Adicionalmente se realizó una inspección exhaustiva antes y durante el proceso para garantizar que se está cumpliendo con el plan diseñado.

VI. LUGAR: Esta actividad se realizó en la organización, específicamente en el almacén de repuestos e insumos y en el departamento de producción.

VII. TIEMPO: Se realizara en el transcurso de 2 meses.

- e. Diseñar la documentación necesaria para realizar los registros de mantenimiento.

- I. MÉTODO: PRÁCTICO: Diseño de formatos para diligenciar el registro histórico de las máquinas.
- II. MÉTODO: TEÓRICO: Recolección de información de las marcas de los equipos y/o maquinarias.
- III. VARIABLES:
 - i. Paradas no programadas
 - ii. Horas paradas por fallas operacionales
 - iii. Horas hombre en reparaciones correctivas
 - iv. Horas hombre mantenimiento preventivo

IV. PLAN DE ANÁLISIS:

El primer documento diseñado fue la hoja de vida de la maquinaria, es necesario tener archivos descriptivos de cada una de ellas, los cuales nos permiten conocer las especificaciones, los repuestos y materiales necesarios para realizar el mantenimiento conociendo la demanda de los mismos.

Para cada una de las actividades de mantenimiento se debe llevar un registro, logrando un control que garantice la inspección, verificación de las actividades y el manejo adecuado de los recursos (Orden de mantenimiento). Adicionalmente, se debe manejar registro de mantenimiento tanto preventivo como correctivo.

Se diseñó un diagrama de Gantt, el cual permitirá recopilar la información sobre la periodicidad del mantenimiento de cada máquina, su duración, el responsable, y la orden de mantenimiento.

“El manual de mantenimiento proporciona una base estándar para el adiestramiento del personal nuevo y del ya existente. (...) describe las normas, organización y procedimientos que se utilizan en una empresa para ejecutar la función de mantenimiento; incluyendo en los procedimientos, los métodos normalizados para el mantenimiento de las instalaciones físicas.”³

- V. LUGAR: Esta actividad se realizó dentro de la organización.

³ José Domingo Nava. 2001. APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA TEORÍA DE MANTENIMIENTO. Mérida–Venezuela. Universidad de los Andes, Consejo de publicaciones. Pág. 63

VI. TIEMPO: Se realizó en el transcurso de tres meses y quince días a medida que se desarrolla el diseño de plan de mantenimiento.

3. ACTIVIDAD: Brindar asesoría al personal de la compañía acerca del diseño del plan de mantenimiento preventivo y su contribución positiva al implementarlo en la organización.

a. MÉTODO: PRÁCTICO

Capacitación presencial (1 hora):

Se realizó una presentación a las directivas y personal del departamento de mantenimiento, para ello se contó con la oficina del jefe de mantenimiento, video beam, computador portátil, y cámara.

I. Charlas: es un método que permite a los colaboradores participar sobre la temática a tratar, se caracteriza por ser clara, objetiva y amena creando un ambiente cordial y motivador. Existe tres tipos de charlas (escrita, oral y simbólica) en este caso se realizara la charla oral, permitiendo interactividad y participación.

II. Temáticas a tratar:

- Mantenimiento industrial
- Tipos de mantenimiento
- Índices de control de mantenimiento
- Importancia de un manual de mantenimiento
- Manejo de documentación para implementación de plan de mantenimiento

b. LUGAR: Esta actividad se realizó en la oficina del jefe de mantenimiento.

c. TIEMPO: Se realizaron dos charlas cada una de 45 min.

4. ACTIVIDAD: Verificar el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo realizado por la organización.

5. Una vez realizada la capacitación la organización procede a implementar el plan de mantenimiento preventivo de forma paulatina. De esta manera se realizó un acompañamiento con cada avance propuesto.

- a. LUGAR: Esta actividad se realizó dentro de la organización.
- b. TIEMPO: Se realizó en el transcurso de 2 meses a medida que se desarrolla la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

6. ACTIVIDAD: Analizar los costos antes y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo ejecutado por la organización.

a. MÉTODO: TEÓRICO

“ La tendencia de los pasos que se recomienda para iniciar un plan de mantenimiento óptimo es evaluar los costos involucrados en la actividad de mantenimiento buscando la reducción de los mismos, un conocimiento de los resultados obtenidos, facilita la toma de decisiones efectivas optimiza el mantenimiento y alcanza los objetivos previstos a un bajo costo." *Aplicación práctica de la teoría de mantenimiento de José Domingo Nava pág. 59. Universidad de los Andes Venezuela.*

b. VARIABLES:

- I. Costo por equipo
- II. Costo total
- III. Costo mantenimiento preventivo
- IV. Costo mantenimiento correctivo
- V. Costo producción perdida
- VI. Costo por fallas
- VII. Costo de insumos y repuestos
- VIII. Costo MOD y MOI

c. PLAN DE ANÁLISIS:

Para realizar el análisis de costos se compara el costo de mantenimiento preventivo con el correctivo, teniendo en cuenta los siguientes ítems:

- Insumos
- MOD
- Energía eléctrica del taller de mantenimiento
- MOI
- Energía eléctrica que se deja de consumir por cada máquina en mantenimiento
- Parada de producción (producción aplazada)
- Productos defectuosos
- Repuestos
- Numero de mantenimientos

Esta información se obtuvo a través del registro histórico de insumos y repuestos del almacén, la estandarización de tiempos, pronósticos realizados y de informes de producción. Una vez se cuente con esta información, se construirán indicadores que permitan evaluar la gestión actual del área frente al manejo de costos, permitiendo encontrar las principales falencias a mejorar con el diseño del presente plan.

- d. LUGAR: Esta actividad se realizara dentro de la organización.
- e. TIEMPO: Se realizara en el transcurso de un mes y quince días.

3. DESARROLLO METODOLÓGICO

A continuación se presenta el resultado de la aplicación de cada uno de los pasos desarrollados para la elaboración del proyecto.

3.1 DIAGNÓSTICO EMPRESARIAL

LADRILLERA SANTANDER DIAZ MUÑOZ S.C, es una de las siete organizaciones o personas naturales con títulos legales para ejercer la extracción de arcilla y elaboración de productos de arcilla (bloques, ladrillos y fachaletas) en Soacha:

- Minas de Canoas Ltda. (Mincal)
- Ladrillera Santafé
- Alfagres S.A (Pantoja S.A y Flor Gres S.A)
- Ladrillera Santander

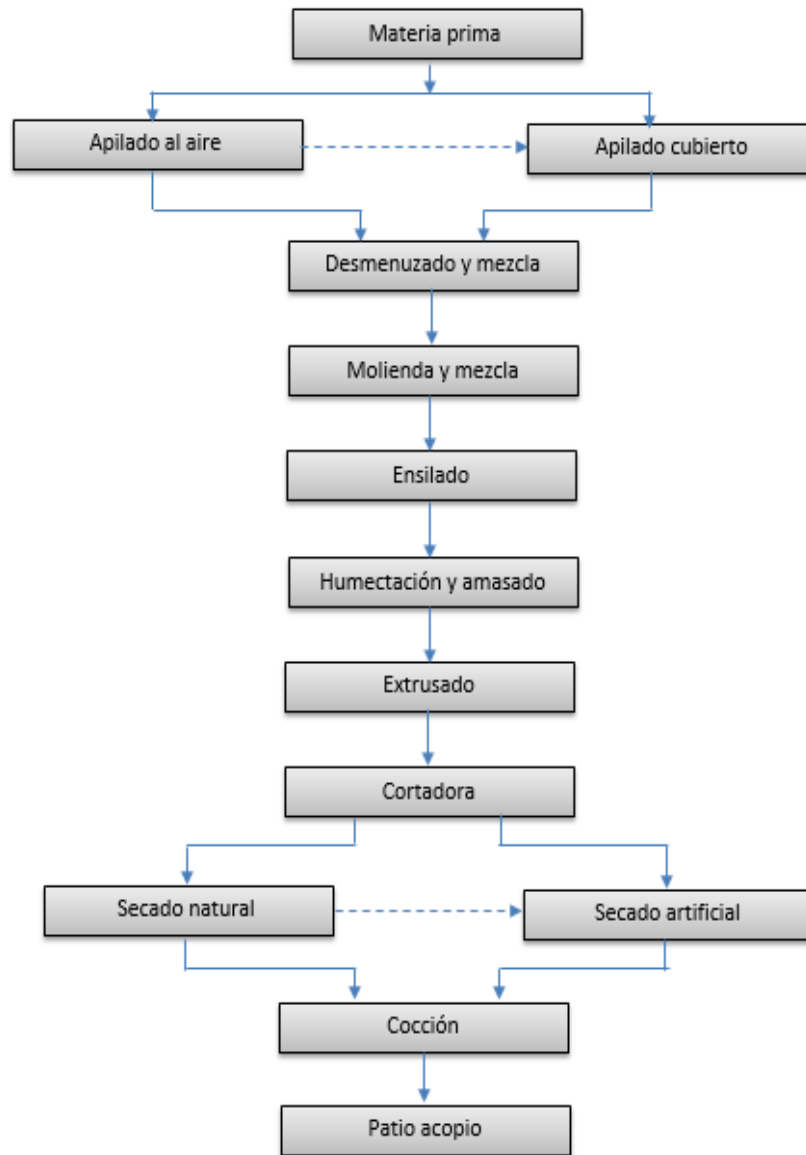
En cuanto a personas naturales encontramos:

- Manuel Jiménez Álvarez
- Elizabeth Quiñones
- Carlos Arturo Toro

3.2 PROCESO DE ELABORACIÓN PRODUCTOS DE ARCILLA

LADRILLERA SANTANDER DIAZ MUÑOZ S. EN C. cuenta con una infraestructura que permite el desarrollo de todo el proceso productivo el cual se describe a continuación:

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso general



Fuente: Plan de gestión ambiental, Ladrillera Santander

3.2.1 Etapa de explotación. La materia prima para la fabricación de ladrillo, es la arcilla; en el caso particular de la ladrillera Santander el frente de explotación se localiza en inmediaciones de la plata transformadora sobre su costado occidental; para esta explotación se presentó a través del radicado No. 00754 del 24 de enero de 2007 la actualización del PMA .Para la extracción y transporte interno de la arcilla se cuenta con buldozer y retroexcavadora.

3.2.2 Etapa de beneficio. Esta etapa inicia con el almacenamiento y desintegración del chamote cuyo objeto es romper los terrones de mayor tamaño, posteriormente es amasado y mezclado con celulosa la cual también se encuentra almacenada en un cajón alimentador, el amasador se encarga de mezclar estos dos componentes para luego transportar dicha mezcla al laminador donde se realiza el proceso de homogenización y adherencia entre ellos.

Posteriormente la materia prima se dirige a dos líneas (figura 2) que en conjunto componen la cadena de extrusión, para finalmente continuar con el proceso de secado y cocción a saber:

- Amasador: En el amasador se realiza una primera homogenización y humectación de la arcilla.
- Laminador: Su función es reducir mucho más el tamaño de las partículas; el material al pasar por el sale formando una especie de láminas.
- Extrusora:

Parte uno:

- Amasador: Homogenización y segunda humectación de mezcla.
- Cámara de vacío: Esta cámara extrae todo el aire que se aloja en los espacios vacíos de las partículas pertenecientes a la mezcla, con el objetivo de que esta última sea homogénea y fina.

Parte dos:

- Extrusión y corte: Se posiciona la boquilla dependiendo del tipo de producto que se desea obtener y pasa al área de corte, el cual se realiza a través de un hilo metálico.

Figura 2. Proceso de extrusado y corte (línea 2)



Fuente. Las autoras

3.2.3 Secado. Este proceso es de los más importantes, ya que en esta etapa se puede generar la mayor parte de fisuras en contracción o se ocasiona la deformación del producto antes o durante la cocción. En la Ladrillera Santander se usan dos (2) modalidades de secado: el natural que consiste en la disposición de las piezas a temperatura ambiente en patios cubiertos (figura 3), de tal forma que se permita la circulación del aire; y el secado artificial que se realiza aprovechando el calor de los gases generados bien sea por el horno durante el proceso de cocción y/o mediante cámaras de combustión.

Figura 3. Patio de secado natural



Fuente. Las autoras

3.2.4 Cocción. Para este proceso, se utiliza un horno tipo Hoffman (figura 4), el cual consiste en dos galerías paralelas formadas por compartimientos contiguos cuyos extremos se unen por un desfuegos. Es un horno continuo de alta producción y eficiencia, en 4 días aproximadamente se termina el ciclo de quemado, la alimentación del combustible (carbón pulverizado) en este, se realiza desde la parte superior del horno con ayuda de carbojet.

Figura 4.Horno Hoffman



Fuente. Las Autoras

3.3 CULTURA EMPRESARIAL

3.3.1 MISIÓN

Comercializar productos de calidad, que satisfagan las necesidades de los clientes, manteniendo una constante responsabilidad en la preservación del medio ambiente.

3.3.2 VISIÓN

Ser una empresa reconocida por el manejo integral de sus recursos, el mejoramiento continuo de su equipo de trabajo y por hacer del cliente su mejor aliado.

3.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

LADRILLERA SANTANDER DIAZ MUÑOZ S.C, actualmente cuenta una organización jerárquica, la cual cuenta con ocho departamentos, ente ellos Producción, Mantenimiento, despachos, comercio, ventas, contabilidad, talento humano y contaduría, como se puede observar en la Figura 5.

Respecto a la Planeación Estratégica la organización aún no tienen establecida una metodología documentada como tal, sin embargo la Gerencia se fundamenta básicamente en los resultados obtenidos durante el año inmediatamente anterior, entre ellos los más importantes son los de Producción, ventas, nomina.

Los procesos de mejora se van ejecutando en la medida que se van terminando otros, de igual manera son dadas las directrices a los encargados de las diferentes áreas para que los ejecuten, la planificación se realiza muy informalmente en los proyectos internos, los proyectos contratados con externos si manejan un plan como tal.

