



**DISEÑO Y CALCULO DE BANDA TRANSPORTADORA DE RESIDUOS  
SOLIDOS PARA LA EMPRESA DEL SECTOR ALIMENTICIO INVERSIONES  
TROCIFRES S.A.**

**LAURA SOFIA FLOREZ ESCOBAR  
OSCAR DE JESUS CADAVID RAMIREZ**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA MECÁNICA  
MEDELLÍN  
2017**



**DISEÑO Y CALCULO DE BANDA TRANSPORTADORA DE RESIDUOS  
SOLIDOS PARA LA EMPRESA DEL SECTOR ALIMENTICIO INVERSIONES  
TROCIFRES S.A.**

**LAURA SOFIA FLOREZ ESCOBAR  
OSCAR DE JESUS CADAVID RAMIREZ**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero(a) Mecánico**

**ASESOR**

**Alfonso Luis Agudelo Vegliante**

**Msc. Esp. Ing. Metalúrgico.**

**INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA MECANICA  
MEDELLIN**

**2017**

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>16</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
1.1 Descripción. ....	17
1.2 Formulación.....	17
<b>2. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>18</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>19</b>
3.1 General.....	19
3.2 Específicos.....	19
<b>4. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
4.1 Reseña histórica de la EMPRESA .....	20
4.1.1 Misión	21
4.1.2 Visión	21
4.1.3 Beneficios.....	21
4.2 Antecedentes del problema.....	22
4.2.1 Alcance	22
4.3 Historia de las bandas.....	23
4.3.1 Datos cronológicos. ....	24
4.3.2 Materiales a transportar, tamaños y temperaturas. ....	26
4.3.3 Capacidades a transportar y longitudes.....	27
4.3.4 Ventajas ambientales y de seguridad.....	27
4.3.5 Carga y descarga. ....	28
4.4 Generalidades de transportadores y alimentación de material particulado. ....	28
4.4.1 Tipos de cintas transportadoras.....	28

<b>4.5</b>	<b>La banda transportadora</b> .....	<b>31</b>
<b>4.5.1</b>	<b>Generalidades y funciones.</b> .....	<b>31</b>
<b>4.6</b>	<b>La banda</b> .....	<b>32</b>
<b>4.6.1</b>	<b>Clasificación y tipos</b> .....	<b>32</b>
<b>4.6.2</b>	<b>Constitución de la banda</b> .....	<b>33</b>
<b>4.6.3</b>	<b>Dimensiones y pesos de las bandas</b> .....	<b>36</b>
<b>4.6.4</b>	<b>Uniones de las bandas.</b> .....	<b>36</b>
<b>4.6.5</b>	<b>Longitudes de transición.</b> .....	<b>37</b>
<b>4.7</b>	<b>Rodillos y soportes</b> .....	<b>37</b>
<b>4.7.1</b>	<b>Constitución de los rodillos.</b> .....	<b>38</b>
<b>4.7.2</b>	<b>Funciones de los rodillos.</b> .....	<b>38</b>
<b>4.7.3</b>	<b>Disposición espacial de los rodillos.</b> .....	<b>39</b>
<b>4.8</b>	<b>Tambores</b> .....	<b>39</b>
<b>4.8.1</b>	<b>Formas constructivas y dimensiones generales</b> .....	<b>40</b>
<b>4.8.2</b>	<b>Tipos de tambores y funciones que realizan.</b> .....	<b>41</b>
<b>4.8.3</b>	<b>Recubrimiento de los tambores.</b> .....	<b>42</b>
<b>4.8.4</b>	<b>Equilibrado.</b> .....	<b>42</b>
<b>4.8.5</b>	<b>Moto-tambores.</b> .....	<b>42</b>
<b>4.9</b>	<b>Tensores de la banda</b> .....	<b>43</b>
<b>4.9.1</b>	<b>Funciones de los tensores.</b> .....	<b>43</b>
<b>4.9.2</b>	<b>Tipos de tensores.</b> .....	<b>43</b>
<b>4.10</b>	<b>Bastidores</b> .....	<b>44</b>
<b>4.10.1</b>	<b>Tipos de rascadores</b> .....	<b>45</b>
<b>4.10.2</b>	<b>Grupos motrices.</b> .....	<b>45</b>
<b>4.10.3</b>	<b>Motores eléctricos.</b> .....	<b>46</b>
<b>4.11</b>	<b>Reductores de velocidad</b> .....	<b>47</b>
<b>4.11.1</b>	<b>Frenos y mecanismos anti retorno</b> .....	<b>47</b>

4.12	Normas .....	48
5.	<b>METODOLOGÍA</b> .....	50
5.1	<b>Generalidades del proceso</b> .....	50
5.1.1	<b>Almacenamiento de materia prima</b> .....	50
5.1.2	<b>Pelado (eliminación de cascara)</b> .....	51
5.1.3	<b>Trozado</b> .....	51
5.1.4	<b>Fritura</b>	52
5.1.5	<b>Prensado</b> .....	53
5.1.6	<b>Enfriamiento y pulido</b> .....	54
5.1.7	<b>Método</b>	54
5.1.8	<b>Presentaciones del producto final</b> .....	56
6.	<b>RESULTADOS</b> .....	65
6.1	<b>Ventajas</b> .....	65
6.2	<b>Desventajas</b> .....	66
6.3	<b>Cálculos</b> .....	67
6.4	<b>Manual de instalación y mantenimiento</b> .....	67
6.5	<b>Selección de componentes comerciales</b> .....	69
6.6	<b>Obtención de resultados</b> .....	69
7.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	72
7.6	<b>Problemas, posibles causas y soluciones</b> .....	84
7.6.1	<b>Motores</b>	85
7.6.2	<b>Banda</b>	87
7.6.3	<b>Centrado con los rodillos</b> .....	91
7.7	<b>Procedimiento a seguir antes de poner en marcha el transportador</b> .....	92
8.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	93
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	94
	<b>LISTADO DE ANEXOS</b> .....	97

**LISTADO DE TABLAS**

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1. Coste de la banda .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 2. Tipos de tejidos.....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 3. Calidad de los recubrimientos. Norma DIN 22102 .....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 4. Anchos de bandas normalizadas.....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 5. Diámetros de los rodillos. ....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 6. Diámetros de tambores DIN 22101 .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 7. Longitud de los tambores. ....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 8. Hoja de chequeo equipos motorizados (1). ....</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 9. Hoja de chequeo equipos motorizados (2). ....</b>	<b>77</b>
<b>Tabla 10. Aceite.....</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 11. Causa- soluciones en banda .....</b>	<b>88</b>

