

# Plan de mantenimiento preventivo para los transportadores de rodillos de la sección de empaque NPK en la empresa Yara Colombia S.A. ubicada en la zona industrial de Mamonal en Cartagena de Indias.

*Autor: Jose Luis Zuñiga Medrano - 23551626510  
 Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.  
 Tecnología en Mantenimiento Electromecánico Industrial  
 Universidad Antonio Nariño  
 Sede Cartagena de Indias  
 Jzuniga65@uan.edu.co  
 Director: Juan Vicente Cajal Barros  
 e-mail jucajal@uan.edu.co*

**RESUMEN:** Este texto informa sobre los problemas de los sistemas de transportadores de rodillos en la empresa Yara Colombia S.A. y la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para estos. En primer lugar se debe Conocer a detalle los problemas que afectan estadísticamente estos sistemas, reflejando pérdidas considerables aproximadamente de 162.6 toneladas por semanas. Lo cual se debe a fallas en los sistemas de los transportadores de rodillos y de sus componentes, que a su vez están siendo afectados por las condiciones química del producto y del medio ambiente. Siendo condiciones naturales del producto, altamente corrosivas y abrasivas. Lo cual hace que afecte el equipo y por ende que este pare y a su vez se detenga la producción. Conociendo está información se ha planteado como objetivo la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo, siguiendo un paso a paso de las actividades como, identificación, determinación y presentación. Teniendo en cuenta hasta qué punto queremos llegar con el alcance y la elaboración del plan de mantenimiento, y así mismo implementando la metodología que se llevara a cabo desde el punto inicial hasta lograr los resultados esperados, que es elaborar y presentar el plan de mantenimiento preventivo. También generar el manual de la preparación y entregar el plan de mantenimiento preventivo para la transportadora de rodillos.

**KEY WORDS:** Company, preventive, maintenance plan, conveyors, rollers, processing, NPK packaging, reliability, unscheduled stops.

## INTRODUCCIÓN

En la industria se utilizan variedades de sistemas, para que la productividad sea más eficiente, tanto en la fabricación, mano

**PALABRAS CLAVE:** Empresa, preventivo, plan de mantenimiento, transportadores, rodillos, elaboración, empaque NPK, confiabilidad, paradas no programadas.

**ABSTRACT:** This text reports on the problems of roller conveyor systems in the company Yara Colombia S.A. and the development of a maintenance plan. In the first part, to know the details of the main problem that statistically affects the systems, presenting considerable losses of approximately 162.6 tons per week. This is due to failures in the conveyors and in the mechanisms of the rollers, which are being affected by the chemical conditions of the transported product, which is highly corrosive and abrasive which causes them to be damaged and therefore the equipment cut off. Knowing this, the objective has been to develop a preventive maintenance plan, following a step by step, of activities such as identification, determination and presentation. Taking into account how far we want to reach with the scope of the development of the maintenance plan, and likewise implementing the methodology that will be carried out from zero point to achieve the expected results, which are to carry out the development and presentation of the maintenance plan. Preventive maintenance, likewise generate the preparation manual and deliver the preventive maintenance plan for the roller conveyor.

factura y transporte de sus productos. En este caso nos enfocaremos en uno de los sistemas más utilizados para el transportar de los productos, específicamente “El sistema de transportadores de rodillos, que es utilizado para el transporte de cargas unitarias (cajas de cartón, cajas de plásticos, palés, sacos, etc.)” [3].

Por la efectividad que conlleva utilizar estos sistemas de transporte, la empresa Yara Colombia S.A. los ha implementado para ser más competitiva, productiva y eficiente. Pero para llevar a cabo este proceso es necesario

asumir una serie de riesgos.

A su vez una serie de limitantes durante el proceso, los cuales están afectando a los sistemas de transportadores de rodillos, que estadísticamente se están reflejando en pérdidas considerables aproximadamente de 162.6 toneladas por semanas.

Lo cual se debe a fallas en los sistemas de los transportadores de rodillos y de sus componentes, que están siendo afectados por las condiciones química del producto y del medio ambiente al cual está expuesto. Lo que causa que estos se detengan, afectando los sistemas de transmisión, sistemas eléctricos e instrumentos, impidiendo así que continúe el proceso de transportado y a su vez que el equipo se detenga. Esto ocasiona pérdidas, en cuanto a tiempo, producción y mantenimiento.

Todo esto se pretende superar, con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, que mantenga el sistema de transportadores de rodillos mucho más confiables. Tomando como referencia propuestas anteriores que han tenido un gran éxito en la industria a nivel internacional.

Las ventajas que se obtendrían con la elaboración de este plan de mantenimiento serían muchas, tanto en la producción, administración y el mantenimiento como rendimiento en el sistema de transportadores de rodillos y la productividad, menos tiempo en el mantenimiento y también menos gastos administrativos.

Para llevar a cabo el plan de mantenimiento fue necesario realizarlo en tres importantes pasos, donde primero que es el marco teórico se hace una breve descripción histórica del inicio del sistema de transportadores, de sus componentes y de su funcionamiento en los transportadores de rodillos.

En el segundo se describe la metodología que se empleó fase por fase.

“conocemos el mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento”. [1]. Por eso nos enfocaremos en estudiar el sistema de transportadores, sus componentes y la causa o posibles causas que los están afectando y poder atacar directamente la causa raíz de los problemas existentes y así evitar pérdidas en tiempo, que a su vez se ve reflejado en dinero, y por ende en pérdidas para la compañía.

Por último los resultados obtenidos es la investigación del sistema de transportadores de rodillos.

Utilizaremos métodos que anteriormente han funcionado para

## OBJETIVOS

### A. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de transportadores de rodillos de la sección de empaque NPK para la empresa Yara Colombia SA.

que nos sirva de guía, y así lograremos cumplir completamente con el plan de mantenimiento y aplicarlo al sistema.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

I. La empresa Yara Colombia se encuentra ubicada en Mamonal zona industrial en Cartagena de Indias. Uno de los grandes inconvenientes que se presenta según los reportes estadísticos por semana de operación, son paradas no programadas a causa de fallas en el sistema de transportadores de rodillos las cuales tiene una frecuencia de 3 horas por semanas, lo que equivale a 162.6 toneladas en pérdidas por semanas para la empresa. Estas paradas se deben a múltiples razones entre las que tenemos, mecanismos internos de los rodillos, los cuales se ven afectados por la corrosión y la abrasión del producto transportado. Lo que causa que estos se detengan, afectando los sistemas de transmisión, sistemas eléctricos e instrumentos. Impidiendo así que continúe el proceso de transportado y a su vez que el equipo se detenga. Esto ocasiona pérdidas, en cuanto a tiempo, producción y mantenimiento. Conociendo la situación actual y las condiciones que están afectando el sistema de transportadores de rodillos, es necesario tomar acciones para mejorar y ser más eficiente. De aquí se parte para tomar acciones necesarias y realizar planes de mantenimiento, entre esto se puede decir que. “El mantenimiento preventivo planeado aumenta la confiabilidad del equipo y prolonga la vida útil” [4]. La importancia del plan de mantenimiento es prevenir que el sistema de transportadores de rodillos afecte la producción de la planta, además de disminuir los gastos a causa de paradas no programadas y todo lo que abarca, mano de obra, repuestos, y tiempos perdido de producción. Además contribuirá con otro tipo de problemas que estén afectando de manera similar ya sea a nivel nacional o global en la industria, usando esta investigación para así poder dar una solución coherente y que se ajuste a las necesidades ya sea por la misma causa o naturaleza que esté afectando algún equipo. Este plan es adecuado para solucionar el problema identificado porque no requiere de muchos gastos adicionales de diseño y de programas tecnológicos ya existentes, además no afectará los horarios de producción y se adecuará conforme con los tiempos libres operacionales. “Esto implica hacer mantenimiento planeado.