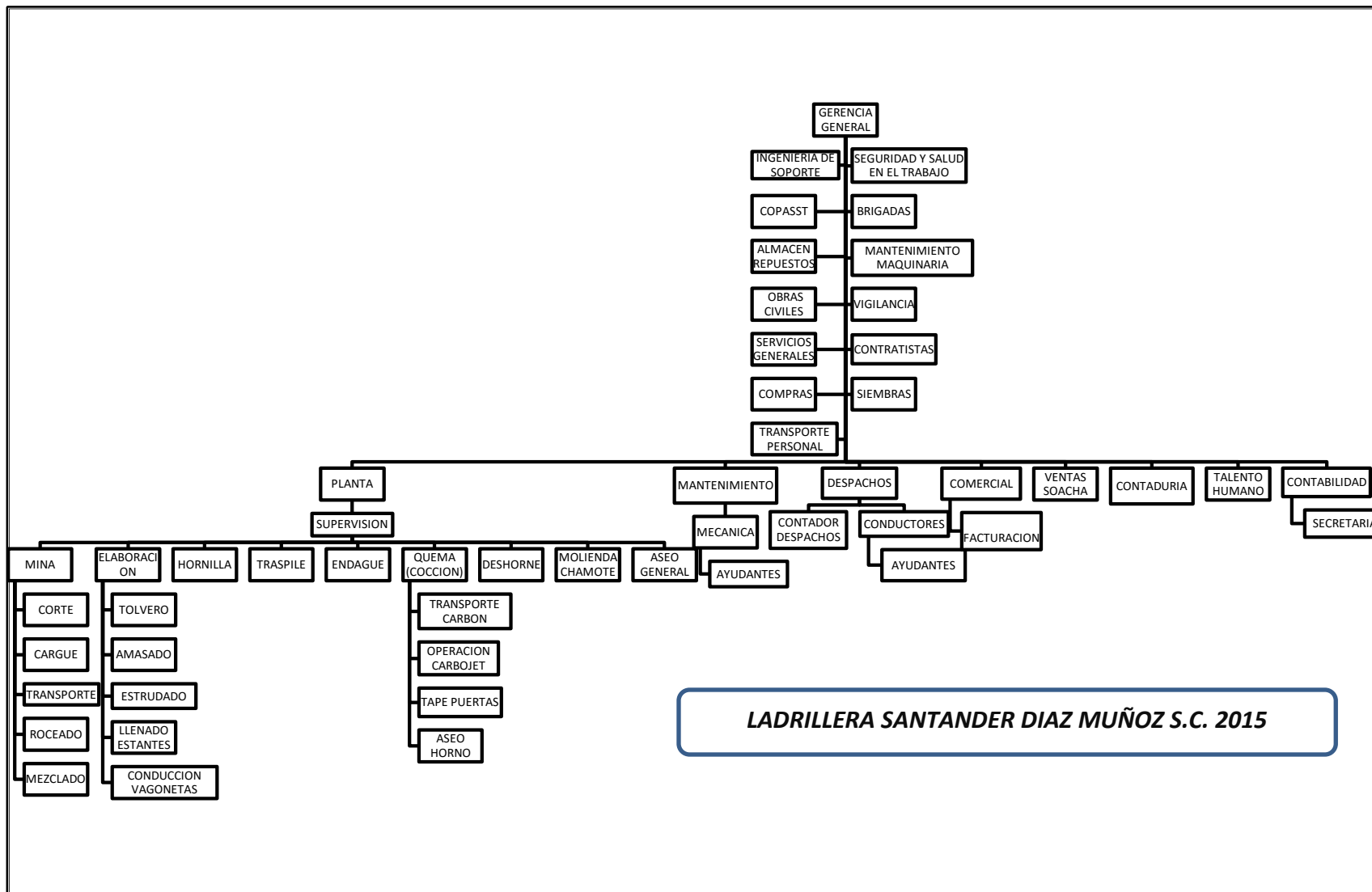
Se enfatiza mucho en el cumplimiento normativo para los aspectos de:

- PERSONAL
- GUBERNAMENTAL
- MINERO
- AMBIENTAL
- SOCIAL

El compromiso permanente por la mejora ambiental con proyectos como los de sustitución de carbón mineral por biomasas, aprovechamiento de recursos internos como el del calor residual en los hornos, la siembra permanente de árboles y reemplazo de los que no prosperan, la capacitación del personal, las ayudas a la comunidad, proyectos conjuntos con otras 4 empresas para el mejoramiento de las vías de acceso al corregimiento y a los ramales de las Instituciones Educativas, los aportes a comunidades de barrios en Soacha para el mejoramiento y/o desarrollo de parques recreativos, jornadas de salud, etc.

ORGANIGRAMA LADRILLERA SANTANDER DIAZ MUÑOZ S. EN C.

Figura 5 Organigrama de la Ladrillera Santander



Fuente Organización Ladrillera Santander

3.5 INVENTARIO DE MAQUINARIA

Con el fin de conocer cada una de las maquinas que operan en la organización, se realizó un registro por medio del recorrido dentro de la organización, de forma detallada identificando en primer lugar el proceso de producción, sus respectivas líneas, las maquinas que hacen parte de ellas, sus cantidades y funciones, se encontraron 79 máquinas, las cuales se están distribuidas en seis líneas principales: Extracción de arcilla, Preparación, Línea N° 1, Línea N° 2 y Línea de Cocción N° 1 y 2, dicha información se puede encontrar en el Anexo 2: Inventario de Maquinaria, en él, se puede encontrar la distribución por líneas, la máquina, marca, su respectivo código (el cual fue brindado a través del diseño del plan de mantenimiento), se identifican adicionalmente las características principales de cada una de ellas con sus pertenecientes componentes importantes tanto mecánicos como eléctricos, en otras palabras es el resumen de cada una de las hojas de vida de los equipos.

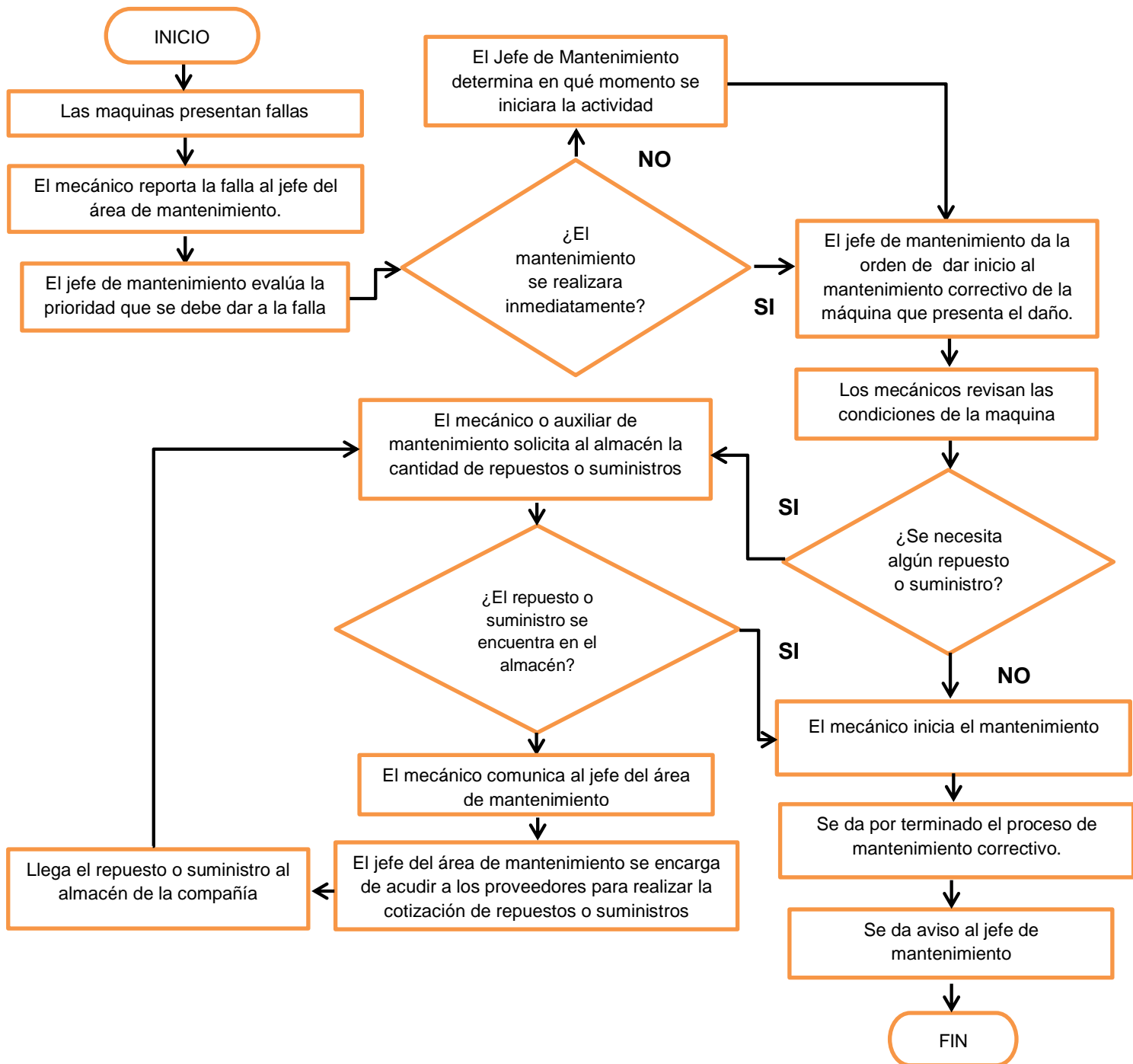
3.6 ESTADO INICIAL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

El departamento de mantenimiento se encuentra físicamente constituido, posee el perfil del personal que lo conforma, este está compuesto por un jefe cuyo nivel académico es técnico, el cual administra las actividades de mantenimiento y todo lo necesario para llevarlas a cabo, estas actividades son ejecutadas por siete personas las cuales cuentan con dos roles, auxiliar de mantenimiento quienes poseen nivel bachiller, y mecánicos de mantenimiento con nivel técnico. La identificación de perfiles, sus funciones y requerimientos, fueron diseñados por la Organización, es importante resaltar que debido a la importancia de dicha información, se anexa al Manual de mantenimiento desarrollado durante el diseño del plan de mantenimiento preventivo. (Ver: Anexo 2.2: MANUAL DE MANTENIMIENTO).

En cuanto al estado de la documentación, se cuenta con la orden de salida, la cual es emitida y manejada por el almacén para el control de ingreso y salida de insumos o herramientas, este documento es registrado de forma digital para la construcción de una base de datos general con el objetivo de determinar los costos asociados. Actualmente el departamento posee planos de tres máquinas, las extrusoras y todo lo referente al robot.

3.7 PROCESO DE MANTENIMIENTO IMPLEMENTADO POR LA LADRILLERA SANTANDER DIAZ MUÑOZ S. EN C

Figura 6. Proceso de mantenimiento realizado por la Organización



Fuente. Las Autoras

3.8 TALLERES DE MANTENIMIENTO

Ladrillera Santander Díaz Muñoz S. en C actualmente cuenta con cuatro (4) talleres de mantenimiento, los cuales se encuentran estratégicamente distribuidos para su funcionamiento como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 1 Inventario Taller de Mantenimiento

TALLER	EQUIPO	NUMERO	OBSERVACION
TALLER 1	EQUIPO DE SOLDADURA	4	MANTENIMIENTOS DE BOQUILLAS Y CARBOJET
	PRENSA	1	
	PULIDORA MANUAL	1	
	RECTIFICADOR	1	
	DIFERENCIAL	1	
	TALADRO MANUAL	1	
	BASE ENCAMISADO	1	
	CAJAS DE HERRAMIENTAS	4	
TALLER 2	TALADRO INDUSTRIAL	1	MANTENIMIENTOS DE CARACOLES, PALETAS, PORTAPALETAS, EMBUTIDORES Y PORTAEMBUTIDORES
	MESA-BASE DE CARACOLES	1	
	CAJAS DE HERRAMIENTAS	5	
TALLER 3	EQUIPO DE OXICORTE	1	MANTENIMIENTO DE MOTOVAGONETAS Y ESTANTERIA
	COMPRESOR	2	
	BASE PARA ESTANTES	1	
	CORTADORA INDUSTRIAL	1	
TALLER 4	PRENSA	1	MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA
	EQUIPO DE OXICORTE	1	
	EQUIPO DE SOLDADURA	1	

Fuente. Las Autoras

3.9 MATRIZ DOFA

La matriz DOFA hace parte del diagnóstico del departamento de Mantenimiento de la organización, en ella se identifican las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas que posee actualmente el departamento, esto con el fin de definir estrategias que permitan mejorar los procesos.

Figura 7. Matriz DOFA

DEBILIDADES	FORTALEZAS
<ul style="list-style-type: none"> • No se cuenta con documentación técnica de la maquinaria • No se cuenta con registro histórico de los mantenimientos realizados a la maquinaria • El departamento no cuenta con planeación estratégica • No aplican métodos para identificación de fallas • Al implementar mantenimiento correctivo la disponibilidad de los equipos disminuye • No se cuenta con un estudio detallado de gastos del área de mantenimiento. • No existen especificaciones técnicas de los insumos y repuestos • No todo el personal de mantenimiento cuenta con el conocimiento técnico necesario del área. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe conducto regular verbal en los procesos de mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> • Se encuentra conformado el departamento de mantenimiento • El departamento cuenta con cuatro talleres de mantenimiento • Existe almacén de repuestos e insumos • Se cuenta con el personal necesario para realizar las actividades de mantenimiento
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Directivas están interesadas en invertir en procesos de mejora en todos los departamentos de la organización. • Tiene la posibilidad de crear convenio con instituciones de educación superior del municipio de Soacha • La ladrillera Santander es una de las organizaciones que en el mercado de productos de arcilla se caracteriza por encontrarse en proceso de tecnificación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de comunicación y coordinación entre los departamentos de producción y mantenimiento • La planta y maquinaria se encuentra en constante cambio y rotación. • No se lleva un control del trabajo de los proveedores • No se presentan claros requisitos a exigir para la labor realizada por proveedores <ul style="list-style-type: none"> • Rotación constante del personal operativo del departamento de producción. • El personal operativo no tienen la cultura de revisar las condiciones de la maquinaria.

Fuente. Las Autoras

3.10 ESTRATEGIAS

A continuación se indican estrategias que permitirían reforzar o mejorar cada una de las situaciones descritas en la Matriz DOFA.

Figura 8. Estrategias DOFA

ESTRATEGIAS (DO)	ESTRATEGIAS (FO)
<ul style="list-style-type: none"> • La participación de instituciones de educación superior en el desarrollo de proyectos que promuevan la mejora continua de la organización. • Construcción de un plan de mantenimiento preventivo. • Elaboración de la planeación estratégica del departamento. • Capacitar el personal del departamento de mantenimiento para llevar a cabo la implementación del plan de mantenimiento preventivo. • Generación de indicadores de gestión del departamento de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación técnica certificada del personal del departamento de mantenimiento. • Adquisición de nuevas herramientas y equipos para los talleres de mantenimiento. • Mejoras en los procesos productivos por medio de su automatización. • Elaborar proyectos de inventarios de producto terminado, insumos y repuestos de almacén.
ESTRATEGIAS (DA)	ESTRATEGIAS (FA)
<ul style="list-style-type: none"> • Generar una cultura de trabajo en equipo entre todos los departamentos de la organización. • Tener claro los pasos para llevar a cabo un proceso de mantenimiento adecuado. • Generar registros de actividades proveedores / organización. • Incentivar por medio de formación técnica a los colaboradores de la organización. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración e implementación de documentos para llevar registro de los procesos de mantenimiento y su conducto regular. • Establecer requisitos, especificaciones y formatos para llevar control de proveedores • Generar la cultura al personal del departamento de mantenimiento y producción de verificar las condiciones de la maquinaria antes durante y después de los procesos productivos. • Desarrollar un plan de distribución de planta.