## LISTADO DE IMÁGENES

	Pág.
<b>Figura. 1. Cinta transportadora de mitad del S.XIX. Deutsches-Museum, Múnich. Referente [1].</b> .....	<b>23</b>
<b>Figura. 2. Partes de una cinta transportadora Ref. [2].</b> .....	<b>32</b>
<b>Figura. 3. Almacenamiento de materia prima.</b> .....	<b>50</b>
<b>Figura. 4. Almacenamiento materia prima</b> .....	<b>51</b>
<b>Figura 5. Zona de trozado</b> .....	<b>52</b>
<b>Figura 6. Zona de fritura</b> .....	<b>53</b>
<b>Figura. 7 Canastillas de fritura</b> .....	<b>53</b>
<b>Figura. 8 Presentación producto final</b> .....	<b>56</b>
<b>Figura. 9. Patacón Yumbo. Verde y pintón. 5unds. 1000gr. Peso 200gr cada unidad.</b> .....	<b>56</b>
<b>Figura. 10. Patacón gigante. Verde y pintón. 7 und. 1000gr.Peso 143 gr aprox. cada unidad.</b> .....	<b>57</b>
<b>Figura. 11. Patacón grande. Verde y pintón. 10 y 5 und. 1000gr y 500gr.Peso 200gr cada unidad</b> .....	<b>57</b>
<b>Figura. 12. Patacón especial. Verde y pintón.13 y 7 und. 1000gr y 500gr.Peso 77 gr aprox. cada unidad</b> .....	<b>58</b>
<b>Figura. 13. Patacón mediano. Verde y pintón. 20 y 10 und. 1000gr y 500gr.Peso 50gr cada unidad</b> .....	<b>58</b>

<b>Figura. 14. Patacón coctelero. Verde y Pintón.50 y 25 und.1000gr y 500gr.Peso 25gr cada unidad.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura. 15. Plátano trozado.1000gr y 5000gr. ....</b>	<b>59</b>
<b>Figura. 16. Guacamole. Unidad de empaque 500gr.....</b>	<b>60</b>
<b>Figura. 17. Guacamole.1000gr.....</b>	<b>60</b>
<b>Figura. 18. Queso cheddar.200gr.....</b>	<b>60</b>
<b>Figura. 19. Croquetas de yuca.330y 500gr. ....</b>	<b>61</b>
<b>Figura. 20. Papa a la francesa.250gr y 450gr. ....</b>	<b>62</b>
<b>Figura. 21. Yuca trozo. 50-70-80gr. 1000gr a 5000gr. ....</b>	<b>62</b>
<b>Figura. 22. Yuca astilla.1000gr a 5000gr. ....</b>	<b>63</b>
<b>Figura. 23. Yuca picada.1000gr y 5000gr. ....</b>	<b>63</b>
<b>Figura. 24. Mazorca trozo.1000gr a 5000gr. ....</b>	<b>64</b>
<b>Figura. 25. Maíz tierno.1000gr a 5000gr.....</b>	<b>64</b>

## RESUMEN

Este trabajo comprende el diseño y cálculo de una banda para transportar residuos, pero luego de varias reuniones con el cliente llegamos a la conclusión de que no necesitaban una banda para transporte de **residuos**, sino una banda para transporte de sólidos orgánicos (plátanos pelados) con el objeto de ahorrar tiempos de producción, paro de tareas y traslado de operarios en una empresa del sector alimenticio denominada **INVERSIONES TROCIFRES S.A.**, sociedad colombiana, domiciliada en la ciudad de Medellín e identificada con el NIT 900142877-6, en adelante LA EMPRESA. A lo largo de esta investigación, se propusieron diferentes alternativas para la optimización de la producción en general de la empresa y fue seleccionada la banda transportadora como mejor opción.

### **Palabras claves:**

Diseño, cálculos, fabricación, optimización, producción administración, automatización, competencia, Mercado.

## ABSTRACT

This work includes the design and calculation of a band to transport waste, but after several meetings with the client, we came to the conclusion that did not need a band for transport of waste, but a band for transportation of solids (peeled bananas) in order to save time of production, work stoppage and transfer of workers at a food company name INVERSIONES TROCIFRES S.A., company domiciled in the city of Medellin, Colombia and identified with the NIT 900142877-6, hereinafter the. Throughout this research, proposed different alternatives for the optimization of production in general company and conveyor belt as the best option was selected.

**Keywords:** Design, calculations, manufacturing, optimization, production management, automation, competition, Market.

## GLOSARIO

**ABRASIÓN:** Acción de quitar o arrancar material mediante fricción.

**ADITIVOS:** Son sustancias que intencionadamente se añaden a los alimentos para conservarlos evitando su deterioro, y también para colorearlos, darles sabor y mantener o mejorar su estructura. Los aditivos se identifican mediante la letra E, indicando que el aditivo ha sido evaluado y aceptado por la UE.

**ALINEAMIENTO:** Cuando dos ejes se encuentran desalineados se debe buscar un alineamiento entre ellos.

**ANTI RETORNO:** No permite que retorne el movimiento a la inicial o se devuelva.

**ARTESA:** Ramal superior sobre juegos de rodillos de tres piezas.

**AUTOLIMPIADORES:** Están contacto permanente con el lado sucio de la cinta, con su rotación natural quita el material de la cinta.

**AVERIADO:** Estropeado, dañado, deteriorado, perjudicado, accidentado, roto, defectuoso, arruinado, malogrado, calamitoso.

**BANDA NERVADAS:** Son bandas de goma para el transporte de materiales con superficies inclinadas.

**BOBINADO:** Acción de bobinar.

**BOOSTER:** Potenciador de la banda.

**CABRESTANTE:** Un cabrestante, malacate o ármano es un dispositivo mecánico, compuesto por un rodillo o cilindro giratorio, impulsado bien manualmente o por un animal, o bien por una máquina, de vapor, eléctrica o hidráulica, unido el cilindro o rodillo a un cable, una cuerda o una maroma, que sirve para arrastrar, levantar y/o desplazar objetos o grandes cargas.

**CHUMACERAS:** Es una pieza de metal o madera con una muesca en que descansa y gira cualquier eje de maquinaria.

**CONTRAPESO:** Peso que ejerce una fuerza opuesta a otra.

**CONVERGENCIA:** Es una cota o ángulo de las ruedas delanteras que va hacia dentro de manera que en una línea imaginaria se unirían unos metros por delante del vehículo.