A partir de ahí, la mejora se puede alcanzar fácilmente con una adecuada asignación de recursos y enfocar los esfuerzos del personal en los defectos de diseño y montaje de la planta o en sus limitaciones operativas” [2]. ¿Qué debe hacerse para que el sistema de transportadores de rodillos sea más confiable?

### B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los subsistemas fundamentales de la transportadora de rodillos.
- Determinar las técnicas y actividades de mantenimiento que se debe ejecutar en cada uno de los subsistemas identificados.

- Presentar el plan de mantenimiento preventivo de la transportadora de rodillos.

## MARCO TEORICO

En norma internacional ISO 14224, se encuentran pautas para clasificar los tipos de fallas, ¿cómo se presentan las fallas? ¿Qué las está causando? y ¿qué provoca que este evento ocurra? De esta forma se puede analizar y definir de forma precisa la intervención del técnico de mantenimiento. [11]

Es preciso comprender los conceptos básicos en cuanto al mantenimiento preventivo. Para entender el desarrollo de este artículo se realiza un estudio de parte de la historia y como inicia el sistema de transporte de rodillos.

Desde los inicios de la historia fue fundamental utilizar cualquier tipo de medio de transporte. la utilización de los transportadores son tan antiguos como la humanidad misma y ha sido fundamental para el avance y desarrollo de la civilización, con esto podemos decir que los primeros transportadores de carga fueron los hombres y mujeres de la época, quienes por su naturaleza primitiva usaban su cuerpo para transportar cargas, luego fueron utilizados los animales, quienes por su capacidad y fuerza tomaron el puesto de medio de transporte por mucho tiempo, incluso en la actualidad aún se utilizan, siendo el camello el animal con más resistencia. Pero según aumentaba la carga, así mismo la creatividad humana para idearse nuevos métodos de transporte. Como los de tipo remolques y largueros que eran arrastrados por los animales para aumentar el volumen y la capacidad. Cabe destacar como evolución del primitivo arrastre el empleo de rodillos o traviesas más o menos cilíndricas, colocadas bajo la carga a transportar y su eje de simetría perpendicular a la dirección del movimiento como se muestra (imagen 1), a medida que la carga avanza los rodillos posteriores quedan libres y eran colocados en la parte anterior. Parece ser que este procedimiento fue utilizado por primera vez en Egipto, logrando mediante él disponer de una carretera plana y transportable a voluntad [5].

**Imagen 1**

**Traviesas utilizadas para transportar en la antigüedad [5]**



Los sistemas de transportadores de carga son los más utilizados en la industria por su eficiencia. Entre estos sistemas hay de varios tipos y se utilizan según el proceso. Entre estos tenemos los siguientes:

### Por gravedad:

Se basa en sistema que se apoya en la fuerza de gravedad del objeto para que se deslice sobre los rodillos, para esto los transportadores están diseñados e instalados con un punto de inclinación y mediante los rodillos cilíndricos que giran en su eje soportados en elementos rodantes o rodamientos, y la carga a su vez le ayude para desplazarse como se muestra (imagen 2).

**Imagen 2**

**Transportador por gravedad**



### Por Banda:

Los rodillos son accionados por medio de una banda que lo mueve un moto-reductor que trasmite el movimiento, esta banda la hay de varios tipos entre ellos las de telas cauchutadas con tejido de algodón, sintéticas, de acero, totalmente laminadas o fabricadas de alambre como se muestra (imagen 3).

**Imagen 3**

**Transportador por banda**



### Por Cadena:

En este sistema de transportadores los rodillos son accionados por medio de una cadena que transmite el movimiento de rodillo a rodillo, este es el sistema que es utilizado en la empresa Yara Colombia S.A. por ser ideal debido al tipo y peso de la carga a transportar, porque es un tipo de transporte ideal para objetos pesados como se muestra (imagen 4).

**Imagen 4**

**Transportador de rodillos**



Entre los componentes de los sistemas encontramos los motorreductores, las cadenas de transmisión, los piñones o sprocker, los rodamientos

**Motorreductores:**

Los motorreductores son equipos constituidos por un motor o elemento motriz, y un reductor, cuyo fin es adaptar la velocidad motriz a la velocidad que precisa la aplicación o máquina de que se trate como se muestra (imagen 5).

**Imagen 5  
Motoreductor**

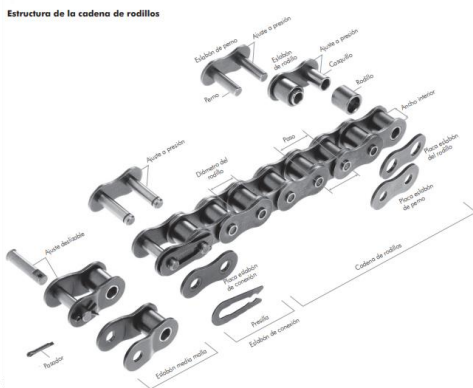


**Cadena de transmisión**

Una cadena es un elemento de transmisión de potencia por una serie de eslabones unidos con pernos. Este diseño permite tener flexibilidad, y permite además que la cadena transmita grandes fuerzas de tensión.

La resistencia al desgaste de una caneda esta relacionada de manera fundamental con la lubricación. Un programa de mantenimiento periodico, asi como un lubricante y tipo de lubricación adecuados, son requisitos importantes para conseguir una duración prolongada de la cadena como se muestra (imagen 6).

**Imagen 6  
Cadena de Transmisión**



**Nota:** Es necesario tener en cuenta el proceso de alineación de las cadenas del sistema de transmisión, para realizar esta actividad hay que tener conocimiento previo del funcionamiento del sistema. Conociendo la instalación de los rodillos en su base la cual están sujetos por medio de un tornillos M12 en ambos extremos, en los cuales se pueden instalar unos chinos entre el eje del rodillo en la base, estos chinos se pueden instalar teniendo en cuenta las medidas correspondiente a la desalineación de las cadenas, realizando este proceso se alinean los sprocker y las cadenas para que el mecanismo no presente fallas por desalineación. También hay que tener en cuenta la posición en que se instalan los candados de seguridad de las cadenas, estos siempre se instalan en sentido de giro de los rodillos para que no se salgan en el proceso.

**Sprocket**

Las ruedas dentadas o sprockets son piezas giratorias con dientes que se usan junto con una cadena siempre unida con otro Piñón para transmitir el par. Los sprockets y la cadena se pueden usar para cambiar la velocidad, el par o la dirección original de un motor.

La forma del diente de una rueda dentada se deriva de la trayectoria geométrica descrita por el rodillo de la cadena a medida que se mueve a través de la línea de cabeceo y el círculo de cabeceo para una rueda dentada y un paso de cadena determinados. La forma del diente está matemáticamente relacionado con el paso de cadena (P), el número de dientes en la rueda dentada (N) y el Diámetro del rodillo  $D_r$  (imagen 1).

**Imagen 7  
Tipos de Sprocket**

SPROCKETS EN EXISTENCIA TIPOS A, B Y C



**HECHOS SOBRE PEDIDO**



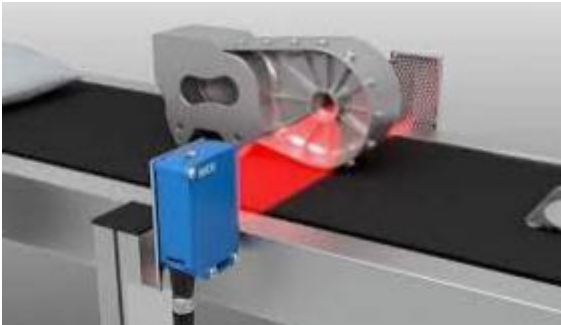
### Sensores Foto Eléctricos

Este haz puede ser visible o bien de infrarrojo. Así, la detención de la interrupción de este haz de luz por cualquier objeto, permite generar una señal eléctrica proporcionando la información necesaria al sistema.