Fuente. Las Autoras

En el diseño del plan de mantenimiento preventivo se desarrollan varias de las estrategias allí planteadas, la construcción del plan de mantenimiento permite el desarrollo de un sistema de información que brinde registros históricos sobre cada una de las máquinas y su estado en tiempo real, el identificar, conocer las máquinas por medio de las hojas de vida, esto permitirá iniciar un proceso detallado de especificaciones técnicas de cada uno de los insumos, brinda un control directo de los costos que genera el mantenimiento de cada equipo teniendo en cuenta mano de obra directa, insumos y demás variables que se explicaran en el análisis de costos, la generación de indicadores permite identificar el dinamismo y comportamiento del departamento de mantenimiento de las máquinas para cumplimiento de sus funciones en la organización.

La interacción entre los departamentos de Producción, Mantenimiento y Seguridad y Salud en el trabajo se observara por medio de la implementación del manual de mantenimiento (ver Anexo 2.1 y 2.2: MANUAL DE MANTENIMIENTO) construido a través del diseño del plan de mantenimiento, en el cual se tendrán claros los pasos a seguir para cada uno de los mantenimientos, las herramientas y elementos de protección personal necesarios.

4. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Teniendo en cuenta la información obtenida en el diagnóstico administrativo realizado en la organización, se procede a diseñar el plan de mantenimiento preventivo, con el objetivo de minimizar la cantidad de mantenimientos correctivos y la inversión que estos acarrearán.

Con el fin de disminuir la jerarquía entre niveles de la organización y mejorar la comunicación entre áreas y colaboradores se propone una reestructuración al organigrama, para identificar debidamente los departamentos, sus funciones y personal a cargo.

La implementación del plan de mantenimiento requiere que se proponga un nuevo proceso o pasó a seguir a la hora de llevar a cabo un mantenimiento teniendo como objetivo el usar las herramientas diseñadas, como lo son: la codificación de las máquinas y/o equipos, los formatos, instructivos, plantillas diseñados, y la debida integración de estos, para brindar control, y registro. La generación de los cronogramas de mantenimiento preventivo, e indicadores de gestión permiten analizar el comportamiento de los aspectos de mayor impacto del departamento mantenimiento frente a la organización.

4.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Con el fin de tener claro el conducto regular que se llevara a cabo con la implementación de este plan, se propone una nueva distribución organizacional (figura 9) con el fin de disminuir los niveles jerárquicos e identificar los departamentos de la organización los cuales tendrán el mismo nivel de importancia, esto permitirá que se integren y apoyen a la hora de implementar cualquier proyecto, mejorara la comunicación cumpliendo con el nuevo proceso propuesto (Figura 10), para llevar a cabo el sistema de información, y a su vez tener mayor control de los costos

Adicionalmente, para la planeación estratégica del departamento de mantenimiento se construye la misión y visión, los cuales brindaran al personal que conforma el departamento una proyección de sus actividades y resaltara la importancia de sus funciones dentro de la organización:

MISIÓN

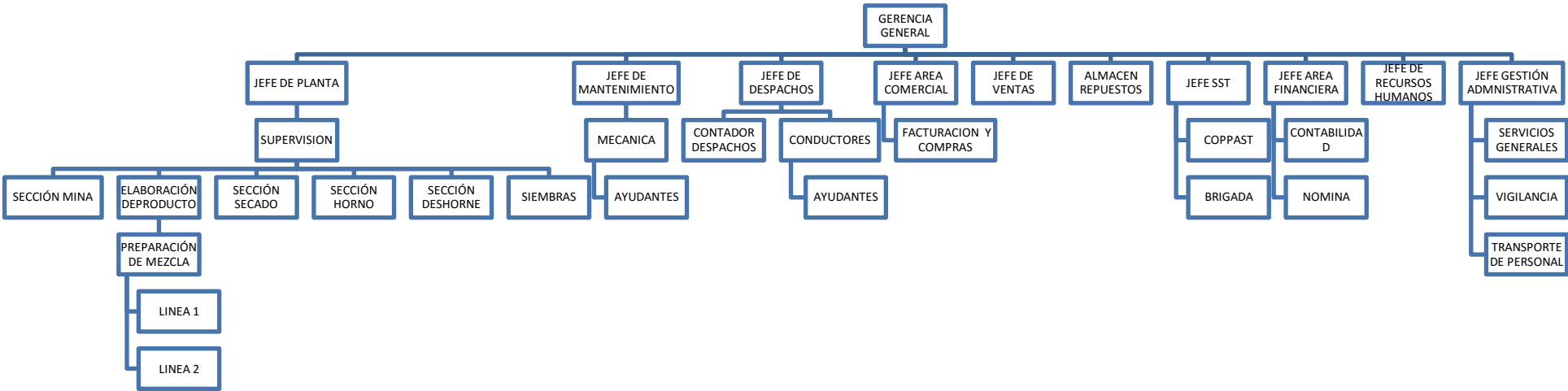
Garantizar el funcionamiento de la maquinaria y equipo perteneciente a la organización, con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes internos, teniendo como objetivo el cumplimiento en cuanto a la disponibilidad y adecuado funcionamiento de cada una de las máquinas.

VISIÓN

Ser un departamento de apoyo para los procesos de mejora por medio de la estandarización de los procesos de mantenimiento, la disminución de fallas y la continua capacitación de su personal.

ORGANIGRAMA LADRILLERA SANTANDER DIAZ MUÑOZ S. EN C

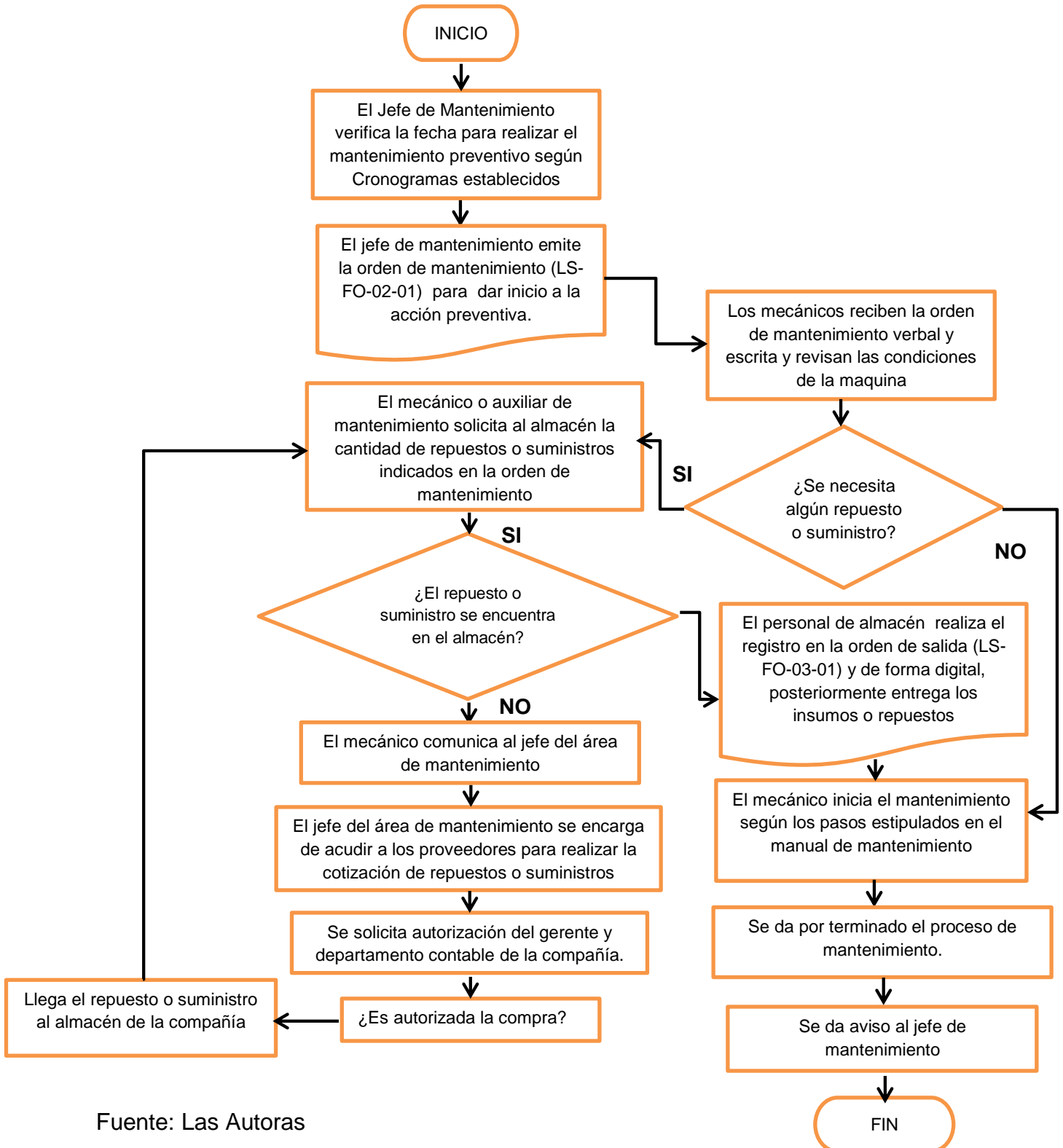
Figura 9. Propuesta del Organigrama



Fuente. Las Autoras

4.2 NUEVO PROCESO DE MANTENIMIENTO POR PARTE DE LA LADRILLERA SANTANDER DIAZ MUÑOZ

Figura 10. Propuesta-Nuevo proceso de Mantenimiento

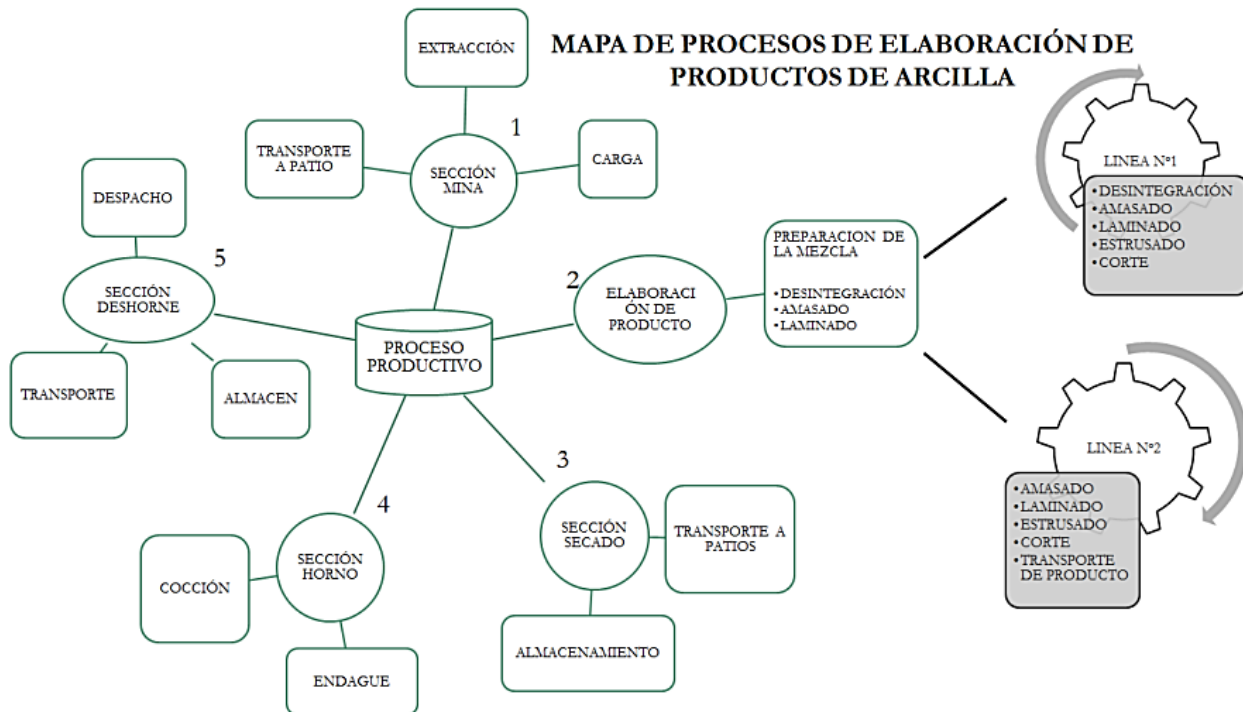


Fuente: Las Autoras

4.3 MAPA DE PROCESOS

Con el fin de darle un nuevo orden a cada uno de los procesos productivos realizados en la LADRILLERA SANTANDER DIAZ MUÑOZ S. en C y cada actividad que los compone se diseñó el siguiente mapa de procesos:

Figura 11. Mapa de Proceso - Elaboración de Productos de Arcilla



Fuente: Las Autoras

Este mapa se realizó primeramente para dar orientación al desarrollo del presente proyecto, conocer cada una de las secciones que contribuyen a la elaboración de los productos de arcilla, y que todas las áreas que componen la organización también las identifiquen de esta manera. Se decide dividir el mapa en tres niveles: Sección, actividad y proceso.

- Sección: Áreas principales en las que se divide el proceso.
- Actividad: Conjunto de acciones que se realizan para llevar a cabo el proceso principal.

- Proceso: Operaciones que realizan las diferentes máquinas para la transformación de la materia prima.

4.4 CODIFICACIÓN DE MAQUINARIA

Se realiza el proceso de codificación para cada una de las máquinas pertenecientes a la organización con el fin de que todos los colaboradores se familiaricen y empiecen a identificar las máquinas de una forma sencilla y que a la vez les brinde información sobre su ubicación y referencia. La codificación es alfanumérica, y permite conocer la máquina, su línea, referencia y/o número:

Figura 12. Ejemplo Codificación de Maquinaria

LINEA	MAQUINA	REF. / N°	CODIGO
LINEA 1	EXTRUSORA 057	57	LN1-EXT57

LN1	EXT	57
-----	-----	----

Fuente. Las Autoras

La asignación de líneas a cada máquina se realiza según el diagrama de procesos (Figura 11), este sistema permite fácilmente modificar dicha lista en caso de cambios en las líneas ingreso o salida de máquinas tal como se observa en el Anexo 3: CODIFICACIÓN, en el cual se identifica la línea, su abreviatura, la máquina, su número o referencia y el código asignado a cada una de ellas.