**CONVEYOR:** Banda transportadora.

**DECAPADO:** Es un tratamiento superficial de metales que se utiliza para eliminar impurezas, tales como manchas, contaminantes inorgánicos, herrumbre o escoria, de aleaciones de metales ferrosos, cobre, y aluminio.

**DESGATE:** Es la erosión de material sufrida por una superficie sólida por acción de otra superficie. Está relacionado con las interacciones entre superficies y más específicamente con la eliminación de material de una superficie como resultado de una acción mecánica. La necesidad de una acción mecánica, en forma de contacto debido a un movimiento relativo, es una distinción importante entre desgaste mecánico y cualquier otro proceso con similares resultados.

**DESTENSAR:** Disminuir la tensión de lo que está tirante, aflojar.

**DISCREPANCIAS:** Diferencia de opinión existente entre las partes activas sobre un asunto.

**ELASTÓMEROS:** Los elastómeros son aquellos tipos de compuestos que están incluidos no metales en ellos, que muestran un comportamiento elástico. El término, que proviene de polímero

elástico, es a veces intercambiable con el término goma, que es más adecuado para referirse a vulcanizados.

**EMBEBIDO:** Impregnar un material líquido con uno sólido, por extensión, encajar un sólido dentro de otro.

**EMPAQUETADURA:** Arandela u objeto parecido de goma, cuero, entre otros., que se pone en la unión de tubos, válvulas o conductos para impedir la fuga de fluidos.

**ENROLLAMIENTO:** Acción de enrollar.

**FLEXIBILIDAD:** Capacidad de doblarse un cuerpo fácilmente y sin que exista peligro de que se rompa.

**FRICCIÓN:** La fuerza de fricción o la fuerza de rozamiento es la fuerza que existe entre dos superficies en contacto, que se opone al movimiento relativo entre ambas superficies (fuerza de fricción dinámica) o a la fuerza que se opone al inicio del deslizamiento (fuerza de fricción estática).

**GRANEL:** La carga a granel es un conjunto de bienes que se transportan sin empaquetar, ni embalar en grandes cantidades. Esta carga se divide principalmente en carga a granel Sólida o seca y Carga a granel Líquida.

**HELICOIDAL:** El movimiento helicoidal es un movimiento roto-traslatorio que resulta de combinar un movimiento de rotación en torno a un eje dado con un movimiento de traslación a lo largo de ese mismo eje; el resultado es un movimiento helicoidal.

**HERRUMBRE:** Capa de color rojizo que se forma en la superficie del hierro y otros metales a causa de la oxidación provocada por la humedad o el agua.

**INFLEXIÓN:** Curvatura, desviación o torcimiento de una cosa recta o plana.

**JUNTA DE ESTANQUEIDAD:** Empaquetadura a unos componentes de material adaptable que sirve para sellar bien la unión de las caras mecanizadas de los elementos de cierre de las cajas de transmisiones y genéricamente en cualquier elemento hidráulico y/o neumático.

**JUNTAS:** Junta de estanqueidad o empaquetadura a unos componentes de material adaptable que sirve para sellar bien la unión de las caras mecanizadas de los elementos de cierre de las cajas de transmisiones y genéricamente en cualquier elemento hidráulico y/o neumático.

**LONGITUDINAL:** Que sigue el sentido o dirección de la longitud de lo que se expresa.

**MANÓMETRO:** Instrumento para medir la presión de los fluidos, principalmente de los gases  
**Péndulo:** es un sistema físico que puede oscilar bajo la acción gravitatoria u otra característica física (elasticidad, por ejemplo) y que está configurado por una masa suspendida de un punto o de unos ejes horizontales fijos mediante un hilo, una varilla, u otro dispositivo que sirve para medir el tiempo.

**PREDICTIVO:** Aquellas hipótesis tenían un escaso valor predictivo; su poder predictivo sobre ciertas situaciones y trastornos mayores a lo previsto.

**REDUCTOR:** Que reduce o sirve para reducir.

**REVESTIMIENTO:** Capa de algún tipo de material con la que se cubre una superficie.

**RODILLOS:** Un rodillo suele ser un instrumento que dispone de un cilindro capaz de rodar. De este modo, cuando el cilindro rueda, permite aplanar, aplastar o apretar algo.

**ROTORICAS:** Tipo de arranque que consiste en instalar resistencias en el circuito del rotor del motor.

**STEELCORD:** Un cable de acero es un tipo de cable mecánico formado un conjunto de alambres de acero o hilos de hierro que forman un cuerpo único como elemento de trabajo. Estos alambres

pueden estar enrollados de forma helicoidal en una o más capas, generalmente alrededor de un alambre central, formando los cables espirales.

**TACÓMETRO:** Instrumento para medir la velocidad de rotación de un mecanismo de la máquina al que va acoplado; generalmente, indica la velocidad en revoluciones por minuto.

**TANGENCIALES:** Tensión mecánica a la magnitud física que representa la fuerza por unidad de área en el entorno de un punto material sobre una superficie real o imaginaria de un medio continuo.

**TERMOMAGNÉTICO:** Es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos.

**TRIPPERS:** Se denomina al carro tripper al sistema que está apoyado en la banda y este se usa cuando se requieren infinitas posiciones de descarga a lo largo de toda la longitud de la banda, las cuales se consiguen con el movimiento del tripper o carro de descarga. Si se quieren conseguir varios puntos de descarga simultáneos a lo largo del transportador de banda se pueden aplicar varios tripper fijos.

**URDIMBRE:** Conjunto de hilos colocados en paralelo y a lo largo en el telar para pasar por ellos la trama y formar un tejido.

**VULCANIZADA:** Es un proceso de cura irreversible y debe ser fuertemente contrastado con los procesos termoplásticos que caracterizan el comportamiento de la vasta mayoría de los polímeros modernos.

## INTRODUCCIÓN

Las bandas transportadoras han sido una parte importante para el transporte de materia prima en los procesos industriales, por lo cual mediante este trabajo se busca dar solución a problemas encontrados en LA EMPRESA referentes al transporte de material desde su etapa inicial, transformación y producto final.

La banda transportadora es una máquina útil y para su diseño, se necesitó de la aplicación de todos los conocimientos adquiridos en el programa de Ingeniería Mecánica, teniendo en cuenta que la función de un Ingeniero en cualquiera de sus ramas, es dar soluciones a problemas de industria en este caso en una empresa del sector alimenticio.