Este tipo de sistema de detención, hace a estos sensores muy óptimos para la detención de cualquier objeto que sea capaz de modificar el rayo de luz que generan.

Este tipo de sensores dispone de sistema emisor, y uno receptor del haz de luz, presentándose varios tipos diferentes, en función de la morfología y ubicación de estos emisores y receptores (imagen 9).

**Imagen 9**  
**Sensor Foto Eléctrico**



### Rodamientos

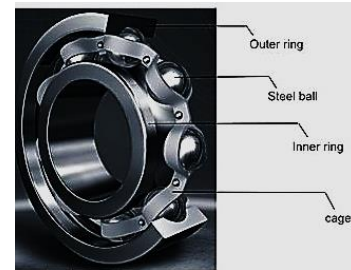
El rodamiento es un elemento normalizado que consta de dos aros concéntricos con caminos de rodadura, en la mayoría de los casos esféricos sobre los que se desplazan unos cuerpos rodantes, bolas o rodillos, cuya finalidad es el permitir la modalidad de la parte giratoria respecto de la fija.

Ventajas de los rodamientos

- Rozamiento insignificante, sobre todo el arranque
- Gran capacidad de carga.
- Desgaste prácticamente nulo durante el funcionamiento.
- Facilidad de cambio, dado que son elementos normalizados.
- Precios discretos, dado que los lotes de fabricación son de cantidades importantes.

Los rodamientos rígidos de bolas son el tipo de rodamientos más habitual y son especialmente versátiles. Tienen una baja fricción y están optimizados para un nivel de ruido bajo y baja vibración, lo que permite altas velocidades de giros. Soportan cargas radiales y axiales en ambos sentidos, son fáciles de montar y requieren menos mantenimiento que otros tipos de rodamientos (imagen 8).

**Imagen 8**  
**Rodamiento de bola**



### Lubricación

La lubricación se puede considerar una tarea perteneciente al mantenimiento, puesto que la lubricación es necesaria para el buen funcionamiento de las herramientas y equipos. Las instrucciones relativas a la lubricación de cada máquina en cuestión. En este aspecto, el ingeniero de mantenimiento será la persona responsable de la elección del lubricante adecuado, de su almacenamiento, de su distribución y del empleo en producción. Además, tendrá que establecer los intervalos adecuados para las operaciones de lubricación, así como registrar y comprobar que dicha lubricación se ha realizado correctamente [4].

La lubricación en el mantenimiento preventivo es una de las actividades más importantes, por lo que mantiene los componentes de los equipos con mayor durabilidad y evita desgaste excesivo por fricción, para rodamientos, engranajes y componentes de transmisión como cadenas, sprocker entre otros. En el sistema de transportadores de rodillos manejamos rodamientos en los rodillos rígidos de bolas de referencia 6204 2RS1 que maneja grasa de lubricación los cuales traen la cantidad de grasa correspondiente de fábrica, también se cuenta con sistema de engranajes en los reductores que su sistema de lubricación es aceite de referencia Spartan EP 220 y se realiza revisión trimestral y se reemplaza, las cadenas y sprocker del sistema de transmisión se lubrica cada 15 días con aceite lubricante de referencia OKS 45.

Es importante tener en cuenta la periodicidad con la cual se realizan la lubricación y que tipo de lubricante es necesario según la aplicación, para los rodamientos la lubricación tiene muchos factores que influyen como carga, temperatura diámetro y velocidad.

### Plan de mantenimiento

Normalmente, estos trabajos están normalizados mediante documentos en el que se explica de qué forma se realizarán.

Los planes de mantenimiento son documentos que especifican ¿cómo se va a hacer este tipo de mantenimiento? En ellos se detalla qué tipo de personal realizará las acciones de mantenimiento, cada persona tendrá un rol determinado en dicho plan por lo tanto una serie de responsabilidades.

### **Mantenimiento Industrial [11]:**

El mantenimiento industrial está definido como el conjunto de actividades encaminadas a garantizar el correcto funcionamiento de las máquinas e instalaciones que conforman un proceso de producción permitiendo que éste alcance su máximo rendimiento.

### **Ventaja del Mantenimiento Industrial [11]:**

Una buena programación del mantenimiento hace que las empresas cuenten con las siguientes ventajas:

- Elaboración de productos de alta calidad y a bajo costo.
- Satisfacción de los clientes con respecto a la entrega del producto en el tiempo acordado.
- Reducción de los riesgos en accidentes de trabajo ocasionados por el mal estado de las máquinas o sus componentes.
- Disminución de costos provocados por paradas del proceso de producción cuando se presentan reparaciones imprevistas.
- Detección de fallas producidas por el desgaste de piezas permitiendo una adecuada programación en para realizar la reparación necesaria.
- Evita los daños en las máquinas.
- Facilita la elaboración del presupuesto acorde con las necesidades de la empresa [11].

### **Pérdidas que se Presentan por la Falta del Mantenimiento Programado [11]:**

Cuando en las empresas no cuentan con un plan de mantenimiento, las pérdidas se pueden presentar por los siguientes inconvenientes:

- Paradas del proceso de producción.
- Averías inesperadas de los equipos.
- Daños en la materia prima.
- Elaboración de productos defectuosos.
- Incumplimiento en los tiempos de entrega de los productos.
- Accidentes laborales.

### **Tipos De Mantenimiento:**

Existen varios tipos de mantenimiento los cuales nombraremos a continuación, teniendo en cuenta el objeto del proyecto solo nos centraremos en el mantenimiento preventivo:

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Conductivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Cero Horas

### **Mantenimiento Preventivo:**

El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza mediante una programación previa de actividades, con el fin de evitar en lo posible la mayor cantidad de daños imprevistos, disminuir los tiempos perdidos de producción por fallas y por ende disminuir los costos de la misma. [13]

Cuando se decide implementar un programa de mantenimiento se debe contar con fuentes de información de primera mano como catálogos, manuales, planos del fabricante.


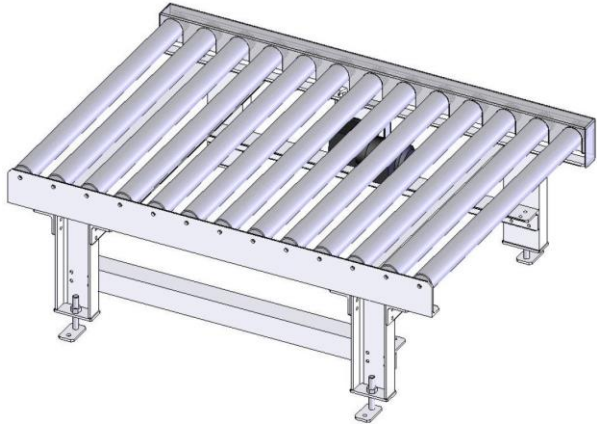
Es importante tener en cuenta paradas de planta, vacaciones y contar con el personal de mantenimiento idóneo para dicha labor.