La codificación se realiza, inicialmente formando una lista después de tener claro el inventario de la empresa y el diagrama de procesos, esta información se encuentra registrada en las hojas de vida de cada máquina. Adicionalmente es un lenguaje que fue creado con el fin de hacer más efectivo el diligenciamiento de formatos creados para el plan de mantenimiento.

4.5 SISTEMA DE INFORMACIÓN

Con el fin de obtener, organizar y procesar datos, convertirlos en información para almacenar ,brindar ayuda a las diferentes áreas sobre un proceso en específico, se da inicio a un sistema de información, este se encuentra en proceso de evolución con el fin de registrar cada una de las actividades realizadas por el departamento de mantenimiento de la ladrillera, lo cual permite conocer los pasos de cada mantenimiento, con el objetivo de estandarizar procesos y tiempos, brindar información sobre el estado actual de la maquinaria, los gastos que implica cada reparación, la generación de indicadores de gestión, lo que brinda un punto de vista que permitirá buscar mejoras en los procesos y en el conocimiento que poseen los colaboradores pertenecientes al departamento.

- 4.5.1 Codificación de documentos y registros. El sistema de codificación a todos los documentos, registros y plantillas diseñados para el nuevo sistema de información implantado en la LADRILLERA SANTANDER DIAZ MUÑOZ S. en C se realizó de forma alfanumérica de la siguiente manera:

Tabla 2. Codificación de documentos o registros

TIPO DE DOCUMENTO O REGISTRO	ESTRUCTURA DE CODIFICACIÓN
Formato	LS-FO-##-##
Manual	LS-MA-##-##
Plantilla	LS-PL-##-##

Fuente. Las Autoras

La interpretación de la estructuración de codificación obedece en primer lugar a las iniciales del nombre de la organización “Ladrillera Santander Díaz Muñoz S. en C” (LS), seguido al nombre del documento o registro Ej.: Formato (FO), el número inicial estará dado por el grupo al que pertenece el documento en el orden asignado Ej.: el formato (LS-FO-01), manual (LS-MA-02), plantilla (LS-PL-03) y finalmente el último número identificara la cantidad de documentos del mismo grupo Ej.: (LF-FO-01-01, LF-FO-01-02, LF-FO-01-03...).

4.5.2 Hojas de vida. Una vez realizada la codificación de cada máquina, se lleva a cabo la construcción de un formato el cual se denomina HOJA DE VIDA (Ver Anexo 5: FORMATOS GENERALES), este tiene como objetivo brindar la información básica y principal de la máquina, indica la sección, actividad y proceso al que pertenece (según diagrama de procesos), expresa sus características como potencia, marca, referencia, si posee o no documentación, como lo son planos o manual de manejo. Adicionalmente ofrece la identificación de los principales componentes tanto eléctricos como mecánicos, sus referencias y los posibles proveedores. Las hojas de vida de cada una de las maquinas se encuentra debidamente diligenciadas en el Anexo N° 4: HOJAS DE VIDA.

Para dar inicio al nuevo proceso de mantenimiento planteado se generan dos formatos adicionales, los cuales son: Órdenes de mantenimiento, y Orden de salida.

4.5.3 Orden de mantenimiento. Es la orden de trabajo del área de mantenimiento, que el jefe de mantenimiento emite hacia los subalternos, (Ver Anexo 5: FORMATOS GENERALES) en él se indica el tipo de mantenimiento, si es preventivo o correctivo, a que maquina va dirigido y en qué línea se encuentra, adicionalmente se indica los repuestos e insumos su respectiva referencia y cantidad, este formato permite brindar información sobre el tiempo que realmente toma el mantenimiento y el tiempo estándar permitido.

Este registro se lleva a diario de forma detallada, se utiliza un formato por persona (indicando el responsable), la persona que lo autoriza para realizarlo. Esto permitirá construir una base de datos en la que se podrá llevar control de cada línea y máquina, verificar cuales son las fallas más comunes y el costo de cada uno.

Adicional a esta orden se encuentra una lista de chequeo de EPP la cual permite tener una conexión directa con el área de salud ocupacional, por medio de una lista de elementos de protección personal, ésta será avalada por el jefe o encargado del departamento de mantenimiento y de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Para iniciar cada trabajo será necesario tener la orden de mantenimiento debidamente diligenciada y con el aval de los jefes de área, de esta manera en caso de accidente se tiene un registro, de si el personal contaba con todos los elementos de seguridad necesario para realizar la labor, es una forma de proteger tanto la organización como al colaborador, ante posibles denuncias no verídicas, garantizando la protección de los mecánicos a la hora de cumplir con sus deberes.

- 4.5.4 Orden de salida. La organización contaba con esta orden; al diseñar el sistema de información se observa la necesidad de modificar y apropiar más el formato a la organización, su objetivo es llevar un control de cada uno de los insumos, repuestos y herramientas necesarias tanto para producción como para mantenimiento. . (Ver Anexo 5: FORMATOS GENERALES).

Toda la información adquirida por este formato se lleva de forma digital, con el fin de llevar un control diario o mensual de los gastos en insumos, repuestos o herramientas. Esta información debe ser la misma que el jefe de mantenimiento adquirirá con el registro digital de las órdenes de mantenimiento.

- 4.5.5 Toma de tiempos. Para estandarizar los tiempos de ejecución en los procesos de mantenimiento se realizó una toma de tiempos en la plantilla que se puede observar en el Anexo 5: FORMATOS GENERALES.

El proceso de fijación de los tiempos estándar de las principales actividades de mantenimiento se llevó a cabo de la siguiente manera:

1. Se diligencia la línea a la que pertenece la actividad de mantenimiento a realizar, la maquina a la cual se le va a hacer el mantenimiento, y la actividad específica a ejecutar.
2. En la columna de descripción, se diligencia de forma detallada el listado operacional para llevar a cabo el mantenimiento.

3. Se procede a tomar los tiempos, teniendo en cuenta los ciclos de inicio y fin de cada operación enlistada, y se valora de manera altamente objetiva el ritmo de la persona que realiza la operación. Se realizan cuatro (4) tomas.
4. Se liquidan los tiempos tomados obteniendo así el tiempo promedio que debe tardar el personal en ejecutar la actividad de mantenimiento.
5. Al tiempo promedio se suma un tiempo de suplemento el cual considera una serie de condiciones humanas; se compensa la fatiga y las necesidades personales permitiendo un descanso justo dentro de la ejecución de la actividad de mantenimiento. El valor de este suplemento por política del departamento y de la organización es de un 20% el cual será sumado al tiempo observado obtenido en las cuatro (4) tomas, y de esta manera obtener el tiempo estándar para cada operación enlistada, la suma de estos valores concluyen el tiempo estándar total de la actividad principal de mantenimiento.

Esta medición es necesaria para:

- Optimización de las actividades de mantenimiento.
- Determinar el número de personas que se necesitan para realizar cada proceso de mantenimiento.
- Evaluar la eficiencia y eficacia de cada proceso de mantenimiento.
- Realizar costeo de las operaciones de mantenimiento.

Luego de la toma de tiempos, se creó una base de datos (ver Anexo 6: REGISTRO DE TIEMPOS) en donde se registran los datos obtenidos en la medición para determinar los costos de operaciones de mantenimiento.

- 4.5.6 Integración de formatos. El jefe de mantenimiento decide llevar a cabo el mantenimiento en una máquina, este emite la orden de mantenimiento diligenciando tal como se indicó anteriormente, los componentes o repuestos necesarios para el mantenimiento generalmente se encontraran en la hoja de vida, una vez el autoriza y firma el formato, la entrega al mecánico o encargado, este se dirige a pedir la autorización al personal de seguridad y salud en el trabajo con el fin de verificar si cuenta con los implementos y elementos necesarios para el trabajo.

En el momento en que este totalmente autorizada la orden de mantenimiento, el mecánico se acerca con la orden al almacén (si necesita insumos o repuestos), la entrega al almacenista para pedir solamente lo que se encuentra escrito en ella con las cantidades respectivas, este diligencia la orden de salida, el mecánico firma el recibido de cada insumo o repuesto, adicionalmente el almacenista coloca el consecutivo de la orden de salida a la orden de mantenimiento para crear un vínculo o relación de registro entre estas.

Una vez el colaborador termina el mantenimiento da aviso al jefe de mantenimiento y entrega la orden de mantenimiento que le fue dada, el jefe de mantenimiento o el ayudante se encarga de actualizar la base de datos diseñada la cual resume el mantenimiento que se realiza a cada máquina.

Esta base de datos recibe el nombre de registro histórico de mantenimiento, en ella se encuentra la fecha del mantenimiento, la maquina a la que va dirigido, el responsable, el consecutivo tanto de la orden de mantenimiento como de la orden de salida, los repuestos y sus cantidades, se registra el tiempo de inicio y finalización del proceso, esta última información nos permite identificar con certeza lo invertido en cada mantenimiento. En otras palabras el costo total de mantenimiento es el costo de los insumos más el precio de las horas que el colaborador demora realizando dicho trabajo, la base de datos permitirá verificar el cumplimiento de indicadores de gestión. (Ver Anexo 5: FORMATOS GENERALES).

4.5.7 Cronogramas. Los cronogramas son diagramas de gannt que permitirán indicar cuando se llevara a cabo el mantenimiento de cada máquina, en este caso se realizan por cada línea con el fin de minimizar los tiempos de parada y que cada una de ellas se produzcan por una sola máquina.

Para la construcción de los cronogramas de mantenimiento se tomó como base el registro histórico de insumos y repuestos, el cual llevan de forma actualizada en almacén, indicando a que maquina va dirigido cada uno de ellos. De esta manera se organiza la base de datos con el objetivo de agrupar los insumos por máquina y verificar cada cuanto son demandados los insumos. (Ver Anexo 7: CRONOGRAMAS).

Se construye un archivo en Excel con el fin de organizar las fechas por maquina e identificar en tres meses (Febrero, Marzo y Abril) cada cuanto se solicitaban dichos insumos estos datos son obtenidos de la Base de datos construida por el Almacén (VER ANEXO 11: ALMACEN). Esta tabla se divide en tres ítems, destino (número de mantenimiento), Días de mantenimiento (Fechas registradas en el la base de datos de almacén), diferencia entre días, en esta última se obtiene la diferencia de días entre fechas de mantenimiento con el objetivo de saber cada cuanto se da parada a la máquina para realizar el mantenimiento correctivo.

4.5.8 Análisis de criticidad

Se decide clasificar las maquinas en dos grupos por nivel de importancia, esta se identifica por medio de las tablas de criticidad, con el fin de identificar cual proceso de promedios será necesario pronosticar los mantenimientos preventivos, tal como se observa en el ANEXO 8: CRITICIDAD, dichas tablas están conformadas por cuatro consecuencias a evaluar: Impacto operacional, impacto en mantenimiento, impacto en el ambiente y seguridad y salud en el trabajo, e impacto en calidad, cada uno de estos contienen ítems donde se puede identificar de manera cuantitativa. Estas cuatro tablas las cuales se encuentran en el ANEXO 8: CRITICIDAD, se realizan para cada una de las maquinas, se identifica adicionalmente la

cantidad de fallas que tienen al mes, de acuerdo a la base de datos de registros históricos de suministro.

Tabla 3 Tablas de análisis Criticidad

IMPACTO OPERACIONAL	PONDERACIÓN
El parar la maquina implica retraso en la entrega de pedidos	
Afecta la produccion estimada por dia	
Otras maquinas dependen de ella	
Tiene opción de repuestos disponibles	
	PROMEDIO

IMPACTO MANTENIMIENTO	PONDERACIÓN
Presenta fallas frecuentemente	
El tiempo estimado en cada mantenimiento excede las 3 horas	
El Mantenimiento a esta maquina afecta otras maquinas	
Otras maquinas dependen de ella	
	PROMEDIO

IMPACTO MEDIO AMBIENTE Y SST	PONDERACIÓN
Puede presentar altos indices de incidentes laborales	
Al realizar su labor presenta indices de contaminacion significativos	
Se realiza revisión periodica para evitar accidentes y contaminación	
Provoca daños menores al ambiente	
	PROMEDIO

IMPACTO CALIDAD	PONDERACIÓN
De ella depende la calidad del producto	
Afecta de forma significativa las propiedades organilepticas del producto	
	PROMEDIO

Fuente. Las Autoras

Una vez se obtienen estos datos se construye una tabla (tabla 3) que brindara la criticidad de cada máquina, esta se obtiene multiplicando las consecuencias por el número de fallas por mes. Al mirar los valores máximos de criticidad, las máquinas que tienen punto crítico son en su mayoría máquinas que si paran por alguna razón se tendrá el respaldo de otra máquina que la reemplace, por esta razón aunque hay maquinas con nivel de criticidad alto, se decide dar prioridad a las maquinas que poseen mayor puntaje en consecuencias de impacto de producción, impacto de mantenimiento e impacto de calidad.

Teniendo esto en cuenta se toman las siguientes maquinas como prioridad:

- Horno Cámaras
- Horno Hoffman
- Laminador 057
- Laminador 058
- Extrusora 058
- Extrusora 057
- Carbojet horno Hoffman
- Carbojet horno Cámaras

Se realiza el cálculo respectivo de la periodicidad del mantenimiento a cada máquina, en este caso se realizan dos tipos de cálculos, para las máquinas de mayor importancia se aplica el proceso de regresión lineal, para las maquinas restantes se realiza por medio de promedio móvil ponderado.

- REGRESIÓN LINEAL

Adicionalmente se decide implementar este método al observar las gráficas obtenidas por cada máquina donde se tienen en cuenta las dos variables que tomamos, que en este caso son X = Numero de mantenimientos y Y = Diferencia entre fechas, se observa una relación entre las dos de forma directa, esto se confirma por medio del coeficiente de correlación, se toma como criterio que este último debe ser mayor al 60%. De esta manera se construyen las gráficas se calcula el coeficiente de correlación y se adquiere la ecuación de cada una de ellas, teniendo en cuenta:

Y = Prox. Mantenimiento

m = Pendiente de la recta

b = Punto de corte en el eje Y .