LA EMPRESA, tiene por objeto social la producción, maquila y comercialización al por mayor y al detal de productos alimenticios, su producto insignia son los patacones, pero maquilan otros productos alimenticios con su propia marca, por lo que el diseño de la banda transportadora deberá cumplir con la manipulación de todos los productos alimenticios que en LA EMPRESA se procesan.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción.**

LA EMPRESA durante la elaboración de sus productos, realiza varios procesos como son la selección de la materia prima (plátano), lavado, trozado, fritura, prensado, pulimiento y empaque. Todos estos exigen traslados constantes, al momento de pasar de un proceso a otro, generando pérdidas de tiempo en el proceso de producción ya que esto actualmente se hace de manera manual por los operarios, debido a que no se cuenta con un sistema mecánico que le permita optimizar el tiempo en los traslados de la materia prima y un aumento en el volumen de las cantidades producidas lo cual genera ser poco competitiva frente a otras empresas similares que se han hecho más fuertes en el mercado mediante el uso de nueva maquinaria.

### **1.2 Formulación**

¿Cómo diseñar un sistema de transporte de materia prima avalado por el INVIMA al interior de una empresa de alimentos que reduzca los tiempos de producción entre la transformación del material hasta el producto final?

## 2. JUSTIFICACIÓN

El propósito de este trabajo es diseñar y calcular una banda transportadora para la empresa Inversiones TROCIFRES S.A.

Este diseño pretende implementar una solución eficiente en el proceso del manejo de plátano pelado, buscando reducir el esfuerzo realizado por los operarios, permitiendo optimizar el proceso, este equipo funciona de manera muy simple y sin exponer a los operarios a cargas excesivas por desplazamientos continuos hacia otras áreas de producción.

Este diseño trae consigo beneficios para la empresa, ya que puede atender una mayor demanda de su producto bandera el patacón y satisfacer el mercado, así tendrá el reconocimiento y un buen nombre para la empresa por su proceso de mayor confiabilidad en su forma de operar.

Otros beneficios que se pueden obtener son reducir accidentes que se puedan presentar por causas de manejos inadecuados de la materia prima y mejorar las condiciones físico-ambientales de trabajo, ya que es un sistema en el que se desplaza es el plátano pelado, y no el operario.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 General

Diseñar una banda transportadora para mejorar las condiciones de manejo y transporte de alimentos sólidos que cumpla con las especificaciones técnicas y de higiene exigidas por INVIMA en la EMPRESA INVERSIONES TROCIFRES S.A.

#### 3.2 Específicos

- Diseñar una banda transportadora para el transporte del plátano verde-pintón después del corte dado en el proceso.
- Mejorar los tiempos de producción mediante la implementación de la banda transportadora.
- Proponer un manual de instalación y mantenimiento para la banda transportadora diseñada.
- Aumentar la cantidad de plátano verde transportada requerida en el proceso de producción continua.
- Mejorar las condiciones medioambientales de trabajo del personal de la empresa.

## **4. MARCO TEÓRICO**

### **4.1 Reseña histórica de la EMPRESA**

La empresa INVERSIONES TROCIFRES S.A, fue fundada el 15 de marzo de 2007, inicio con dos socios y se llamaba inversiones NAPI y estaba dirigida a canales institucionales (clínicas y restaurantes), su primera sede fue el municipio de Copacabana Antioquia en una casa finca cerca al rio, pero por una exigencia del INVIMA no podían estar al lado del rio por ser un foco de contaminación, situación que los obligó a trasladarse para la ciudad de Medellín en el sector de San Diego.

Trocitos Frescos S.A.S. Es una empresa que nace como producto de la reestructuración que a lo largo de una década de experiencia, se planeó por parte de sus accionistas, con la finalidad de producir exclusivamente una línea de productos alimenticios prácticos, de rápida y fácil preparación, frescos y naturales, para satisfacer las necesidades y expectativas del consumidor actual.

Gracias al apoyo de Interactuar quien apoya las microempresas, se da un giro al negocio, legalizando la empresa, se obtiene el registro INVIMA, se incorpora la tabla nutricional en la etiqueta, los códigos de barra; posteriormente fue fortalecida financieramente al ingresar dos nuevos accionistas que le inyectaron capital.

La compañía contribuye socialmente al mantener vinculado en su mayoría personal madres cabeza de familia, desplazados y personal en proceso de reinserción del conflicto armado que vive el país.

Se estructuró un organigrama para asignar las funciones y labores, creando una fuerza de ventas que atiende a clientes de cadenas y distribuidores, en zonas del Oriente Antioqueño. En Medellín tienen sus productos en los supermercados Boom, Merque Paisa, Pacardyl y Makro.

Actualmente su estructura administrativa está constituida por un Gerente, un encargado de producción y una persona encargada de la administración y ventas, seis (6) operarios, dos (2) vendedores, un (1) transportador y un (1) auxiliar contable.

El crecimiento sostenido que ha tenido la compañía, ha requerido la ampliación de la capacidad instalada de la planta, tanto en maquinaria como en talento humano calificado.

Manteniendo, así como premisa principal, elaborar y distribuir productos alimenticios de alta calidad que transmiten confianza y seguridad al consumidor.

#### **4.1.1 Misión**

“Trocitos Frescos” está centrada en la producción industrial y comercialización de productos colombianos pre-listos y congelados, con los más altos estándares de calidad y bajo las más estrictas normas de seguridad, para satisfacer la demanda nacional e internacional, acompañados de un gran equipo humano que se desempeña bajo pilares éticos y profesionales e impulsando una cultura institucional, de desarrollar nuestro trabajo bien desde la primera oportunidad.

#### **4.1.2 Visión**

Abordar el 2022 como la empresa colombiana líder en la producción, comercialización, exportación de productos colombianos pre-listos y congelados, ofreciendo un amplio portafolio de presentaciones que garanticen amplios beneficios nutricionales, disminución de costos y facilidad de preparación tanto para nuestros socios estratégicos como para el consumidor final.

#### **4.1.3 Beneficios**

- Sabor inconfundible.
- Fácil y rápida preparación.
- Ahorro en mano de obra e insumos como aceites, agua, energía, entre otros.

- Excelente presentación.
- Menor tiempo de cocción.
- Cero desperdicios.
- Calidad consistente.
- Larga vida útil bajo condiciones recomendadas de almacenamiento.
- Alto valor nutricional.
- Poca manipulación del alimento, por lo cual se disminuye el riesgo de contaminación.
- Facilitan la innovación y la presentación de las comidas.