Debemos tener claro las siguientes incógnitas: ¿Que hay que mantener?, ¿Que hay que hacer para mantenerlo funcionando?, ¿Cuándo y cuándo hay que hacerlo?, ¿Cómo hay que hacerlo?, ¿Qué personal se requiere para hacerlo? y ¿Cuánto tiempo se requiere para hacerlo? [13]

Para el éxito de un mantenimiento preventivo se requiere de realizar revisiones preventivas la cual consiste en recolectar información sobre el estado del equipo con el fin de detectar puntos de falla o partes descompuestas. Con dicha información es posible programar una parada de corrección, reposición o reparación y si es conveniente se debe generar una orden de mantenimiento correctivo. Esto también puede como correcciones programadas [13]

TABLA I [15]

## FICHA TÉCNICA DE TRANSPORTADORES DE RODILLOS.

FICHA TÉCNICA DE TRANSPORTADORES DE RODILLOS											
NOMBRE DEL EQUIPO		TRANSPORTADOR DE RODILLOS				AÑO DE ADQUISICIÓN					
DESCRIPCIÓN						DÍA	23	MES	4	AÑO	2009
MAQUINA-EQUIPO	Transportador de Rodillos					UBICACIÓN		Planta Yara Colombia			
FABRICANTE	Statec Binder					SECCIÓN		Empaque NPK			
MODELO	2011-11 / SB-DOKU-PRINCIPAL-H					CÓDIGO-INVENTARIO		UAN-005			
MARCA	Statec Binder					CUENTA CON MANUAL:		SI	X	NO	
N° DE SERIE:	15479632					UBICACIÓN DEL MANUAL		SERVIDOR PUBLICO.			
CARACTERÍSTICAS GENERALES											
PESO	370Kg	ALTURA	90mm	ANCHO	1300mm	LARGO	2500mm	COLOR	blanco		
<p><b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:</b> base acero al carbón: 326TS, Potencia: (0.75 kW). <b>Material de Rodillo:</b> Acero inoxidable X10CrNi18-8</p> <p><b>Peso máximo:</b> 3000Kg. <b>Diámetro del rodillo:</b> 89mm. <b>Distancia entre rodillo:</b> 119mm <b>Longitud del transportador de rodillos:</b> 2500mm. <b>Ancho del transportador de rodillo:</b> 1300mm.</p> <p><b>Capacidad de carga:</b> 3000 Kg. <b>Tipo de transmisión:</b> cadena de acero inoxidable B10, sprocker tipo B. <b>Motor:</b> Hz 60 rpm 1700/69 kW 0.37 S1 SEW PG Synth. Oil/0.40l kg 14.689</p>											
<p><b>FUNCIÓN:</b> Los transportadores de rodillos permiten ahorrar tiempo y ganar eficiencia en aquellos traslados de cargas repetitivos y con circuitos ya trazados, al reducir la manipulación manual de la mercancía.</p>											
CONDICIONES GENERALES											
ACTIVIDAD	Transportar de cargas					<b>OBSERVACIONES</b>					
AÑOS DE SERVICIO	Sin definir										
SITUACIÓN ACTUAL	Operativo										
CRITICIDAD DEL EQUIPO	Alta										
FECHA DEL MANTENIMIENTO											

Los transportadores de rodillos tienen tres subsistemas principales (columna uno Tabla II):

1. Sistema mecánico conformado por: sprocker, cadena, rodillo.
2. Sistema eléctrico compuesto por: motor-reductor, cableado eléctrico
3. Sistema de instrumentación: formado por cableado y sensores fotoeléctricos.

La (columna dos Tabla II) muestra algunos problemas

cotidianos que se pueden presentar a lo largo de la vida útil de un transportador de rodillos esta información debe estar a la mano de la persona a cargo del mantenimiento de este tipo de máquinas

Para poder determinar con mayor facilidad al momento de diagnosticar una falla (columna 1 Tabla II), teniendo en cuenta que en este mismo cuadro se encuentra en la columna tres la posible causa de esa falla, en algunos casos hay varias opciones de falla, deberá tenerse en cuenta algunos aspectos dependiendo la falla para definir el resultado del


diagnóstico.

En (columna cuatro Tabla II) se puede apreciar Algunas posibles soluciones, teniendo en cuenta el problema planteado y como mencionaba anteriormente de acuerdo a la posible causa también encontraremos varias opciones para resolver

ese problema, es preciso elegir de acuerdo a los criterios la opción más conveniente para la máquina, recordando siempre que dependiendo de estas decisiones así será la vida útil del equipo.

**TABLA II [15]**

Fallas vs soluciones en los transportadores de rodillos.


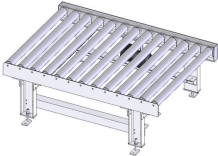
			
<b>Fallas Comunes de Transportadores de Rodillos</b>			
<b>SUBSISTEMAS</b>	<b>PROBLEMA</b>	<b>POSIBLE CAUSA</b>	<b>SOLUCIÓN</b>
<b>Sistema de transmisión</b>	<b>Cadena partida</b>	Desgaste	Reemplazar cadena y lubricar
		Contacto con otra pieza	Revisión y reparación si es necesario
		Desalineación de sprocker	Revisar estado de sprocker y realizar alineación
	<b>Rodillo Frenado</b>	Rodamineto en mal estado	Reemplazar rodillo
		Sprocker deformado	Reemplazar rodillo
	<b>Reductor no Arranca</b>	Rodamiento en mal estado	Reemplazar Rodamientos
Piñones gastados		Reparar Reductor, Cambiar Piñones en mal estado	
<b>Sistema Eléctrico</b>	<b>Motor frenado</b>	Corto circuitos interno	Reemplazar motor
		Contactos internos Aislados	Realizer mantenimiento al motor
		Rotor en mal estado	Reemplazar motor
		cableado aislado	Realizer mantenimiento al cableado
<b>Sistema Instrumentista</b>	<b>Senrores foto eléctricos en mal estado</b>	Cableado en Mal estado o Aislado debido al producto	Realizar mantenimiento al Sistema.

Teniendo en cuenta las posibles fallas identificadas, es preciso clasificar una serie de actividades que permiten categorizarlas las actividades de mantenimiento (Tabla III). Esto con el fin de identificarlas mediante un código de mantenimiento en el cual se establece un procedimiento de mantenimiento, estos códigos están descritos con las iniciales M-P que significan mantenimiento preventivo con el número correspondiente a cada actividad de mantenimiento acompañado de la frecuencia de mantenimiento y la prioridad de cada actividad descrita a continuación.



TABLA III [15]

## ÍNDICE DE INSTRUCCIONES TÉCNICAS

INDICE DE INSTRUCCIONES TECNICAS							
TIPO DE MANTENIMIENTO:							
RUTINARIO	PROGRAMADO	X	CORRECTIVO				
MAQUINA-EQUIPO	MODELO	N° DE SERIE:					
Transportador de Rodillos	2011-11 / SB-DOKU-PRINCIPAL-H	15479632					
CODIGO	DESCRIPCION				PRIO	FRECU	T (H)
M-P-01	Hacer una inspección visual de los transportadores de rodillo el sistema de transmisión, observando señales de desgastes, corrosion, Tensión y ruidos anormales.				M	3 DIAS X SEMANA	1440
M-P-02	Realizar limpieza con Agua a presión y lubricar sistema de transmisión.				M	QUINCENAL	2160
M-P-03	Revisar los niveles de Aceite del reductor y el estado de la piñoneria.				M	TRIMESTAL	720
M-P-04	Verificar Estado de Tensión Y alineación de las cadenas.				M	QUINCENAL	2160
M-P-05	Verificar El estado de los rodillos y sprocker				M	QUINCENAL	4320
M-P-06	Verificar el Estado de el cableado				M	QUINCENAL	2880
M-P-07	Verificar estado de Motor				M	QUINCENA	4320
M-P-08	Revisar estado de los sensores				M	QUINCENAL	2160
M-P-09	Revisar estado de las bases de los sensores				M	QUINCENAL	8640
M-P-10	Verificar estado de cableado de Instrumentos				M	MEN	720
M-P-11	Registrar y archivar todas las modificaciones realizadas en el motor.				M	SEMESTRAL	517
REALIZADO POR: _____				APROBADO POR: _____			

Nota: Índice de instrucciones técnica donde se observan las actividades y frecuencia de mantenimiento.

## ALCANCE

Se elaborará un plan de mantenimiento que solo cubrirá el sistema de transportadores de rodillos de la sección de empaque NPK en la empresa Yara Colombia S.A. Así mismo determinar las actividades de mantenimiento a desarrollarse. Y llegados hasta ese punto presentar el plan de mantenimiento.