Variables:

x = Periodo de mantenimiento.

y = Diferencia entre días

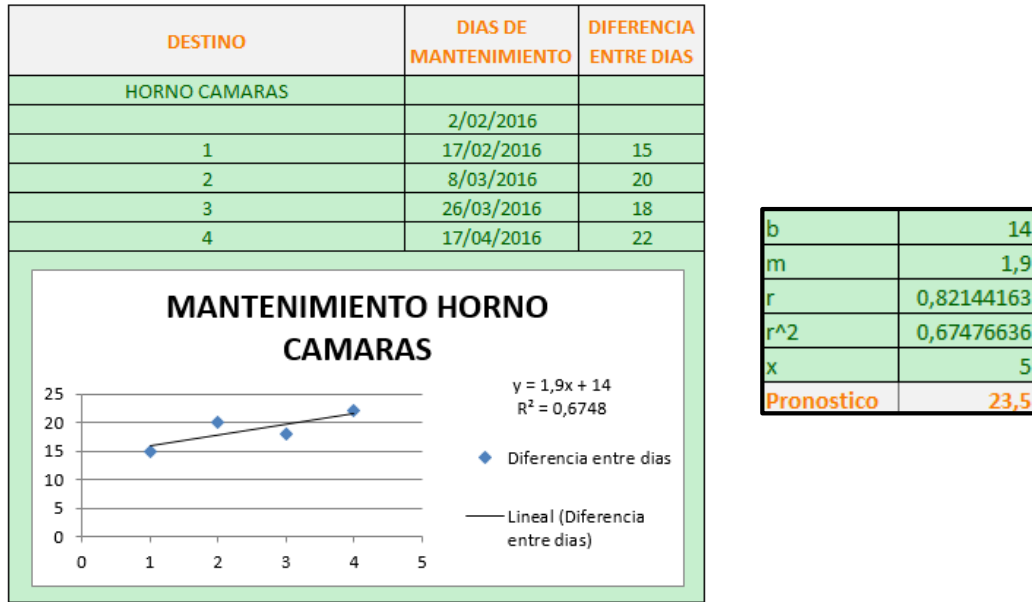
r = Coeficiente de Correlación

$$Y = mx + b$$

$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{[n\sum x^2 - (\sum x)^2]^{1/2} * [n\sum y^2 - (\sum y)^2]^{1/2}}$$

En la figura 13 Se enseña un ejemplo de la tabla creada, la gráfica y cálculos respectivos aplicando las anteriores formulas, se tienen en cuenta los días de mantenimiento realizados y la diferencia entre ellos, en el Anexo 9: PRONOSTICO DE MTTTS se calculan los días en que se realizaran los mantenimientos preventivos de cada una de las maquinas a las cuales se les dio prioridad por medio de la tabla de criticidad.

Figura 13. Pronostico de mantenimiento Horno Cámaras



Fuente. Las Autoras

Luego de obtener la formula y el coeficiente de correlación se da uso de la formula, reemplazando en x el próximo periodo de mantenimiento, donde según el ejemplo sería el 5° periodo, al realizar dicho cálculo se obtiene un pronóstico del 23.5, lo que indica que cada mantenimiento preventivo para el horno de cámaras se deberá realizar cada 23 días, estas fechas serán registradas en el Cronograma (plan de mantenimiento).

- PROMEDIO MOVIL PONDERADO

Se utiliza este método con el objetivo de dar mayor importancia a un conjunto de datos obtenidos del registro histórico de insumos con el fin de pronosticar los próximos mantenimientos, se realiza el método de ponderación con el fin de dar un alto porcentaje a los periodos de mayor duración en los cuales la maquina tuvo un adecuado funcionamiento por realizarle un mantenimiento completo.

En la figura 14. Se dará un ejemplo de cómo se organizó la información y se realizaron las respectivas operaciones (ver Anexo 9: PRONOSTICO DE MTTOS):

Figura 14. Pronósticos de Mantenimiento de Cortadora 058

CORTADORA 058		
NUMERO DE PERIODOS	FECHAS	PERIODOS
1	17/02/2016	
2	29/02/2016	12
3	12/03/2016	12
4	31/03/2016	19
5	11/04/2016	11
6	28/04/2016	17

FECHAS PROXIMOS MANTENIMIENTOS
14/05/2016
31/05/2016
17/06/2016
04/07/2016
21/07/2016
06/08/2016
23/08/2016
09/09/2016
26/09/2016
13/10/2016
29/10/2016

$$\begin{array}{r}
 19 \times 0,5 = 9,5 \\
 11 \times 0,2 = 2,2 \\
 17 \times 0,3 = 5,1 \\
 \hline
 16,8
 \end{array}$$

Fuente. Las Autoras

En este caso se decide tomar las últimas tres periodos a las cuales se les asigna un porcentaje según el criterio indicado anteriormente, este porcentaje se multiplica por cada periodo, los resultados se suman y de esta manera se determina el pronóstico de cada mantenimiento, en este ejemplo se debe realizar el mantenimiento cada 16.8 días, este valor se suma a la última fecha de mantenimiento registrada con el fin de conocer las fechas exactas cuando se deben realizar los mantenimientos.

Se obtiene el pronóstico el cual indica el periodo de tiempo de cada cuanto se debe realizar el mantenimiento preventivo a cada una de las máquinas, este valor se suma a la última fecha de mantenimiento registrada y así sucesivamente para obtener exactamente en qué fechas se realizara el mantenimiento, esta última operación se realiza en los dos métodos aplicados.

Posteriormente al tener esta información se construye el formato de cronogramas (Anexo 7: CRONOGRAMAS), este se realiza por línea, para un total de 5 cronogramas Extracción de Arcilla, Línea 1, Línea 2, Líneas de cocción y Transporte del producto, cada uno de ellos indica las maquinas pertenecientes a cada línea, cada una de las fechas obtenidas al realizar los pronósticos, se ubican en el cronograma (ver Anexo 7: CRONOGRAMAS), de la respectiva línea permitiendo construir en su totalidad el cronograma de mantenimiento preventivo, adicionando información necesaria para llevar trazabilidad a cada uno de los procesos, indicando el responsable, orden de trabajo, la duración de dicho mantenimiento, la cual será evaluada por el jefe del departamento según los datos de estandarización obtenidos con el registro de tiempos.




4.6 MANUAL DE MANTENIMIENTO

Para tener un control de los trabajos de mantenimiento, minimizar los problemas en planta y los riesgos asociados con el personal encargado, se crea un manual de mantenimiento (Ver Anexo 2.1 y 2.2: MANUAL DE MANTENIMIENTO) el cual tiene como objetivo describir los principales alistamientos y mantenimientos realizados en la organización, están representados en flujogramas los cuales dan a conocer el cómo se van a ejecutar las actividades de mantenimiento, indicando el responsable de cada actividad y sus obligaciones desde que se emite la orden hasta que termina su labor, cabe aclarar que al recibir y firmar la orden de trabajo, el personal afirma que cuenta con los elementos de protección personal necesarios para el desarrollo de la actividad.

El jefe del departamento tiene la responsabilidad de actualizar el manual conforme incrementen las labores de mantenimiento, pues representa un apoyo tanto para el personal de la organización como para el personal a ingresar en un futuro.

Los flujogramas están representados con las siguientes formas que indican:

Figura 15. Símbolos de Flujogramas

FORMA	DESCRIPCIÓN
	Indica el inicio y el final del mantenimiento o alistamiento.
	Indica la acción de diligenciamiento de documentos necesarios para realizar el mantenimiento o alistamiento.
	Indica la operación que se va a realizar paso a paso

Fuente. Las Autoras

5. SOCIALIZACIÓN Y ASESORIA DE LA PROPUESTA

El día 20 de septiembre del presente año se realizó una socialización con los directivos de la organización LADRILLERA SANTANDER DIAZ MUÑOZ S. EN C, donde se explicó la finalidad del presente proyecto y la integración del mismo con temas asociados a la seguridad y salud en el trabajo.

Imagen 1. Socialización del alcance del Proyecto



Fuente. Las Autoras

Imagen 2. Socialización del alcance del Proyecto (Directivos Ladrillera Santander Díaz Muñoz S en C



Fuente. Las Autoras

Imagen 3. Socialización del alcance del proyecto N° 2



Fuente. Las Autoras

6. INDICADORES DE GESTIÓN

Con el fin de observar y verificar el aporte del plan de mantenimiento al ser implementado por la organización se construyen los siguientes indicadores, permitiendo medir y comparar el comportamiento de los costos de mantenimiento y el cumplimiento del plan por parte del departamento.

- a. Incidencia del mantenimiento en producción.
- b. Porcentaje del costo de oportunidad al realizar mantenimiento
- c. Incidencia del costo de mantenimiento preventivo frente al costo total de mantenimiento.
- d. Incidencia de costos de mantenimiento correctivo frente al costo total de mantenimiento.
- e. Cumplimiento de mantenimientos programados.

6.1 INDICADOR: INDICIDENCIA DEL MANTENIMIENTO EN PRODUCCIÓN

- a. OBJETIVO: Identificar cuanto aporta cada unidad producida a los procesos de mantenimiento.
- b. DEFINICIÓN: Dará a conocer la forma en que afecta el costo de mantenimiento a la producción que se realiza mensualmente. En otras palabras es lo que aporta cada unidad producida a los costos de mantenimiento. Las variables que se tendrán en cuenta son: Costo total de mantenimiento y total de unidades de producción.
- c. UNIDAD: El resultado que se obtendrá será dado en peso (dinero) por unidad de producción.
- d. RESPONSABILIDAD: Jefe del departamento de mantenimiento.
- e. RECURSOS: Departamento de mantenimiento, con ayuda del departamento del producción.
- f. PERIODICIDAD: Mensual
- g. NIVEL DE REFERENCIA: Para iniciar se tendrá en cuenta que, lo que aportara cada unidad al mantenimiento deberá ser el 30% de su valor,

(Es un criterio dado por el jefe de mantenimiento para iniciar con la acción comparativa) después de contar con registros y bases históricas, el jefe de mantenimiento en compañía del jefe de producción acordaran una cifra según lo obtenido.

- h. **FORMA DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS:** La persona encargada deberá tener un archivo en Excel donde se archivara y tendrá control de los gastos y costos generados por el área de mantenimiento, adicionalmente el área de producción llevara un control de la producción generada por día y mes.

Los resultados se realizaran con la aplicación del indicar basado en los datos de los dos archivos anteriormente nombrados, adicionalmente con ayuda de una gráfica que realice la comparación entre el estándar y el resultado obtenido por cada indicador.

$$\text{INCIDENCIA DEL MTTTO EN PROD.} = \frac{\text{COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO}}{\text{TOTAL UNIDADES DE PRODUCCIÓN}}$$

6.2 INDICADOR: PORCENTAJE DEL COSTO DE OPORTUNIDAD AL REALIZAR MANTENIMIENTO

- a. **OBJETIVO:** Identificar como incide el tomar la decisión de realizar procesos de mantenimiento interrumpiendo o aplazando producción.
- b. **DEFINICIÓN:** Brinda información sobre el costo de oportunidad que se obtendrá al tomar la decisión de realizar una parada o aplazamiento de producción y llevar a cabo un proceso mantenimiento.
- c. **UNIDAD:** El resultado que se obtendrá será dado en porcentaje.
- d. **RESPONSABILIDAD:** Jefe del departamento de mantenimiento.
- e. **RECURSOS:** Departamento de mantenimiento, con ayuda del departamento del producción.
- f. **PERIODICIDAD:** Mensual
- g. **NIVEL DE REFERENCIA:** Para iniciar se tendrá en cuenta que este costo de oportunidad deberá ser inferior al 50% del valor generado si se tomar la decisión de continuar con la producción. (Es un criterio dado por el jefe de mantenimiento para iniciar con la acción

comparativa) después de contar con registros y bases históricas, el jefe de mantenimiento en compañía del jefe de producción acordaran una cifra según lo obtenido.

- h. **FORMA DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS:** La base para obtener resultados serán los archivos que se tendrán en cuenta en el indicador anterior, adicionalmente con ayuda de una gráfica que realice la comparación entre el estándar y el resultado obtenido por cada indicador.

$$\begin{array}{l} \text{PORCENTAJE DEL COSTO} \\ \text{DE OPORTUNIDAD AL} \\ \text{REALIZAR MTTO} \end{array} = \frac{\text{COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO} \times 100}{\text{COSTO PRODUCCIÓN PERDIDA O APLAZADA}}$$

6.3 INDICADOR: INCIDENCIA DEL COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO FRENTE AL COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO.

- a. **OBJETIVO:** Conocer como inciden los costos del mantenimiento preventivo en los costos totales del área de mantenimiento.
- b. **DEFINICIÓN:** Dar a conocer la importancia e incidencia de los costos de mantenimiento preventivo en comparación con la totalidad de los costos del departamento de mantenimiento.
- c. **UNIDAD:** El resultado que se obtendrá será dado en porcentaje.
- d. **RESPONSABILIDAD:** Jefe del departamento de mantenimiento.
- e. **RECURSOS:** Departamento de mantenimiento.
- f. **PERIODICIDAD:** Mensual
- g. **NIVEL DE REFERENCIA:** teniendo en cuenta que el mantenimiento preventivo es un proceso en el cual se está iniciando, se indicara inicialmente que el mantenimiento preventivo ocupara cerca del 50% (este criterio es indicado por el jefe del departamento de mantenimiento).
- h. **FORMA DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS:** Se tendrá como base el registro histórico que el departamento de mantenimiento actualiza de forma continua con el fin de identificar dicha incidencia,

esta información será explicada por medio de graficas que indiquen la información de forma dinámica.

$$\frac{\text{MTTO PREVENTIVO}}{\text{VS MTTO TOTAL}} = \frac{\text{COSTO DE TRABAJO MANTENIMIENTO PREVENTIVO}}{\text{COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO}} \times 100$$

6.4 INDICADOR: INCIDENCIA DEL COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO FRENTE AL COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO.