## **4.2 Antecedentes del problema**

Durante las visitas a LA EMPRESA se encontraron deficiencias en su proceso de producción, debido a una constante pérdida de tiempo entre sus operarios, traslados de sus puestos de trabajo para continuar con el proceso productivo, adicional a esto se encontró una pérdida de tiempo considerable una vez el producto pasaba de fritura a enfriamiento, pues se ocupaba un área considerable del lugar de trabajo, las cuales podrían ser utilizadas por más operarios, o incluso por maquinaria y lograr así un aumento en la capacidad de producción.

LA EMPRESA cotizo una banda transportadora con una empresa fabricante, pero los costos de la propuesta superaban los recursos que poseen en este momento debido a que es una pequeña empresa en proceso de crecimiento.

### **4.2.1 Alcance**

- Implementar una solución económica dentro de LA EMPRESA.
- Ofrecer una solución tangible a la necesidad insatisfecha.
- Optimizar el tiempo de producción para aumentar la capacidad productiva.

- Ofrecer una solución segura para el personal del departamento productivo.
- Con el proyecto se busca la optimización de recursos físicos, reducción de tiempos operacionales y aumento de capacidad productiva de LA EMPRESA.

### 4.3 Historia de las bandas

Las cintas transportadoras comenzaron a desarrollarse en la segunda mitad del siglo XVII y desde entonces han sido una parte fundamental en el transporte de todo tipo de materiales. Fue en el año 1795 cuando la cinta transportadora se convirtió en un medio popular para el transporte de materiales a granel ya que antes solo se utilizaban solo para mover sacos de grano en distancias cortas.

Los primeros sistemas de transporte y de trabajo eran bastante simples, constaban de una cama plana de madera y un cinturón que movía dicha cama (Figura 1). Las primeras cintas transportadoras estaban hechas de cuero, lona o de goma.

Figura 1. Cinta transportadora de mitad del S.XIX. Deutsches-Museum, Múnich. Referente [1].



Fuente extraído de:<http://www.es.lowtechmagazine.com/wpcontent/uploads/2008/03/pneumaticos.jpg>

Hymle Goddard de Logan fue la primera compañía en recibir la patente para el transportador de rodillos, pero el transportador de rodillos no prosperó. Posteriormente en el año 1919, se comenzó a utilizar el transportador automotriz, convirtiéndose la cinta transportadora en una herramienta popular para el movimiento de mercancías pesadas y voluminosas, dentro de las fábricas.

En 1920, las cintas transportadoras eran muy comunes, y por ello sufrieron grandes cambios, utilizándose en las minas de carbón para manejar lotes de más de 8 km. La banda se fabricaba con varias capas de algodón y cubiertas de goma. Uno de los puntos de inflexión en la historia de las cintas transportadoras, fue la introducción de bandas transportadoras sintéticas durante la Segunda Guerra Mundial, esto debido a la escasez de materiales naturales como el algodón, el caucho y lona. Desde entonces, las cintas transportadoras sintéticas se han hecho populares en diversas áreas de la industria.

#### **4.3.1 Datos cronológicos.**

Las cintas transportadoras han hecho su aparición en fechas relativamente recientes, A continuación, se reseñan las fechas conocidas de su invención y de su desarrollo posterior.

**Año 1795:** Invención por Oliver Evans, en U.S.A. Primera cinta empleada en el transporte de grano; cinta descendente automotriz cuyo material era de cuero o lona.

**Año 1859:** Instalación de cintas en el canal de Suez para la construcción del mismo por Fernando de Lesseps.

**Año 1860:** Instalación en Siberia de un conjunto de cintas, para el transporte de arena, por el Ingeniero Ruso Lopatine.

**Año 1868:** Grahan Wesmacott y Lyster emplearon cintas de lona recubiertas con goma usando rodillos planos con los extremos levantados, en este diseño, la velocidad de la banda no era constante, causando un rápido desgaste en los bordes de la misma. Entonces, fue necesario

utilizar rodillos planos, pero su consecuencia fue la disminución la capacidad de la banda. En este año, también se montaron los primeros dispositivos de descarga "trippers".

**Año 1885:** En Estados Unidos Thomas Robbins inventó la terna de rodillos solucionando los problemas de desgaste de la banda. Wesmacott y Lyster aumentaron la capacidad de transporte utilizando este sistema en sus instalaciones. Actualmente se conserva este diseño de rodillos.

**Año 1900:** Invención del Sándwich-Conveyor. Una variación del mismo fue desarrollada por la firma Stephens Adamson y es conocida como el Loop Conveyor, esta cinta se usó inicialmente para la descarga de barcos, alcanzando gran éxito, tanto que el sistema es empleado actualmente.

**Año 1919:** Desarrollo de la cinta Booster. Una variante de la cinta del sistema HORSTEMANN, que fue realizada por la firma alemana Krupp, en cooperación con la RHEINISCHE BRAUNKOHLWERKE A.G. de Colonia.

**Años 1920-1950:** El transporte por cinta experimentó un gran avance durante este periodo, aunque algo retardado porque las bandas de algodón empleadas, al no ser de gran resistencia, obligaban a usar un gran número de telas (hasta 8), siendo poco flexibles. Además, requerían el empleo de una terna de rodillos de solo 20° y tambores de gran diámetro. En estos años también se instaló la primera banda Steelcord en Estados Unidos (1942) y se inventó el Cable Belt (1949), pero hasta 1953 no se hizo uso de ella, instalándose en la mina Frances Colliery, Escocia, con una longitud de 720 m y una capacidad de 170 T/hora.

**Año 1960:** Invención de las bandas de Poliéster, desplazaron rápidamente a las de algodón debido a su alta resistencia, produciendo un aumento en la capacidad y las longitudes de transporte.

**Año 1963:** Empleo de las cintas con curvas horizontales en el metro de Paris para la extracción de materiales, más tarde, se instaló el mismo sistema en la mina subterránea de

Ouenza en Marruecos. En la actualidad hay instaladas más de 80 cintas, principalmente por firmas alemanas.

**Año 1965:** Inicio del empleo generalizado de las bandas ST Steelcord, originando un cambio similar al experimentado al pasar de las bandas de algodón a las de poliéster.