Teniendo en cuenta las fallas comunes identificadas, es necesario clasificar una serie de actividades y a las ves categorizarlas (Tabla III). Esto con el fin de identificarlas a través de un código de mantenimiento con el cual se establecerá un proceso de mantenimiento, estos códigos se nombrarán con el área en cargada de mantenimiento que significan pueden ser eléctrico, mecánico, instrumentos u operación con el número correspondiente a cada actividad de mantenimiento, la frecuencia y prioridad.

## METODOLOGÍA

### Descripción de los transportadores de rodillos de empaque NPK en Yara Colombia.

Los transportador de rodillos de empaque NPK tiene como función transportar estibas de producto terminado de 1500 hasta 1750 toneladas cada una, hasta llegar a su destino final.

**Imagen 10**  
**Transportador de rodillos de empaque NPK**  
**Yara Colombia [12]**



Estos transportadores se dividen en tres subsistemas los cuales son subsistemas de transmisión o mecánicos, subsistemas eléctricos y subsistemas de instrumentos, estos subsistemas funcionan de la siguiente manera.

#### Subsistema de transmisión o mecánico:

Este subsistema es quien se encarga de transmitir el movimiento que recibe del reductor y así lo convierte en desplazamiento.

La primera función la cumple el reductor como se muestra en

la (imagen 5) del marco teórico, este convierte la energía eléctrica que recibe del motor en energía mecánica, y este a su vez lo trasmite mediante un sprocket (imagen 7) que está unido al eje y este a una cadena (imagen 6) de referencia B10 que lo trasmite a los rodillos (imagen 4) que también tienen unidos unos sprocket tipo B doble, a los cuales se le instalan las cadenas estratégicamente para unirlos a todos. Hay que tener en cuenta que los rodillos internamente son huecos y los atraviesan un eje que esta soportado por un rodamiento de bola (imagen 8) en ambos extremos, lo que permite que puedan soportar altas cargas y giren libremente.

#### Subsistema eléctrico:

Este subsistema que está conformado por el cableado eléctrico y el motor. Principalmente se encarga de mover el reductor, el cual está unido a él, formando un solo equipo pero a la vez cada uno con su propia función. El motor recibe la energía eléctrica que se conduce a través del cableado, para poder cumplir con su función que es transmitir ese movimiento al reductor, y este al mismo tiempo cumplir con su función.

#### Subsistema de instrumentos:

Este subsistema conformado por los sensores (imagen 9) y el cableado tiene como función detectar en que momento activar cada uno de los transportadores, para dar continuidad al proceso, esto lo hace enviando una señal a cada uno de los motores para que estos arranquen automaticamente y sucede en el momento en que se desplaza una estiba y obstruye la luz.

**Nota:** cabe destacar que los transportadores de rodillos de la sección de empaque NPK están divididos en 5 transportadores, los cuales cuatro de ellos cuentan con 13 rodillos cada uno. El otro que es el dispensador de estibas que recibe las estibas sin carga de un surtidor tiene 19 rodillos y estos trabajan sin carga. De los cuatro transportadores el que le sigue al surtidor es el del elevador, que es donde se forman las capas de producto terminado, cada uno de estos transportadores tiene subsistemas independientes.

Para dar cumplimiento a la metodología de este proyecto el cual es la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para los transportadores de rodillos de empaque NPK, se llevaron a cabo tres fases las cuales son las siguientes:

- **Primera fase:**

Teniendo en cuenta el primer objetivo específico que es la identificación de los subsistemas fundamentales que conforman los transportadores de rodillos. Fue necesario estudiar los manuales para con ello realizar la ficha técnica del transportador de rodillos (Tabla I), los cuales se redactan en un documento para luego realizar una tabla estándar. En esta tabla se observa características principales de los transportadores de rodillos, luego de esto se evaluaron las fallas más comunes de estos para así crear otro documento y realizar otra tabla la cual nos muestra lo hallado (Tabla II),

también se consultan los datos suministrados por el fabricante [10], con base en esos datos se clasifican de acuerdo a cada subsistema del transportador y así se pudo agregar más actividades en el plan de mantenimiento de acuerdo a estas fallas.

Basándose en la norma internacional ISO 14224[14], se siguieron algunas recomendaciones básicas, en lo que se contempla la necesidad de recopilar información correspondiente a los transportadores de rodillos, que es el equipo a mantener, En esta norma se recomienda dividir el activo en subsistemas para facilitar los procesos de manutención por esta razón se realiza (tabla IV) donde se encuentra una relación y como se identifican los subsistemas establecidos teniendo en cuenta su función en los transportadores, a su vez cada subsistema se divide en las partes relacionadas con éste y una descripción del transportador[14].

- **Segunda fase:**

Para el desarrollo del segundo objetivo el cual es determinar las técnicas y actividades de mantenimiento que se debe ejecutar en cada uno de los subsistemas identificados. Fue necesario tener conocimiento de las fallas más comunes las cuales se hablan en la (tabla II) que aparece en el marco teórico, donde también se muestran varias imágenes de cada uno de los componentes del transportador de rodillos, para tener claridad al momento de identificarlas, a su vez fue necesario relacionar los problemas más frecuentes que se presentan a lo largo del funcionamiento del transportador de rodillos, [10], estas fallas fueron clasificadas en los subsistemas con el fin de facilitar el manejo de la situación y evitar que estas se materialicen, posteriormente se describe el modo de falla y por último varias opciones de posibles soluciones, esto apoyado en la norma ISO 14224.[11]

A partir de estas fallas se describen actividades de mantenimiento teniendo en cuenta las técnicas y las actividades en cada una de estas, así encaminados a los problemas más comunes en los transportadores para de esta manera establecer una frecuencia de mantenimiento. Dichas frecuencias fueron establecidas con base en la experiencia y consultas hechas en el área de mantenimiento de las empresas del sector industrial de Cartagena.

Luego de obtener toda la información técnica relacionada con el equipo se clasifica una serie de actividades que conforman el plan de mantenimiento preventivo la que contiene toda la información necesaria para la manutención de los transportadores. En los anexo 1 se encuentra la (Tabla V) que es un formato donde se explica el plan de mantenimiento para los transportadores donde se enmarcan subsistemas de los transportadores con el fin de establecer la frecuencia de intervención de estas piezas de tal manera que sea tenido en cuenta, como una programación y un compromiso de trabajo por parte del profesional a cargo del área de mantenimiento,

es importante especificar el perfil del responsable de la actividad, por ejemplo, si se programado un cambio de rodillo debe hacerlo un técnico de mantenimiento mecánico, esto con el fin de responsabilizar a personas competentes y certificadas en la actividad.

- **Tercera fase:**

Para dar cumplimiento con el tercer objetivo específico que es presentar el plan de mantenimiento preventivo para los transportadores de rodillos y luego de haber cumplido con la identificación de cada uno de los subsistemas de los transportadores y realizando la lista de cada uno identificando las fallas más comunes y determinando las técnicas y las actividades de mantenimiento para con esto realizar el plan de mantenimiento, documentado todo el proceso para así posteriormente realizar la presentación del plan de mantenimiento preventivo, demostrando la efectividad de este mismo. Con esto se puede decir que se ha cumplido con la elaboración del plan de mantenimiento preventivo para los transportadores de rodillos de la sección de empaque NPK en Yara Colombia.

## II. RESULTADOS Y ANÁLISIS

El objetivo general de este proyecto es la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para transportadores de rodillos. Para lograr el objetivo general de este proyecto fue necesario dividirlo en tres fases descritas a continuación:

- **Fase 1: Subsistemas fundamentales de los transportadores de rodillos.**

Antes de intervenir cualquier máquina o equipo en la industria o fuera de ella es importante tener en cuenta todas las medidas de seguridad necesarias para la protección e integridad de las personas, los activos y el medio ambiente. Es por eso que en la Figura 3 se observa los elementos de protección personal básicos para realizar mantenimiento.