- a. OBJETIVO: Conocer como inciden los costos del mantenimiento correctivo en los costos totales del área de mantenimiento.
- b. DEFINICIÓN: Dar a conocer la importancia e incidencia de los costos de mantenimiento correctivo en comparación con la totalidad de los costos del departamento de mantenimiento.
- c. UNIDAD: El resultado que se obtendrá será dado en porcentaje.
- d. RESPONSABILIDAD: Jefe del departamento de mantenimiento.
- e. RECURSOS: Departamento de mantenimiento.
- f. PERIODICIDAD: Mensual
- g. NIVEL DE REFERENCIA: teniendo en cuenta que el mantenimiento preventivo es un proceso en el cual se está iniciando, y buscara disminuir la ejecución de mantenimientos correctivos, se indicara inicialmente que el mantenimiento correctivo ocupara cerca del 50 % (este criterio es indicado por el jefe del departamento de mantenimiento).
- h. FORMA DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS: Se tendrá como base el registro histórico que el departamento de mantenimiento actualiza de forma continua con el fin de identificar dicha incidencia, esta información será explicada por medio de graficas que indiquen la información de forma dinámica.

$$\frac{\text{MTTO CORRECTIVO}}{\text{VS MTTO TOTAL}} = \frac{\text{COSTO DE TRABAJO MANTENIMIENTO CORRECTIVO}}{\text{COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO}} \times 100$$

6.5 INDICADOR: CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS.

- a. OBJETIVO: Evaluar el cumplimiento que se da a la programación indicada en los cronogramas de mantenimiento.
- b. DEFINICIÓN: los mantenimientos programados serán los programados en el plan de mantenimiento construido para su implementación, de esta forma se evaluará que el cumplimiento se realice a cabalidad.
- c. UNIDAD: El resultado que se obtendrá será dado en porcentaje.
- d. RESPONSABILIDAD: Jefe del departamento de mantenimiento.
- e. RECURSOS: Departamento de mantenimiento.
- f. PERIODICIDAD: Mensual
- g. NIVEL DE REFERENCIA: El iniciar la implementación del plan de mantenimiento preventivo se busca que se realice a cabalidad, por esta razón se decide dar como mínimo un 70% del cumplimiento en dicha programación.
- h. FORMA DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS: Se tendrá como base el registro histórico que el departamento de y la generación de órdenes de trabajo con el fin de conocer la cantidad de mantenimientos preventivos se realizaron y cuantos estaban programados según los cronogramas construidos, esta comparación se realizara por medio de gráficos dinámicos comparativos.

$$\text{CUMPLIMIENTOS DE} = \frac{\text{Nº MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS REALIZADOS}}{\text{Nº MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS}} \times 100$$

7. RESULTADOS: ANÁLISIS DE COSTOS

Con el fin de realizar el análisis de costos se tomó como muestra los datos de los meses de Enero, Febrero y Marzo el cual se define como mantenimiento correctivo, teniendo como base los datos obtenidos por medio de los pronósticos se toman los datos de Noviembre, Diciembre y Enero (Ver Anexo 10: Costos), con el fin de realizar la siguiente clasificación:

COSTOS A TENER EN CUENTA EN EL MANTENIMIENTO

Los costos estudiados en este mantenimiento son los obtenidos en los meses de estudio y los costos que se generaran si la organización decide implementar el plan de mantenimiento desarrollado anteriormente, en este caso los costos se clasificaran:

Costos Directos. Serán todos aquellos que se crean de forma directa y serán dependientes del número de mantenimientos realizados durante un trimestre. Donde se tendrán en cuenta:

- a. Insumos. Son aquellos que se utilizan de forma constante, se identifica su regularidad gracias al registro histórico de insumos el cual fue creado y registrado por la organización.
- b. Mano de obra directa son los costos que generan los mecánicos y auxiliares de mantenimiento, se tiene en cuenta la duración de cada mantenimiento por máquina, y de esta manera obtener el costo de mano de obra directa por mantenimiento realizado.
- c. Los costos de energía del taller de mantenimiento es la energía que consume cada equipo utilizado para el mantenimiento de las maquinas por día. Al obtener el costo de energía por mes este se multiplica por el número de mantenimientos programados por mes.

Costos indirectos. Son aquellos que se generaran sin que los afecte de forma directa el número de mantenimientos a realizar, en este caso se tendrán en cuenta:

- d. Mano de obra indirecta, la cual incluye jefe de mantenimiento, aprendiz Sena y almacenista, se suma la remuneración mensual de estos tres cargos.
- e. Costos de energía al dejar de utilizar la máquina y parar producción e iniciar el mantenimiento, se tiene en cuenta la energía que consume las maquinas por día y se calcula el costo de esta.

COSTOS QUE DIFERENCIAN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL CORRECTIVO

Se debe tener presente que en el mantenimiento preventivo solamente se tendrán en cuenta insumos para su realización, debido a que este busca prolongar el ciclo de vida de cada una de las piezas de la maquinaria. El costo de fallas se relaciona con el costo de producción aplazada, es decir lo que se dejara de producir en el tiempo en que se realice el mantenimiento.

En el mantenimiento correctivo se tendrán en cuenta tanto insumos como repuestos de las piezas desgastadas. El costo de fallas es la suma entre el costo de las unidades que se dejan de producir al realizar el mantenimiento y el costo de las unidades defectuosas o reprocesadas

Producto reprocesado: es el costo que género el obtener producto defectuoso durante el proceso, se debe tener en cuenta que cada valor indica lo que cuenta en promedio perder 250 bloques cada 8 horas si esta máquina hubiera sido la directamente implicada por su falla en la producción defectuosa.

Una vez obtenidos los costos de mantenimiento preventivo y correctivo se observan los siguientes resultados:

Según los datos obtenidos inicialmente, el implementar el mantenimiento preventivo indicara que habrá menos número de mantenimientos en comparación con el correctivo tal como se observa en la Figura 16, aunque su diferencia es de 5 mantenimientos esta afectara de forma significativa los costos que se presentaran a continuación.

Figura 16. Numero de mantenimientos



Fuente. Las Autoras Anexo: COSTOS; NÚMERO DE MANTENIMIENTOS

Los costos de varias máquinas tanto del mantenimiento preventivo como correctivo presentan resultados negativos, como se puede observar en la Tabla 4, por el impacto que tiene el apagar las máquinas para realizar dicho mantenimiento, debido a que el consumo de energía de estas es de mayor costo respecto a lo que cuesta realizar el mantenimiento para la máquina. Teniendo esto en cuenta el equipo que más genera costo tanto en mantenimiento preventivo como correctivo son las estibas metálicas, se debe resaltar que para el cálculo de costos perteneciente a ellas, se hizo de forma general, la organización cuenta con cerca de 500 estibas metálicas, pero se unificó como un solo equipo por esta razón sus costos altos. La máquina que presenta mayor costo de mantenimiento preventivo sin tener en cuenta las estibas es el Bulldozer Fiat, en el mantenimiento correctivo el mayor costo es el de las boquillas, una de las razones por las cuales sucede esto es por el consumo de energía de la maquinaria que se está ahorrando.

Tabla 4 Costos totales con energía

MANTENIMIENTO	COSTOS MTTO PREV	COSTOS MTTO CORR	Columna1
BANDA	-\$ 11.695.149	-\$ 11.692.934	✓
CAJON NUEVO	-\$ 1.269.875	-\$ 1.123.367	✓
CARBOYET HORNO CAMARAS	-\$ 535.500	-\$ 118.107	✓
CARBOYET HORNO HOFFMAN	-\$ 308.852	\$ 588.375	✓
CORTADORA 057	-\$ 159.665	\$ 3.524	✓
EXTRUSORA 057	-\$ 25.444.411	\$ 15.362.755	✓
EXTRUSORA 058	-\$ 25.854.484	\$ 9.412.025	✓
HORNO CAMARAS	-\$ 14.460.543	\$ 26.350.781	✓
HORNO HOFFMAN	-\$ 20.170.684	\$ 20.368.070	✓
LAMINADOR	-\$ 7.608.376	-\$ 3.424.452	✓
MEZCLADOR 057	-\$ 8.187.935	-\$ 6.397.495	✓
MEZCLADOR 058	-\$ 7.207.802	-\$ 6.879.980	✓
MEZCLADOR	-\$ 9.903.115	-\$ 9.582.204	✓
TOLVAS	-\$ 862.505	-\$ 823.457	✓

Fuente. Las Autoras

Realizando el análisis de datos sin tener en cuenta el consumo de energía si se detienen las maquinas es el siguiente:

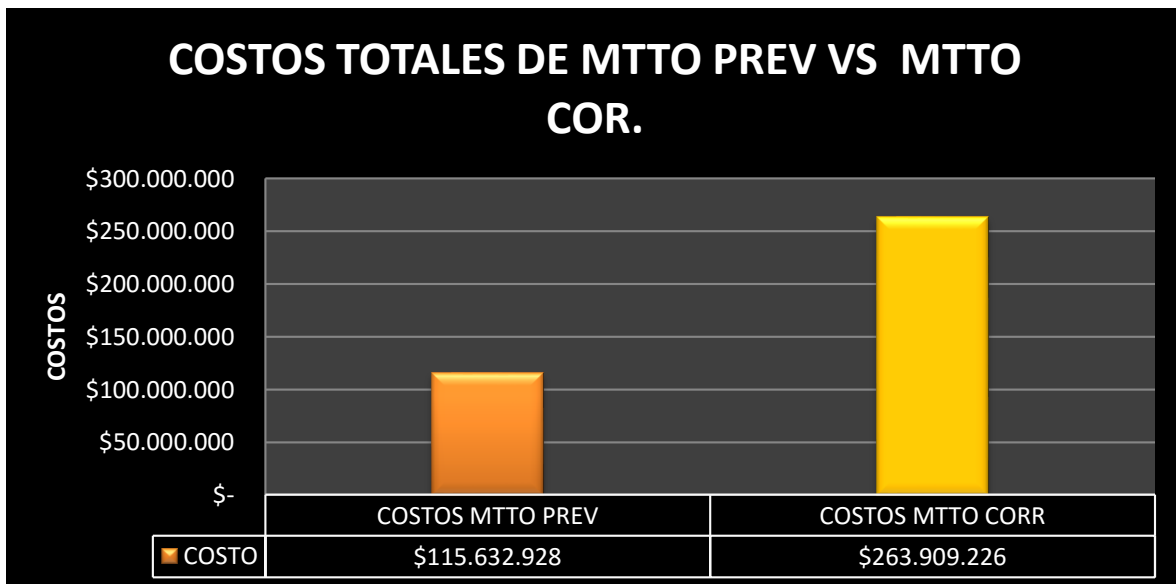
Los resultados cambian de forma significativa en cuanto al costo de mantenimiento, debido a que tanto en el mantenimiento preventivo como correctivo el costo más significativo es la Extrusora 058, por ser una de las máquinas de mayor importancia, gran tamaño y que posee una de las jornadas más extensas de trabajo, lo que conlleva a un mayor desgaste de sus piezas.

La máquina que presenta menor costo en los dos tipos de mantenimiento es el cajón alimentador, esto debido a que es nuevo y los mantenimientos realizados han sido prácticamente nulos.

Existen cuatro máquinas que presentan menor costo en el mantenimiento correctivo en comparación con el mantenimiento preventivo (Bulldozer Fiat Allis, Estiba metálica, Camión GCF 686, y Camión XAJ 297), esto se debe al margen de error que genera el interpretar el registro histórico de insumos como base para la identificación de periodicidad de los mantenimientos de las máquinas, por esta razón es de vital importancia el registro detallado de insumos y repuestos para identificar de forma apropiada los costos.

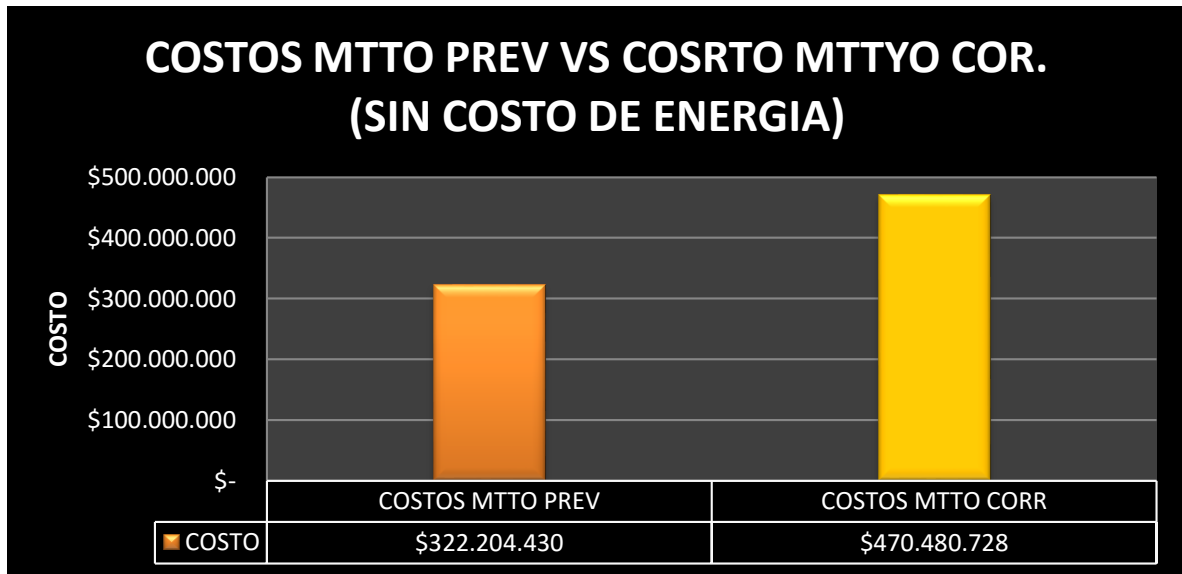
En los dos costos totales obtenidos (con y sin consumo de energía), tal como lo indican las Figuras 17 y 18, el mantenimiento preventivo es económico en comparación con el mantenimiento correctivo, la diferencia es de aproximadamente 148 millones de pesos cada tres meses, cerca de 50 millones por mes. El motivo por el cual se presenta esta diferencia es la siguiente: en el mantenimiento preventivo solo se tiene en cuenta insumos y el costo de producción aplazada, para el mantenimiento correctivo, se suma tanto insumos como repuestos y el costos de fallas el cual hace referencia al costo de producción aplazada y producto defectuoso o reprocesado, esta última variable no se tiene en cuenta en el preventivo debido a que el ideal de este es garantizar que existan cero productos defectuosos cuyo origen o motivo sea el mantenimiento.

Figura 17. Costos Totales de mantenimiento preventivo VS Mantenimiento Correctivo



Fuente. Las Autoras Anexo: COSTOS; PREV VS CORR

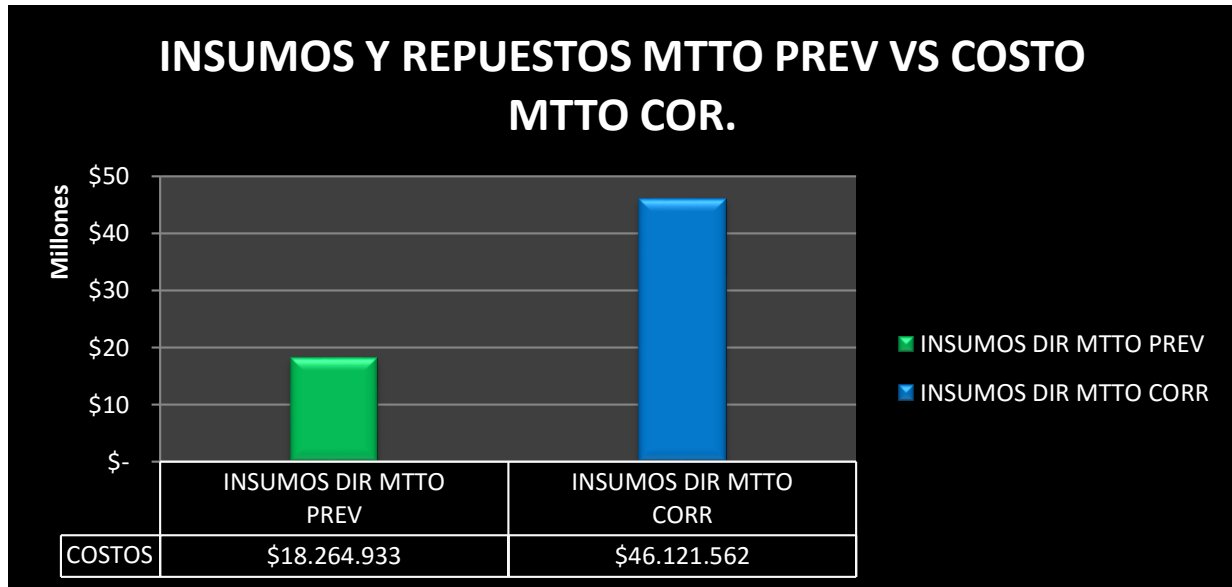
Figura 18. Costos Totales de mantenimiento preventivo VS Mantenimiento Correctivo (Sin Energia)



Fuente. Las Autoras Anexo: COSTOS; PREV VS CORR

Al realizar un comparativo de los costos de insumos y repuestos, tal como se encuentra en la Figura 19, el mantenimiento preventivo es económico en comparación al correctivo, esta es una de las razones significativas de que en el costos de mantenimiento total se observe el mismo resultado, el mantenimiento preventivo cuesta: \$18.264.933, el correctivo: \$46.121.562, la diferencia entre estos es de aproximadamente 27 millones, esto indica que en los tres meses de muestra se gastó 27 millones en repuestos, lo cual se podrá ahorrar si se implementa el mantenimiento preventivo.