**Año 1970:** Invención del Pipe Conveyor (Cintas Tubulares) por JAPAN PIPE CONVEYOR, siendo muy exitosas. En este año también se inventa la cinta AEROBELT (cinta con cojín de aire), desarrollada por el profesor JONKERS junto con la firma holandesa SLUIS Machinefabrik.

**Año 1973:** Invención del Pinch Roll Drive Conveyor, desarrollada por B.F. GOODRICH de USA. Fue poco exitosa, pues solo se instaló en una mina subterránea de Nuevo México.

**Año 1977:** La cinta Flexowell, (cinta de gran inclinación) se desarrollada por la firma alemana CONRAD SCHOLTZ, y se presentó en la feria de HANNOVER del año 1977, esta cinta cumplía con los mismos objetivos de la cinta sándwich o la H.A.C (High Angle Conveyor).

#### **4.3.2 Materiales a transportar, tamaños y temperaturas.**

Los primeros materiales que se transportaron por cinta y de los que se tiene noción histórica, fueron los cereales, las harinas y los salvados derivados del mismo; posteriormente fue el carbón y ello sucedió principalmente en Inglaterra, a consecuencia de la explotación de las minas desde el siglo XIX hasta la actualidad.

Desde sus inicios, el empleo de cintas transportadoras se ha extendió de forma progresiva a casi todos los materiales a granel encontrados en su estado natural y empleados en industrias de todo tipo, entre los que se puede citar todos los minerales, piedras, gravas y tierras. También se transporta productos terminados que provienen de los naturales y de la agricultura.

Puede decirse, que las cintas transportadoras se emplean principalmente en las industrias extractoras, como minas subterráneas y a cielo abierto, canteras y graveras. Industrias siderúrgicas, centrales térmicas, instalaciones de almacenamiento, industrias fertilizantes y otras industrias menos importantes.

Desde el punto de vista del tamaño del material a transportar, hoy en día, la dimensión de los trozos o partículas, varía desde el polvo hasta 300 o 400 mm, por lo que para el caso de piedras en las canteras es necesaria una previa trituración.

En lo que se refiere a temperaturas, pueden transportarse materiales como el clinker y el coke, con temperaturas de hasta más de 200° C, gracias a los avances logrados en la fabricación de recubrimientos con gomas de calidad adecuada.

#### **4.3.3 Capacidades a transportar y longitudes.**

Teniendo en cuenta el proceso de fabricación de bandas, tanto en anchura como en calidades, es corriente en la actualidad el transporte de hasta 10000 T/hora, existiendo cintas especiales que transportan hasta 50000 T/hora. Respecto a la longitud, existen cintas de hasta 30 km.

#### **4.3.4 Ventajas ambientales y de seguridad.**

Para evitar la dispersión de polvos, es necesario realizar un recubrimiento de la cinta transportadora en su recorrido, contribuyendo así a mantener una atmósfera limpia. En la actualidad es posible reducir por completo la emisión de polvo al exterior mediante la instalación de cintas tubulares, lo cual es de obligatorio cumplimiento si la cinta está cercana a núcleos urbanos.

#### 4.3.5 Carga y descarga.

Aunque en general las cintas transportadoras se cargan y descargan en los extremos de la misma, es posible efectuar la carga en un punto cualquiera a lo largo de su longitud mediante dispositivos diversos, como son las tolvas, o directamente sobre otras cintas. La descarga de las cintas se efectúa por lo general en cabeza, pero es posible hacerla también en cualquier punto fijo de la misma, o de una forma continua, empleando disposiciones constructivas adecuadas como son los trippers y derivados laterales.

#### 4.4 Generalidades de transportadores y alimentación de material particulado.

##### 4.4.1 Tipos de cintas transportadoras.

Se puede establecer una denominación atendiendo a su sistema de apoyo y a determinadas aplicaciones especiales.

Por su sistema de apoyo:

**Cintas fijas:** Las cintas fijas son las que permanecen durante mucho tiempo en posición invariable, con apoyos fijos, normalmente de hormigón, que están enterradas en el suelo y no cambian de posición.

**Cintas semifijas:** Las cintas fijas que son trasladadas con cierta frecuencia suelen tener dados prefabricados de hormigón, que permiten su apoyo directamente sobre el terreno y pueden transportarse conjuntamente con la máquina para su rápido montaje posterior. Deben cumplir determinados requisitos específicos, ser fácilmente montables y desmontables, con articulaciones en el bastidor para su plegado, unión de los pies con bulonado, luces entre apoyos no muy reducidas, para disminuir costos de cimentaciones, moduladas para permitir ampliaciones o reducciones de longitud.

**Cintas móviles sobre rodajes:** Presentan la particularidad de tener un tren de rodaje delantero que permite su arrastre tirando de la cola trasera. Existen cintas muy ligeras construidas en perfiles tubulares y cintas pesadas con perfiles de acero laminado en caliente. El campo de aplicación de estas cintas está entre los 8/10 m y los 30/32 m. Normalmente estas cintas pueden modificar su inclinación mediante cilindros hidráulicos que levantan el bastidor de la cinta apoyándose en la estructura metálica que soporta el tren de neumático.

Como aplicaciones especiales:

**Cintas giratorias (stakers):** Constituyen una variante de las cintas móviles sobre neumáticos, donde el tren de rodaje se coloca perpendicularmente al eje de la cinta para describir un círculo respecto al punto trasero, en donde se encuentra anclada la cola de la cinta. Sirven para efectuar acopios en forma circular con un elevado volumen de almacenaje.

**Cintas ripables:** El término ripable proviene del verbo inglés to ripple que significa “rizar, ondear la superficie”. Son, por lo tanto, cintas que tratan de adaptarse a un terreno suave siguiendo el trazado de su perfil longitudinal. Constan de los siguientes elementos: elemento de cabeza con su accionamiento motorizado, elemento de cola con el sistema de tensión, elementos intermedios que van directamente sobre el terreno, pueden ser independientes, de 2 o 3 m de longitud con una separación de 1 m, o estar todos unidos mediante largueros atornillados. Estas cintas, que se usan en longitudes de transporte elevadas pero pueden utilizarse para cualquier distancia, presentan las siguientes ventajas: los tramos de cabeza y cola para potencias pequeñas necesitan solamente un ligero anclaje o lastre, los tramos intermedios no necesitan cimentación, las cintas se adaptan al perfil longitudinal del terreno si es suave, e incluso admite ciertos valores de curvatura transversal, se pueden ampliar o acortar fácilmente, el bastidor es más barato que el de una cinta convencional.