**Imagen 11**  
**EPP básicos para ingresar a plantan**



Luego de tener claridad de las recomendaciones de seguridad, se enlistan los subsistemas requeridos para la elaboración de este plan de mantenimiento.

Es necesario la elaboración de una ficha técnica en donde se recopilan información del transportador de rodillos (Tabla I) en la cual se describe el nombre del equipo, código de inventario, descripción, marca, número de serie, año de adquisición, potencia del motor entre otros datos característicos del transportador de rodillos.

En el marco teórico en las figuras se muestra de manera detallada el número de parte de los transportadores en mención. Basados en la norma internacional ISO 14224 se determinó la manera de realizar un plan de mantenimiento

## Fase 2: Determinar las técnicas y actividades de los transportadores de rodillos.

Con el fin de identificar los subsistemas ya definidos en el primer objetivo específico, en donde se clasificaron las fallas más comunes a través de investigaciones y consulta en campo, los modos de falla de esta máquina los cuales varían de acuerdo a los subsistemas y también es importante resaltar que cada problema presenta varios modos de falla en listados en la (Tabla II) ubicada en el marco teórico, allí se puede apreciar en la cuarta columna las posibles soluciones a cada modo de falla y varias opciones de solución que deberán ser analizadas teniendo en cuenta la situación y experiencia del técnico en mantenimiento responsable del trabajo asignado.

Teniendo identificado las piezas, el modo de falla de los subsistemas que conforman el transportador de rodillos se enmarcan en la (Tabla III) índice de instrucciones técnicas con

clasificando esas partes en subsistemas que facilitaron la distribución de las actividades necesarias para el cumplimiento de este objetivo.

SUBSISTEMAS DE LOS TRANSPORTADORES DE RODILLO		
		
SUBSISTEMAS	PARTES DEL TRANSPORTADOR DE RODILLOS	OBSERVACIONES
<b>Sistema de transmisión O Mecánico</b>	<b>Moto-Reductor</b>	Convierte energía eléctrica en mecánica y en las revoluciones necesarias para dar
	<b>Cadena</b>	Recibe el movimiento del moto-reductor a través del sprocket y este se lo transfiere a los rodillos
	<b>Rodillo</b>	Este recibe el movimiento movimiento al los transportadores. A través de la cadena y el sprocket que asu vez realiza el desplazamiento del objeto a transportar.
	<b>sprocket</b>	es quien ayuda al moto-reductor y la cadena para transmitir el movimiento
<b>Sistema Eléctrico</b>	<b>cableado</b>	Es importante porque es qui se encarga de transportar energía eléctrica hacia el motor.
	<b>Motor</b>	Es una de las piezas mas importantes ya que sin Ella el proceso para, ya que el quien produce el movimiento gracias a que transforca la energía eléctrica en movimiento Mecánico
<b>Sistema de Instrumentos.</b>	<b>Sensores</b>	Son los que controlaan el movimiento del los transportadores, mediante señales foto eléctricas.
	<b>Cableado</b>	Es quienes reciben esas señales foto eléctricas y las transmiten, dando ordenes a que continúe el movimiento.

Esta tabla fue modificada. [15]

el fin de darle códigoa cada actividad de mantenimiento para establecer una frecuencia con base en investigaciones posteriores a la ejecución de dichos mantenimientos.

El plan de mantenimiento preventivo relaciona de manera estratégica las actividades de mantenimiento que requiere un transportador de rodillos como el 2011-11 / SB-DOKU-PRINCIPAL-H basados en la (Tabla IV) la cual nos muestra los subsistemas del transportador de rodillos, apoyados en la recomendación de la norma internacional ISO 14224.

Luego de haber identificado cada subsistema de los transportadores se pasa a definir las técnicas y las actividades que se van a implementar en el plan de mantenimiento preventivo, dichas técnicas y actividades son definidas debido a la investigación y el estudio previo del manual y con recomendaciones del personal técnico de mantenimiento. También teniendo en cuenta las fallas comunes ya en listadas en la tabla II, así verificamos cada uno de los subsistemas que puedan afectar a los transportadores de rodillos. Teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante se definen según el área de mantenimiento correspondiente sea mecánico,

eléctrico, instrumentista u operación. Analizando la periodicidad de las fallas podemos definir los ciclos, el tiempo de duración, la cantidad de personal técnico y los repuestos si son necesarios de cada intervención.

También se tuvo en cuenta la rotación de la producción, los tiempos muertos o tiempos de cambios de producto en donde se para los equipos debido a la fase de espera del nuevo producto. Las técnicas se definen de la siguiente manera:

#### **Mantenimiento Pre operacional:**

Este mantenimiento se puede realizar en cada cambio de turno, son revisiones pre operacionales, las cuales las realizan el personal operativo antes de empezar cada actividad productiva, el cual se basa en revisiones, limpiezas y lubricación a los sistemas, si se halla alguna anomalía se informa al personal de mantenimiento el cual hará la respectiva intervención de inmediato si es necesario, si no es se realizara llevando a cabo o en su defecto según la criticidad se puede en las horas de descanso de producción que es en el medio día, para con esto no parar y mantener la productividad del equipo. Esto se llevara a cabo hasta lograr que el equipo se establezca y así implementar los mantenimientos planeados.

#### **Mantenimiento Programado:**

Este se llevara a cabo utilizando los recursos necesarios y aprovechando las paradas por cambio de producto, en tiempo estipulado de un día de 12 horas, y realizando las revisiones y reparaciones necesarias, también realizando limpiezas al sistema motriz logrando remover todo el producto derramado en este mismo, y luego de esto realizar la lubricación necesaria. Este mantenimiento intervendrán todas las áreas de mantenimiento, incluidos operación. Y estas actividades son las siguientes:

- ❖ Retirar guardas de seguridad al sistema de transmisión en cargado Técnico Mecánico
- ❖ Realizar lavado con agua a presión a las cadenas, sprocker y rodillos de transmisión, en cargado Personal Operativo
- ❖ Revisar sistema de transmisión, rodillos, cadenas, sprocker. Si se halla problemas con alguno de estos reemplazar por otro. Personal encargado Técnico Mecánico
- ❖ Revisar niveles de aceite en los moto reductores, si se halla problema con estos reponer o en su defecto reemplazar, personal en cargado Técnico Mecánico y Técnico Eléctrico
- ❖ Revisar cableado, tensiones eléctricas estado de moto reductor, si se halla falla reparar o reemplazar, personal en cargado Técnico Eléctrico
- ❖ Revisar sensores de transportadores, si se halla fallas o reporte con esto realizar reparación o reemplazar. Personal encargado Técnico Instrumentista
- ❖ Realizar lubricación e instalación de guardas de seguridad del sistema de transmisión. Personal encargado Técnico Mecánico.

**Nota:** la importancia de mantener el equipo en constante limpieza es fundamental para prolongar la duración de cada componente, se hace énfasis en el tema porque actualmente lo que más afecta al equipo es la contaminación debido a la naturaleza del producto. También es importante verificar alineación y tensión de cadenas si se hallan fuera del rango de operación. La limpieza es la clave de este sistema de transmisión, debido a la naturaleza del producto transportado el cual afecta directamente al sistema motriz, frenando a los rodamientos, desgastando los sprocker, endureciendo las cadenas. Esto se conoce debido al estudio previo e indagar con el personal de mantenimiento y operativo. Se conoce que la naturaleza de producto transportado es altamente abrasivo y corrosivo, a razón de esto se toma la decisión de realizar limpieza y lubricación con un periodo de tiempo de cada 15 días.

Realizando estas recomendaciones se mantendrá un equipo con alta confiabilidad.