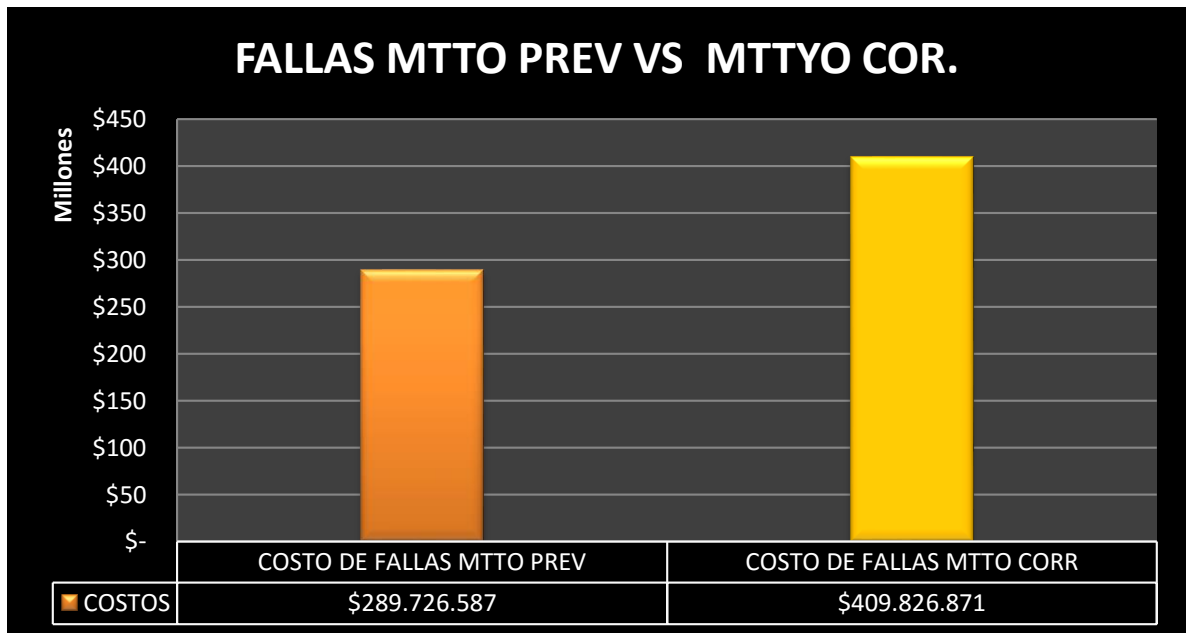
Figura 19. Costos de Mantenimiento preventivo VS Costos de mantenimiento Correctivo



Fuente. Las Autoras Anexo: COSTOS; PREV VS CORR

El costos de fallas generado es menor en el mantenimiento preventivo en comparación al correctivo, en el primero se obtienen \$ 289.726.587 el cual hace referencia a la cantidad de bloques que se dejan de producir al decidir detener las máquinas y realizar el mantenimiento correspondiente. El segundo tiene un costo de \$ 409.826.87, en este, se incluye no solo la producción aplazada, sino el producto defectuoso que surgió en esos meses, tal como se observa en la Figura 20, la diferencia entre mantenimientos es de aproximadamente 120 millones, lo que indica que el implementar el mantenimiento preventivo se ahorrara en promedio 120 millones en tres meses o 40 millones por mes de producto defectuoso. Es válido aclarar que el Mantenimiento preventivo ayudara a que no existan productos defectuosos reprocesados cuyo origen o motivo sea falta de mantenimiento a la máquina, asumiendo este modelo como un proceso ideal.

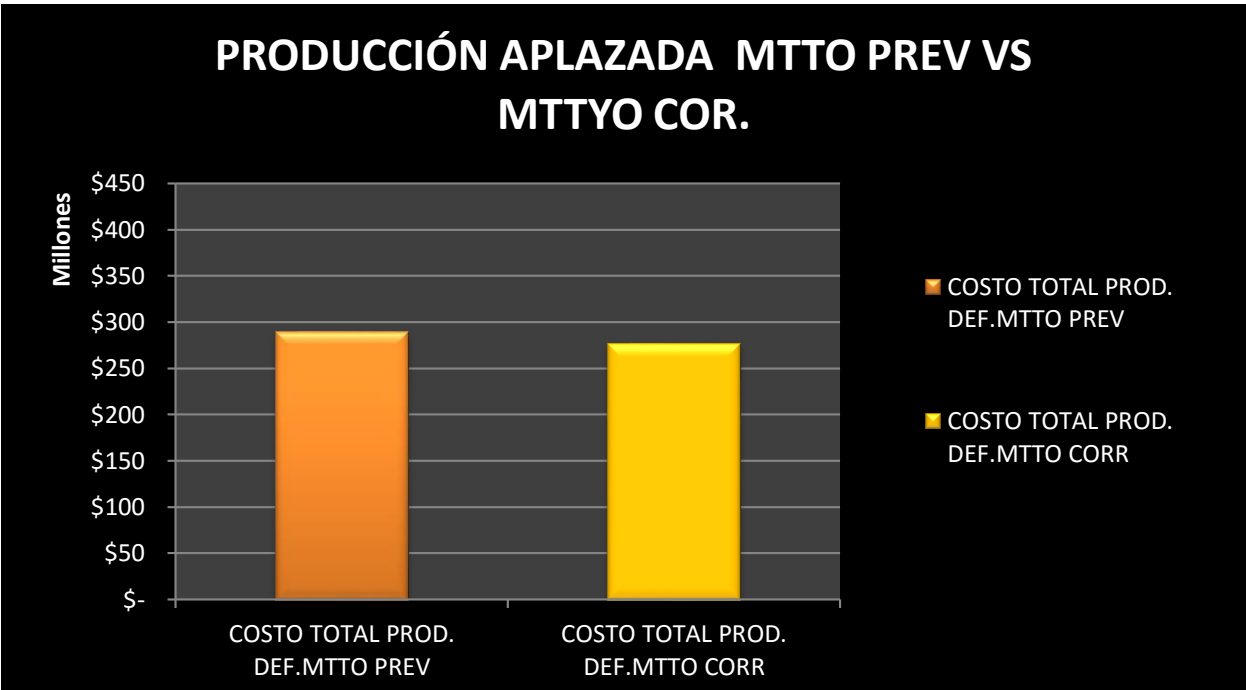
Figura 20. Fallas Mantenimiento Preventivo VS Mantenimiento Correctivo



Fuente. Las Autoras Anexo: COSTOS; PREV VS CORR

Realizando la comparación entre los dos tipos de mantenimiento la producción aplazada posee mayor valor en el preventivo (\$ 289.726.587) en comparación al correctivo (\$276.318.743) tal como se observa en la Figura 21 con una diferencia entre ellos de aproximadamente 13 millones, estos costos dependen de la cantidad de mantenimientos realizados por mes, al ser el preventivo el que mayor cantidad de mantenimientos se realizaran por mes como se indica en la Figura 14, implicara dejar de fabricar mayor cantidad de bloques en comparación con el mantenimiento correctivo.

Figura 21. Producción Aplazada Mtto Prev. VS Costos Mtto Correctivo

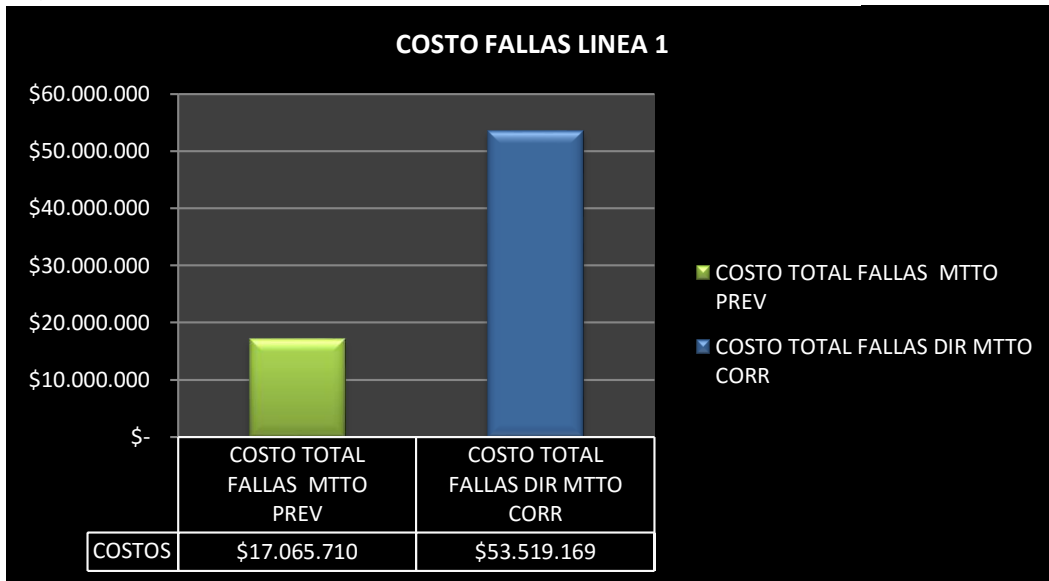


Fuente. Las Autoras Anexo: COSTOS; PREV VS CORR

A continuación se sumara el costo de parar la máquina y realizar mantenimiento más el costo que generan los productos defectuosos, teniendo en cuenta que en promedio se producen 250 bloques defectuosos cada 8 horas, y que estos una vez identificados durante su recorrido en las líneas de producción y cocción, es separado y reprocesado, por esta razón se analiza por línea:

Teniendo como base la máquina que más tendrá mantenimientos al mes y que generara de forma obligatoria el detener en su totalidad la línea, en este caso las extrusoras, se compara el costo de fallas de las líneas tanto el mantenimiento preventivo como del correctivo, como se observa en la Figura 22 y 23 el primero se toma bajo el estado ideal de generación de cero productos defectuosos por mal funcionamiento de las máquinas, lo que genera la gran diferencia entre costos.

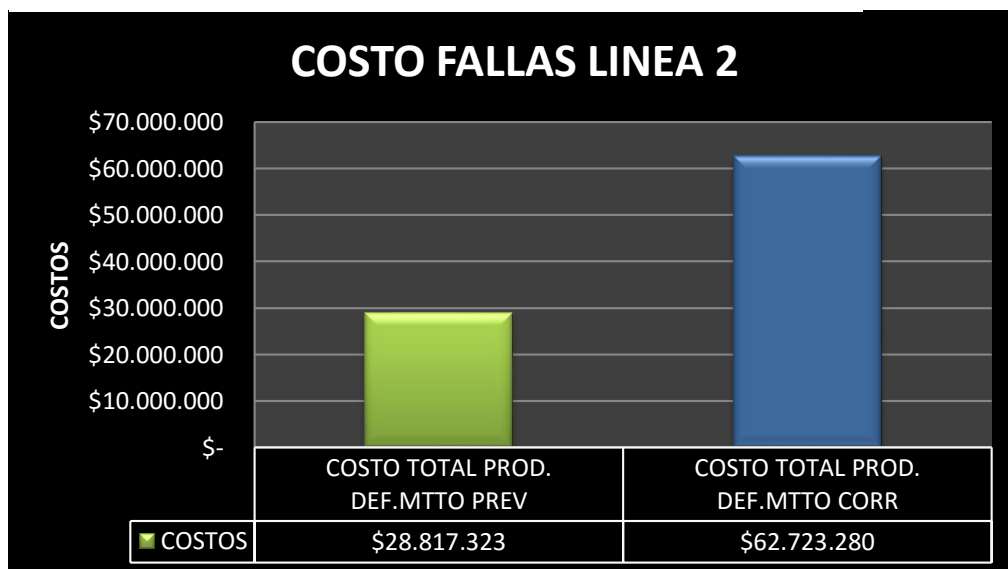
Figura 22. Costo fallas Línea 1



Fuente. Las Autoras Anexo: COSTOS; PREV VS CORR

En la Figura 22 se observa una diferencia de aproximadamente 36 millones entre mantenimientos, indicando que este último valor será el producto defectuoso que se identificó en la línea uno durante los meses de febrero, marzo y abril. Se debe tener en cuenta que el reproceso de estos productos defectuosos una vez termina su recorrido en las líneas de producción, es sencillo su retorno ya que es agregado nuevamente al mezclador perteneciente a la línea en cuestión.