**Cintas con tripper:** Son cintas horizontales colocadas a una altura elevada y que llevan un carro desplazable motorizado que puede recorrer la cinta en toda su longitud, realizando el vertido del material de la cinta en el punto donde se sitúa el carro. Este sistema de descarga se usa para la formación de parques de materiales (arena, carbón, fertilizantes, entre otros.) El

tripper tiene un tambor motriz, unos tambores de reenvío y una canaleta para descargar el material en el punto deseado. La canaleta suele tener un by-pass para realizar el vertido a la izquierda o a la derecha de la cinta. En sustitución de la canaleta se puede colocar una cinta transversal reversible, con lo cual el acopio es mayor.

**Cintas elevadoras Flexowell:** Son cintas basadas en el empleo de una banda especial llamada FLEXOWELL. Se trata de una banda con laterales de hasta 600/700 mm compartimentada con grúa transversal formando cajones continuos cerrados, equivalen a un elevador de cangilones, pero con banda continua. Tiene un tramo corto horizontal que recibe el material, un tramo vertical largo y otro tramo horizontal corto en la parte superior de la máquina en donde se realiza el vertido. Están especialmente indicadas para: producciones altas, granulometrías gruesas, inclinaciones hasta de 90°.

**Cintas de sección tubular:** Inicialmente desarrolladas en Japón, son cintas similares a las convencionales con la misma cabeza motriz y de tensado, carga y descarga pero que logran que la banda tome la forma circular utilizando unos rodillos colocados en hexágono. La transición de banda plana a tubo se consigue con una transición del orden de 25 veces el diámetro del tubo. Son especialmente útiles porque: admiten inclinaciones de 30° con bandas lisas, el material se transporta cerrado sin contaminación ambiental, permiten radios en el plano horizontal de hasta 50 m y en el plano vertical hasta 30 veces el diámetro del tubo, se adaptan bien a recorridos largos.

**Cintas para tuneladoras:** A raíz del desarrollo de las tuneladoras para obras subterráneas del metro, carreteras y ferrocarriles, se han desarrollado aplicaciones específicas de cintas, que se colocan detrás de la cabeza de perforación para transportar el material del frente de explotación hasta el punto deseado. Foto 7 a cinta final de tuneladora foto 11 - En general, detrás de la tuneladora se colocan unas vagonetas (BACK-UP) con una cinta transportadora fija que puede alimentar a una o varias cintas transportadoras sobre ruedas para circular sobre raíles. Si el túnel es muy largo la cinta sobre back-up alimentará a una locomotora con sus correspondientes vagones de carga y descarga. Estas cintas pueden tener producciones de 800 a 1.000 T/h, deben ir a velocidades altas, 2'2/2'5 m/s., y deben incorporar en cabeza una cinta transversal para

realizar el vertido del producto de la excavación a un foso longitudinal colocado a la salida del túnel.

**Cintas con curvatura cóncava o convexa:** para salvar un determinado obstáculo.

**Cintas reversibles:** permiten que la banda circule en una dirección o en la contraria.

**Cintas desplazables:** cintas desplazables que se mueven sobre raíles con un sistema motorizado.

**Cintas atirantadas:** eliminan los pies de apoyo bajo la cabeza de la cinta, dejando libre el espacio correspondiente.

**Cintas con inclinación variable:** Estas cintas pueden ser hidráulicas, atirantadas con una rótula de giro en el punto trasero, entre otros.; tiene por objeto hacer acopios a distintas alturas para evitar la rotura del material por caída, la segregación del material, entre otros.

**Cintas con curvas horizontales:** estaciones superiores e inferiores basculan en torno a un pivote de giro superior.

## 4.5 La banda transportadora

### 4.5.1 Generalidades y funciones.

Las bandas transportadoras son elementos auxiliares de las instalaciones, su principal función es transportar o distribuir materia prima hacia otro punto de la inicial. Son máquinas que no necesitan de un operario para su funcionamiento. Poseen grandes velocidades y hacen traslados en grandes distancias, de forma continua.



- Transporte de la materia prima
- En el punto de cargar la materia prima absorbe la energía de impacto.
- Resistir efectos corrosivos del ambiente, agentes químicos y temperaturas.
- Cumplir con los requisitos generales de seguridad.

La longitud y el ancho son un componente que afecta el aspecto económico.

**Tabla 1. Coste de la banda**

<b>B (mm)</b>	<b>L(m)</b>	<b>Coste de la banda (%del total)</b>
<b>650</b>	30	13
<b>650</b>	79	18
<b>800</b>	300	23
<b>800</b>	380	33
<b>1000</b>	100	16
<b>1000</b>	124	18

Fuente: Libro CEMA

#### **4.6.2 Constitución de la banda.**

Se clasifica según los siguientes aspectos:

- Según el tipo de tejido (sintético, algodón, cables de acero)
- Según la disposición del tejido: de varias telas o capas y tejido sólido.
- Aspectos de la superficie: lisas, rugosas, con nervios, bordes vulcanizados.

Las bandas con superficies lisas son para instalaciones con un pequeño ángulo de inclinación. Abarcan anchos de 400 a 1600 mm. Para otras especificaciones se pueden fabricar hasta un ancho de 2200 mm con refuerzos.

Las bandas con superficies rugosas incrementan el coeficiente de adherencia de la materia prima transportada, pueden funcionar en plano vertical como en plano inclinado. Se pueden fabricar con 1200 mm de ancho máximo.

Las bandas nervadas son usadas para instalaciones con altos niveles de inclinación, se consiguen perfiles de hasta 70° de inclinación. Se fabrican en anchos de 400, 500, 600, 650, 800, 1000 y 1200 mm.

La banda, al cumplir la función de transportar, está sometida a la acción de las fuerzas longitudinales que producen alargamientos y el peso del material entre las ternas de rodillos portantes, que producen flexiones locales, tanto en el sentido longitudinal como en el transversal, y ello a consecuencia de la adaptación de la banda a la terna de tornillos.

La banda está conformada por:

- Tejido o carcasa que transmite esfuerzos
- Recubrimientos que soportan impactos y erosiones.

La carcasa está constituida por urdimbre o hilos longitudinales y por la trama o hilos transversales. El número mínimo de telas es de 3, en algunos fabricantes de 2. Este tejido está embebido en goma virgen.

Los recubrimientos o partes externas están formados por elastómeros, PVC, entre otros. El recubrimiento superior que es el que soporta la materia prima es el que está en contacto con los rodillos. El superior deberá tener mayor espesor que el recubrimiento inferior. El espesor de

los recubrimientos se establece según la aplicación de la banda y el ancho, material y grado de abrasión.