#### ▪ **Fase 3: Presentar el plan de mantenimiento preventivo de los transportadores de rodillos.**

Para realizar la presentación del plan de mantenimiento preventivo de los transportadores de rodillos. Fue necesario realizar toda la recopilación de información de estos, realizar la identificación de los subsistemas, determinar las técnicas y las actividades a llevar a cabo en las actividades programadas para el equipo, esta información se lleva a unas tablas organizadas por área de mantenimiento y operación, para que se ejecuten siguiendo un cronograma de actividades específicas.

Se realiza la presentación del plan de mantenimiento a los involucrados en el artículo, personal de la empresa y personal de la universidad, teniendo los formatos ya hechos, utilizando diapositivas explicativas, demostrando la efectividad de dicho plan en otras áreas y empresas ya consolidadas. Es importante llevar a cabo todo el material apoyo para así tener los argumentos necesarios para así mismo dar final al objetivo general del plan de mantenimiento.

#### UBICACIÓN DENTRO DE LAS LÍNEAS DE TRABAJO DEL PROGRAMA

Desarrollo tecnológico del grupo GI FOURIER.

#### USUARIO DIRECTOS Y FORMAS DE UTILIZACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

El personal beneficiado por el presente proyecto tecnológico son los estudiantes de la asignatura mantenimiento electromecánico industrial, y a quienes interese su estudio y utilización de estos recursos.

Tanto el equipo como los procedimientos técnicos y de mantenimiento pueden ser de gran aporte e importancia en la

vida estudiantil y laboral, lo que genera un impacto positivo en el área de la ingeniería y procesos de gestión.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se elaboró un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de transportadores de rodillos de la sección de empaque NPK para la empresa Yara Colombia SA.

Lo más importante en la elaboración de este plan de mantenimiento fue que se pudo identificar las causas principales, las cual afectan los transportadores de rodillos y así dar soluciones o posibles soluciones para que estos tenga una mayor confiabilidad y la producción no se detenga.

Por otra parte lo que más ayudo al cumplir con la elaboración del plan de mantenimiento preventivo fueron las investigaciones técnicas del manual de fabricante y la colaboración del personal técnico encargado del mantenimiento y de la operación de los transportadores de rodillos, quienes aportaron en gran medida con la información

## VI. BIBLIOGRAFIA

- [1] García Garrido, S. (2010). *Organización y Gestion del Mantenimiento*. Madrid: Díaz de Santos S.A.
- [2] García Palencia, O. (2012). *Gestion Moderna del Matenimiento Industrial*. Bogotá: Ediciones de la U.
- [3] Romero Castillo, P. (2018). *Montage y Mantenimiento de Líneas Automatizadas*. Córdoba : Paraninfo
- [9] Francisco T. Sánchez Marín, Antonio Pérez Gonzáles, Joaquín L. Sancho Bru, Pablo J. Rodríguez Cervantes. (2006). *Mantenimiento Mecánico de Máquinas*. Castellon de la Plana. Plublicaciones de la universidad jaume.
- [10] Juan M. Marín G.(2008). *Apuntes de Diseños de Maquinas*. Editorial Club Universitario. San Vicente (Alicante).
- [11] W. Olarte, M. Botero y B. Cañon, *Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción*, Scientia et technica, 2010.
- [12] Manual Statec Binder Highly efficient bagging and palletizing solutions
- [13] C. Botero, «Sena sistema de bibliotecas,»1991. [En línea]. Available:<https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/1550>. [Último acceso: 26 01 2021].
- [14] norma internacional, iso 14224 - industria de petroleo y gas natural - recoleccion e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de

detallada y precisa de los problemas más frecuentes.

Se logró obtener información adecuada del equipo para mantener la disponibilidad, así mismo también crear una hoja de vida y unos formatos para llevar control de todas las intervenciones que se le harán al equipo y de igual forma los formatos que se crearon con el fin de llevar a cabo cada uno de los mantenimientos preventivos y poder lograr la confiabilidad de los transportadores de rodillos.

Una de las mayores dificultades en la elaboración de este plan de mantenimiento preventivo fue lograr determinar las técnicas y actividades manteniendo los tiempos acorde con la producción y así no afectar a esta. Y finalmente lograr nuestro objetivo principal y con ello a la producción y la confiabilidad de los trasportadores de rodillos.

- [4] Williams, D., & Gracey, A. (1996). *Mantenimiento y Funcionamiento de Silos*. Roma: FAO.
- [5] Antonio Miravete, Emilio Larrodé. (1ra Edición, 1996. Reimpresión Marzo 2004). *Transportadores y Elevadores*. Barcelona: Editorial Reverté, S.A.
- [6] Vicente Garcia Segura. (2013). *Manipulación y Movimientos con Transoalés y Caretillas de Mano*. COMTO211. Málaga: ICeditorial.
- [7] Juan Carlos Moreno Pérez, Arturo Francisco Ramos Pérez (2014). *Administración de Software de un Sistema Informático*. Madrid: RA-MA, S.A.
- [8] José Roldán Viloria. (2017). *Formulas y Datos Practicos para Electricista 9ª.edición*. Madrid: Paraninfo  
equipos, copyright por intemational organization for standarization, 2000.
- [15] Formatos echos por *Neffer José Badillo Nieto y Dairo José Coneo Cervante. (2020). Articulo de grado faculta ingenieria electromecánica, modificado por Jose Luis Zuñiga Medrano. (2021).*
- [16] *Lubricación | SKF | SKF. Manual técnico SKF.*

Cartagena 12 de Octubre de 2021

ING MIGUEL CASTRO  
ING JUNIOR EN YARA COLOMBIA S.A.  
C.C. 1044909963  
MIGUEL.CASTRO@YARA.COM


Mediante la presente me dirijo a ustedes señores docentes de la Universidad Antonio Nariño sede Cartagena, en calidad de representante de la empresa Yara Colombia S.A. Para informar que la empresa y los representante del área de mantenimiento estamos de acuerdo con el artículo de grado titulado “Plan de mantenimiento preventivo para los transportadores de rodillos de la sección de empaque NPK en la empresa Yara Colombia S.A. ubicada en la zona industrial de Mamonal en Cartagena de Indias” presentado por el estudiante Jose Luis Zuñiga Medrano identificado C.C. 1048603865, para optar al título de Tecnólogo electromecánico.



Miguel David Castro Castro  
C.C. 1044909963

## ANEXO 1. TABLA V

## PLAN DE MANTENIMIENTO [15]

													
PLAN DE MANTENIMIENTO													
COD-MTTO	TIPO DE MANTENIMIENTO	ACTIVIDAD PREVENTIVA	RESPONSABLE	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	NUMERO DE PERSONAL	DURACION (H)	EPP	ÚLTIMO MANTO	FECHA ACTUAL	HORAS CUMPLIDAS	FRECUENCIA MTTO (H)	ESTADO	OBSERVACIONES
M-P-01	PREVENTIVO	Hacer una inspección visual de los transportadores de rodillo el sistema de transmisión, observando señales de desgastes, corrosión, Tensión y ruidos anormales.	TEC. MECANICO	Check list, Lampara de mano Libréta y lapicero	1	1	Casco , gafas, guantes anti corte, protección auditiva, masarilla para material particulado, jean y camisa manga larga				1440	vencida	
M-P-02	PREVENTIVO	Realizar limpieza con Agua a presión y lubricar sistema de transmisión.	OPERADORES	Hidro lavadora.	1	2	Casco , gafas, guantes anti corte, protección auditiva, masarilla para material particulado, jean y camisa manga larga				2160	vigente	
M-P-03	PREVENTIVO	Revisar los niveles de Aceite del reductor y el estado de la piñonería.	TEC. MECANICO	Llave mixta de 10mm Lampara de mano	2	2	Casco , gafas, guantes anti corte, protección auditiva, masarilla para material particulado, jean y camisa manga larga, botas de seguridad				720	vencida	
M-P-04	PREVENTIVO	Verificar Estado de Tensión Y alineación de las cadenas.	TEC. MECANICO	Llave mixtas 9/46" 7/16	2	2	Casco , gafas, guantes anti corte, protección auditiva, masarilla para material particulado, jean y camisa manga larga, botas de seguridad				2160	vigente	
M-P-05	PREVENTIVO	Verificar El estado de los rodillos y sprocker	TEC. MECANICO	Llave mixta 3/4" Destornillador de pala, martillo	2	2	Casco , gafas, guantes anti corte, protección auditiva, masarilla para material particulado, jean y camisa manga larga, botas de seguridad				4320	vigente	
M-P-06	PREVENTIVO	Verificar el Estado de el cableado	TEC. ELECTRICISTA	Multimetro juego de copas de 1/4	1	1	Casco , gafas, guantes di electricos, protección auditiva, masarilla para material particulado, jean y camisa manga larga, botas dielectricas botas de seguridad				2880	vigente	