Figura 23. Costo fallas Línea 2

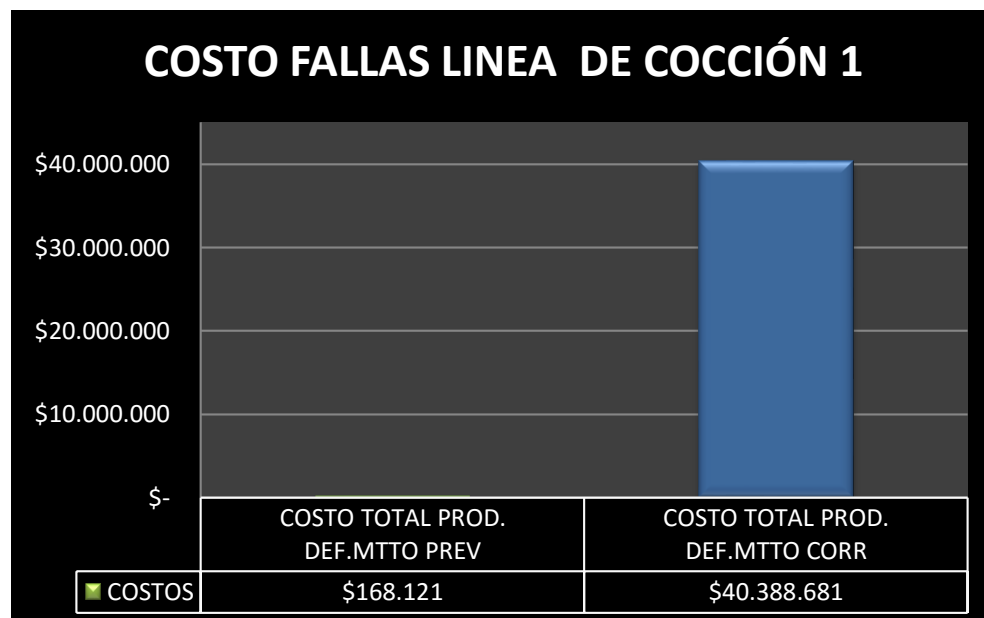


Fuente. Las Autoras Anexo: COSTOS; PREV VS CORR

Para la línea 2 (Figura 23.) Indica una diferencia de aproximadamente 34 millones la cual fue generada por el producto defectuoso que tuvo que ser reprocesado dentro de la línea, adicionalmente se puede observar que se genera mayor cantidad de producto defectuoso en la línea uno en comparación con la dos se deduce que el motivo de este es que el producto en proceso tiene menor contacto directo con el operario en la línea dos en el momento de mover el producto y ubicarlo en las estibas.

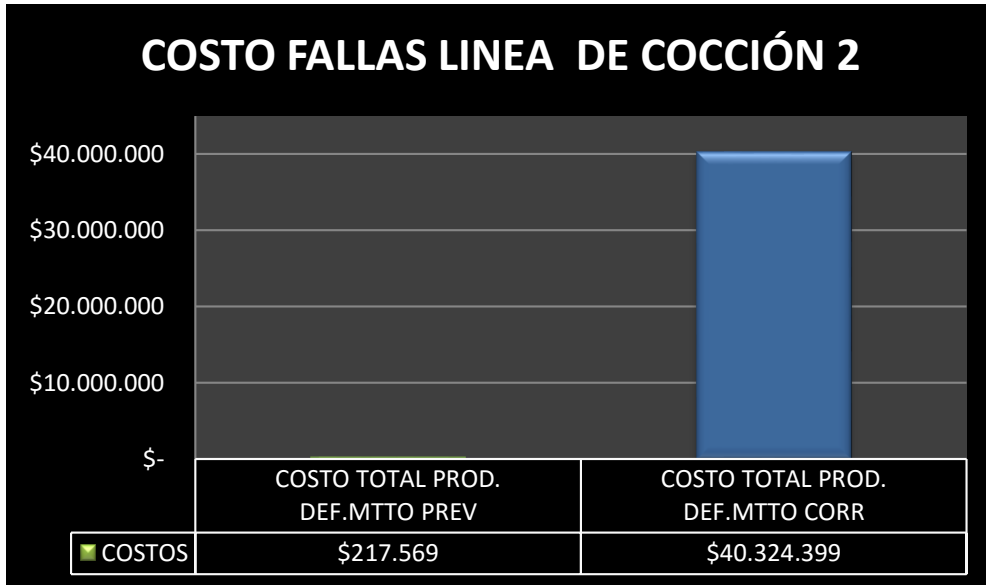
La diferencia que existe entre el mantenimiento preventivo y correctivo de las líneas de producción en comparación con las de las líneas de cocción es significativo, tal como se observa en la Figuras 24 y 25 debido a que en este último existen diferencias de cerca de 40 millones en cada línea, principalmente esto se debe a la capacidad que posee el horno para dar cocción a una gran cantidad de bloques al mismo tiempo, de tal manera que si ocurre una falla dentro del proceso de cocción el número de productos defectuosos será significativo adicionalmente se debe tener en cuenta que este resultado se verifica después de tres días de terminado el proceso de cocción. El producto defectuoso que surge de las líneas de cocción sufre un proceso tedioso y complejo ya que debe pasar al molino para ser triturado y retornar a la línea de preparación de mezclas.

Figura 24. Costo de Fallas Línea Cocción 1



Fuente. Las Autoras Anexo: COSTOS; PREV VS CORR

Figura 25. Costo de Fallas Línea Cocción 2



Fuente. Las Autoras Anexo: COSTOS; PREV VS CORR

La mano de obra tanto directa como indirecta es un aspecto de vital importancia en los costos de mantenimiento, según los datos obtenidos el mantenimiento preventivo genera un mayor costo en este aspecto, aunque la diferencia en comparación con el mantenimiento correctivo es de \$90.757, tal como se observa en la Figura 26, la diferencia entre ellos no es significativa.

Figura 26. Costo MOD-MOI Mtto preventivo vs Mtto Correctivo



Fuente. Las Autoras Anexo: COSTOS; PREV VS CORR

Se debe tener en cuenta que el costo que se muestra en la anterior gráfica, hace referencia a lo que cuesta pagarle a un colaborador para que realice el mantenimiento a la máquina, este se calculó con el número de mantenimientos y el tiempo que tarda el operario en realizarlo.

El realizar mantenimiento preventivo será económico en comparación con la realización del mantenimiento correctivo, debido a que el primero busca generar cero productos defectuosos cuyo origen sea el funcionamiento de la maquinaria, el realizar mantenimientos correctivos incurrirá en sobre costo ya que existirá productos defectuosos que aunque la mayoría de ellos son reprocesados, esto genera pérdidas de tiempo y productividad de la organización.

8. CONCLUSIONES

- Al realizar un diagnóstico detallado de la organización se identificaron las principales fortalezas, amenazas, debilidades y oportunidades que posee, lo que permitió generar ideas para la construcción de nuevas estrategias de mejora en cuanto a la organización y cumplimiento en el departamento, donde la parte administrativa y operativa se integran para la toma de decisiones.
- El diseño del plan de mantenimiento permitió organizar el servicio que ofrece el departamento de mantenimiento a la ladrillera por medio del sistema de codificación, de información, estandarización de procesos y generación de cronogramas construidos por medio de pronósticos, adicionalmente se generaron indicadores de gestión que permitirán conocer el comportamiento real del departamento.
- Brindar asesoría a la parte administrativa y el departamento de mantenimiento permitió que conocieran o familiarizaran con la propuesta del diseño del plan de mantenimiento, dieran su opinión y aportaran sus conocimientos para la construcción del plan.
- El hacer acompañamiento a la LADRILLERA DIAZ MUÑOZ S en C, permitió realizar modificaciones al sistema de información diseñado inicialmente, con el fin de brindar facilidad en el diligenciamiento y apropiarlo a la organización, adicionalmente se logró que el personal y jefes de área identificaran la importancia de conservar actualizados los registros que manejaban inicialmente, lo que posibilitó que fueran renovados día a día durante los últimos meses en el departamento de producción, mantenimiento y almacén.
- El implementar el plan de mantenimiento preventivo permitirá a la organización disminuir hasta el 60% de los costos producidos por el departamento de mantenimiento, ahorrando aproximadamente 50 millones por mes, el origen actual de este sobrecosto son los repuestos y el producto defectuoso generados por realizar mantenimientos correctivos, teniendo en cuenta que el mantenimiento preventivo se toma en el estudio como un caso ideal que garantiza cero productos defectuosos por mal funcionamiento de la máquina.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la organización LADRILLERA SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S. EN C:

- Realizar de forma constante capacitación técnica al personal perteneciente al departamento de mantenimiento, sobre el aporte que ellos pueden brindar el plan con su implementación, permitiendo su participación y observaciones de mejora para este.
- Continuar con el procedimiento de ejecución de Mantenimientos indicado en el plan, por medio de la adecuada gestión del sistema de información, las respectivas autorizaciones, mejorando la comunicación entre departamentos, para iniciar los procesos y adquisición de insumos o repuestos.
- Realizar de forma mensual el análisis respectivo del comportamiento y cumplimiento del departamento de mantenimiento, con ayuda de los indicadores construidos en el plan, con el fin de identificar falencias y proponer estrategias de mejora.
- Presentar mensualmente informe de gastos y costos sobre el manejo del departamento de mantenimiento, con el fin de obtener registro de las maquinas que presentan mayor problema en su funcionamiento y de esta manera realizar un análisis de costos para la construcción de presupuestos para cada año y la nueva adquisición de máquinas que permitan disminuir las cifras.
- Continuar con la construcción de un sistema de planeación estratégica en la organización y el departamento de mantenimiento con el objetivo de apropiar al personal a las políticas empresariales, sus objetivos de mejora continua e inversión.

10. BILIOGRAFÍA

- José Domingo Nava. 2001. APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA TEORÍA DE MANTENIMIENTO. Mérida–Venezuela. Universidad de los Andes, Consejo de publicaciones.
- INGENIERIA INDUSTRIAL. Bryan Antonio Salazar López, MANTENIMIENTO INDUSTRIAL, [en línea]. <<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/mantenimiento//>>. [Citado el 27 de Octubre del 2015]
- Richard B. Chase, F. Robert Jacobs, ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES Producción y Cadena de Suministros, Edición: 13 Año: 2013, Editorial: McGraw-Hill Interamericana.
- ACIEM I edición 2008 N° 108 ISSN 021-9715
- ACIEM I edición 2010 N° 109 ISSN 021-9715
- ACIEM I edición 2011 N° 112 ISSN 021-9715
- GOLDRATT, Eliyahu. LA META. Tercera edición. Ediciones Castillo, 1994.
- INGENIERIA DEL MANTENIMIENTO. Renove tecnología, ARTICULOS DESTACADOS, [en línea]. <<http://www.ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/5-la-ingenieria-del-mantenimiento.>> [Citado el 27 de Diciembre del 2015]
- DÍAZ Navarro, Juan. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. Segunda Edición. Calpe Institute of Technology Serie Manuales,2010
- FRED Ricardo David. CONCEPTOS DE ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA. Décimo Primera Edición. Pearson, 2007.
- IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO. Reival. Grupo Reival. [en línea]. <<http://www.gruporeinvalca.com/mantenimiento/75-importancia-del-mantenimiento>>. [Citado el 17 de Abril del 2016].
- Ingeniería de mantenimiento, Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial. Santiago García Garrido 2009-2012. Renovetec. [en línea]. <<http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>>. [Citado el 17 de Abril de 2016].

- MUÑOZ ABELLA, M^a Belén. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. Universidad Carlos III de Madrid, Área de Ingeniería Mecánica. 47p. [en línea]. <<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf>>. [Citado el 17 de Abril de 2016].
- Cubillos Alonso, German. MARCO DE REFERENCIA. Proyectos de grado, ciencias naturales (epistemología, lógica y comunicación). 2004, Cargraphics. ISBN 958-33.6583. [en línea]. <<https://trabajodegradouamerica.wikispaces.com/file/view/MarcoReferencia.pdf>>. [Citado el 17 de Abril de 2016].
- ESQUIVEL FUENTES, Roberto Antonio. MARTINEZ VAZQUEZ, Juan Gonzalo. “APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA IMPRESIÓN DE ARTES GRAFICAS”. México, D.F, 2009, 187p. Tesis. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería, Ciencias Sociales y Administrativas. [en línea]. <<http://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/2940/1/I2.1102.pdf>>. [Citado el 17 de Abril de 2016].
- XXI CONGRESO TÉCNICO FICIE (Federación Interamericana Del Cemento), Santo Domingo, República Dominicana. ISO 55000 Gestión de Activos. [en línea]. <http://ficem.org/boletines/boletines2014/BOLETIN_DE_RESULTADOS_CT_2014/PRESENTACIONES_CT_2014/3_MANTENIMIENTO/1_CARLOS%20MARIANO%20BEDOYA_ARGOS/GESTION_ACTIVOS_APORTE_MTTO_2014_V4.pdf>. [Citado el 17 de Abril de 2016].
- CAT, CARGADORES DE RUEDAS,CATALOGO. <<http://www.finningsudamerica.com/docs/default-source/Rental---Chile-2/cat-950h-962h-brochure375DC2428D07.pdf?sfvrsn=0>>[Citado el 25 de Mayo de 2016].
- HITACHI,SUPER EX200-V.<<http://www.hitachiconstruction.com/wp-content/uploads/2015/11/EX200.pdf>>,[Citado el 25 de Mayo de 2016].
- DAEWWO,K4DEF-6X4<<http://www.daewootrucks.com.co/assets/pdf/k4def.pdf>>[Citado el 30 de Mayo de 2016].
- Fichas tecnicas.FUERZAMILITAR COLOBIANA<<https://www.agencialogistica.gov.co/?idcategoria=317768>>,[Citado el 30 de Mayo de 2016]
- MARTINEZ JORGUE RAMIRO,CREACION DELUN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO PARA UNA PLANTA DE ALTA RTECNOLOGIA .

Universidad AUTONIMA DE
NUEVO LEÓN, Especialización en áreas administrativas. Junio 2000. [Citado
el 29 de junio de 2016].

- ANDERSON SWEENEY. ESTADÍSTICA PARA LA ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA. Edición 10, editorial CENGAGE LEARNING 2008.
- LOURDES MUNCH GALINDO. FUNDAMENTOS DE ADMINISTRACIÓN, Editorial TRILLA, 2° EDICIÓN 2006.
- RUIZ MIGUEL ANTONIO. GERENCIA ESTRATÉGICA DE MANTENIMIENTO. Colección negocios, empresa y economía. Segunda edición.
- PINEDA STIVEN y SILVIA PLATA LUISA. IMPLEMENTACIÓN DE LOS ÍNDICES CMD EN LOS EQUIPOS ROTATIVOS DE LA PLANTA DE CRACKING UOP I DE LA GRB ECOPEPETROL S.A. Universidad Industrial de Santander, Ingeniería mecánica, 2008.
- ACUÑA JORGE, INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD, Primera Edición, Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2003.
- TÉCNICAS AVANZADAS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA INDUSTRIA, INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO. Renove tecnología, ARTÍCULOS DESTACADOS, Colección Mantenimiento Industrial Volumen 6.
- GERARDO MOSQUERA CASTELLANOS, DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD DE SISTEMAS INDUSTRIALES, Editorial Instituto Superior de Investigación y desarrollo-Venezuela, 1995.
- GARCÍA GARRIDO SANTIAGO, ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO, Editorial Díaz de Santos, 2003.
- Gómez Ana, SENA. Formato de ambientes virtuales de aprendizaje. PRONÓSTICO DE VENTAS 2005.
- HANKE JOHN y WICHERN DEAN, PRONÓSTICOS EN LOS NEGOCIOS, Novena Edición, Editorial Pearson.
- GONZÁLEZ JAVIER, MANTENIMIENTO INDUSTRIAL AVANZADO, Segunda Edición, Editorial FC 2005.