M-P-07	PREVENTIVO	Verificar estado de Motor	TEC. ELECTRICISTA	Lampara de mano	1	2	Casco , gafas, guantes di electricos, protección auditiva, mascarilla para material particulado, jean y camisa manga larga, botas dieelectricas botas de seguridad				4320	vigente	
--------	------------	---------------------------	-------------------	-----------------	---	---	--	--	--	--	------	---------	--

M-P-08	PREVENTIVO	Revisar estado de los sensores	TEC. INSTRUMENTISTA	Lampara de mano, multmetro	2	3	Casco , gafas, guantes di electricos, protección auditiva, mascarilla para material particulado, jean y camisa manga larga, botas dieelectricas botas de seguridad				2160	vigente	
M-P-09	PREVENTIVO	Revisar estado de las bases de los sensores	TEC. INSTRUMENTIST	Lampara de mano, copa y llave de 9/16	2	3	Casco , gafas, guantes di electricos, protección auditiva, mascarilla para material particulado, jean y camisa manga larga, botas dieelectricas botas de seguridad				8640	vigente	
M-P-10	PREVENTIVO	Verificar estado de cableado de Instrumentos	TEC. INSTRUMENTIST A	Multmetro	2	2	Casco , gafas, guantes di electricos, protección auditiva, mascarilla para material particulado, jean y camisa manga larga, botas dieelectricas botas de seguridad				720	vencida	
M-P-11	PREVENTIVO	Registrar y archivar todas las modificaciones realizadas en el motor.	TEC. OPERADOR	Formato de modificaciones	1	1	Casco , gafas, guantes di electricos, protección auditiva, mascarilla para material particulado, jean y camisa manga larga, botas dieelectricas botas de seguridad						

**Nota:** Actividades de mantenimiento preventivo y predictivo para Transportadores de Rodillos 2011-11 / SB-DOKU-PRINCIPAL-H


**ANEXO 2. TABLA VI  
ORDEN DE TRABAJO [15].**

CODIGO:		<b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>									
FECHA DE VIGENCIA.											
D	M										A
ORDEN DE TRABAJO N°: 3045762		TIPO DE ORDEN	RUTINARIO	PREVENTIVO	CORECTIVO	PROGRAMADO	X				
TIPO DE MANTENIMIENTO			SOLICITADO POR	CARGO	FECHA DE LA SOLICITUD	FECHA DE PROGAMACION					
ELECTRICO	X	MECANICO	MIGUEL CASTRO	UPERVISOR MECÁNICO							
SERIAL DEL EQUIPO	APROBADO POR			FECHA DE APROBACION	PRIORIDAD DEL EQUIPO			BAJA	MEDIA	ALTA	
11341753										X	
CODIGO INVENTARIO		CUENTA CON MANUAL	DESCRIPCION	EJECUTADO POR			FECHA DE EJECUCION				
5-10		SI	TRANSPORTADOR								
DESCRIPCION DEL EQUIPO		ASIGNADO	COD ASIGNACION	UBICACION			SECCION				
TRANSPORTADOR DE RODILLOS		JOSE ZUÑIGA	3021598	PLANTA. YARA COLOMBIA			EMPAQUE NPK				
<b>CODIGO</b>											
<b>ESPEIFICACIONES DEL TRABAJO A REALIZAR</b>		<b>HORAS</b>		<b>MATERIALES USADOS</b>							
M-P-04		Verificar Estado de Tensión Y alineación de las cadenas.		2H	ITEM	PRODUCTO	CANT	VL	V.TOTA		
M-P-08		Revisar estado de los sensores		2H							
M-P-05		Verificar El estado de los rodillos y sprocker		1H							
				TOTAL							
<b>MANO DE OBRA</b>											
ITEM	TRABAJADOR	HORAS	VL. UNIT	VL. TOTAL	ITEM	DESCRIP	CANT	VL UNIT	VL. TOTAL		
TOTAL					TOTAL						
<b>VERIFICACION DE CONDICIONE DE SEGURIDAD</b>											
ITEM	DESCRIPCION	CUMPLE			ITEM	DESCRIP	CUMPLE				
		SI	NO	NA			SI	NO	NA		
<b>DETALLES DE LA OPERACION</b>											
<b>VERIFICACION DE ENTREGA DE EQUIPO</b>							SI	NO			
EL TRABAJO HA SIDO TERMINADO											
EL SITIO Y EL EQUIPO SE ENTREGA EN CONDICIONES SEGUERAS											
EL AREA SE ENTEGA LIMPIA Y LIBRE DE RESIDUOS Y/O MATERIALES											
<b>VERIFICACION DE BUENAS PRACTICAS AMBIENTALES</b>							SI	NO			
LOS TRABAJADORES CONOCEN LOS RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS QUE GENERO LA ACTIVIDAD.											
LOS RESIDUOS SE ALMACENARON POR SEPARADO											
LOS RESIDUOS SE ALMACENARON POR SEPARADO											
EJECUTADO POR:			QUIEN RECIBE:			JEFE DE AREA:					

**Nota:** Orden de trabajo en donde se demarcan las actividades propias del mantenimiento y la duración de los mismos.

ANEXO 3 TABLA VII


HISTORIAL DEL EQUIPO

<p style="text-align: center;"><b>HISTORIAL DE VIDA DEL EQUIPO</b></p> 												
EQUIPO		CODIGO - INVENTARIO		NOMBRE DEL EQUIPO		MODEO		N° DE SERIE		FECHA		
Transportador de Rodillos		Pro-Car 5-10		Transportador de rodillos		2011-11 / SB-DOKU-PRINCIPAL-H		15479632		D:	M:	A:
FECHA	N° ORDEN DE TRABAJO	TIPO DE MANTTO	TIPO DE TRABAJO	TIEMPO FUERA DE SERVICIO	TIEMPO DE EJECUCION		MATERIALES UTILIZADOS	H-H UTILIZADA	COSTO ASOCIADO			

**Nota:** Hoja de vida del equipo en el cual denota los mantenimientos que se han realizados, la fecha con sus respectivas órdenes de trabajo a través del tiempo [15].

## ANEXO 4 TABLA VIII

## FORMATO ÍNDICE DE INSTRUCCIONES TÉCNICAS.

INDICE DE INSTRUCCIONES TECNICAS						
TIPO DE MANTENIMIENTO:						
RUTINARIO	PROGRAMADO	X	CORRECTIVO			
MAQUINA-EQUIPO	MODELO	N° DE SERIE:				
TRANSPORTADOR DE RODILLOS	2011-11 / SB-DOKU-PRINCIPAL-H	15479632				
CODIGO	DESCRIPCION			PRIO	FRECU	T (H)
M-P-01	Ejemplo			M	BIMENSUAL	1440
REALIZADO POR: _____			APROBADO POR: _____			

**Nota:** formato índice instrucciones técnicas donde se enlistan las actividades de mantenimiento y la frecuencia de ejecución [15].