Los tejidos usados para el diseño de una banda se muestran a continuación en la tabla.

**Tabla 2. Tipos de tejidos.**

NOMBRE COMÚN	DESIGNACIÓN
Algodón	B
Rayón	Z
Poliéster	E
Poliamida	P
Cable de acero	St

Fuente: Libro CEMA

Las calidades de los recubrimientos se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 3. Calidad de los recubrimientos. Norma DIN 22102**

Calidad de los recubrimientos	W	X	Y	Z
<b>Resistencia a la tracción longitudinal (N/mm<sup>2</sup>)</b>	18	25	20	15
<b>Alargamiento de rotura longitudinal (%)</b>	400	450	400	350
<b>Abrasión (mm<sup>3</sup>)</b>	90	120	150	250

Fuente: Libro CEMA

La cubierta protege la carcasa de la abrasión, en algunos casos no se requiere el uso o implementación de esta. El principal propósito es dar protección a la carcasa y que llegue al límite de su vida útil.

Las superficies de revestimiento tienen los siguientes métodos que se deberán aplicar.

- Rugosidad a la superficie de revestimiento permite inclinaciones de 25° a 40°.
- Vulcanizar sobre el revestimiento permite inclinaciones de 30°.
- Vulcanizar sobre el revestimiento exterior de perfiles diversos permite inclinaciones de 90°

#### 4.6.3 Dimensiones y pesos de las bandas.

El ancho de banda se da bajo la norma DIN y la norma ISO. En la siguiente tabla.

**Tabla 4. Anchos de bandas normalizadas.**

<b>00</b>	<b>400</b>	<b>500</b>	<b>650</b>	<b>800</b>	<b>1000</b>
<b>1200</b>	1400	1600	1800	2000	2200

Fuente: Libro CEMA

El espesor de la banda será la suma de cada una de las telas más el espesor de cada recubrimiento. El peso de la banda será el correspondiente a la suma de la carcasa más la suma de los recubrimientos.

#### 4.6.4 Uniones de las bandas.

Pueden ser vulcanizadas o grapadas. Para bandas cortas del orden de 20-30 metros se suministra cerrada. En bandas largas se hace vulcanizada en obra o mediante grapas metálicas.

Las condiciones que cumple una unión mediante grapas son:

- Garantizar igual resistencia en el empalme
- Facilitar adaptación de tambores
- Adaptación en los dos sentidos

- Flexibilidad transversal
- No deteriora las telas de las bandas

Las desventajas:

- Penetración de la humedad y polvo.
- Difícil traslado en transporte por el riesgo de heridas con el personal.

#### **4.6.5 Longitudes de transición.**

El paso de la banda desde la artesa a los tambores es llamado longitud de transición. En esta se deberá calcular las distancias a la que se ajustará los rodillos principales respecto al tambor.

#### **4.7 Rodillos y soportes**

Los rodillos son uno de los componentes principales de una cinta transportadora, el giro debe estar bueno, para evitar la fricción y el aumento del consumo de energía, para evitar desgastes y reducción de la vida misma del equipo.

Un componente importante es el sistema de juntas de estanqueidad, la eficiencia de esta depende de que la grasa lubrique y se contamine.

Hay tres tipos de rodillos fundamentales.

- Rodillos cilíndricos con la superficie exterior lisa.
- Rodillos cilíndricos cubiertos de goma
- Rodillos cilíndricos de aros de goma

#### 4.7.1 Constitución de los rodillos.

Los rodillos tienen componentes principales:

- **Rodamientos:** Los rodamientos de bola tienen una capacidad de carga, tomando como base el diámetro exterior, pudiendo así soportar cargas, velocidades y tiempos de duración, coeficiente de fricción reducido. Por el contrario, los rodamientos cónicos tienen alta capacidad de carga, pero son sensibles a la falta de alineamiento.
- **Sistema de estanqueidad:** conjunto de juntas de fricción o laberíntica.
- **Eje:** se exige que tenga precisión y coaxialidad de la zona de asiento de los rodamientos. Suelen ser fabricados en acero al carbón.
- **Cuerpo de un rodillo:** formado por el tubo cilíndrico y por los extremos o cubos del mismo. Se fabrican de acero y los cubos de fundición gris o acero suave embutido o soldados al tubo.

**Tabla 5. Diámetros de los rodillos.**

	Diámetro de los rodillos (mm)							
Rodillos portantes	51	63.5	88.9	108	133	159	193.7	219
Rodillos de impacto				156	180	215	250	290

Fuente: Libro CEMA

#### 4.7.2 Funciones de los rodillos.

- Soportar la banda (ramal superior e inferior) y el material. Los rodillos del ramal superior deben soportar el impacto de la materia prima en la zona de carga.
- Contribuir al centrado de la banda, esto se da con la adecuada disposición de los rodillos (portantes y retorno)
- Ayudar a la limpieza de la banda con discos de goma (rodillos autolimpiadores).

### 4.7.3 Disposición espacial de los rodillos.

Los rodillos deberán adoptar diversas disposiciones espaciales.

- Un solo rodillo.
- Dos rodillos situados en V.
- Tres rodillos situados en forma de artesa.
- En guirnalda, consta de tres o cinco rodillos enlazados mediante articulaciones en los extremos de los ejes.
- En catenaria consta de varios rodillos de corta longitud, enlazados mediante un eje flexible (cable de acero).

En el ramal inferior.

- Un solo rodillo liso, engomado o con discos de goma
- Dos rodillos lisos colocados en V, lisos engomados y con discos de goma. Esto es llamado estación de retorno.

Las funciones del rodillo varían según:

- Angulo de artesa. Son normalmente  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $35^\circ$  y  $45^\circ$
- Convergencia, influye en el centrado de la banda, adelanta los frentes exteriores de los rodillos laterales respecto al central, y así inclina los ejes.
- Relación entre las longitudes de los rodillos laterales y la del rodillo central.

### 4.8 Tambores

Sus componentes principales:

- Envolvente cilíndrica y discos laterales, formando un solo cuerpo
- Eje

- Elementos de unión
- Recubrimientos

Se clasifican en dos grupos:

- Motrices encargados de transmitir las fuerzas tangenciales a la banda
- Los no motrices realizan un cambio de trayectoria de la banda

#### 4.8.1 Formas constructivas y dimensiones generales.

Las dimensiones principales (diámetro y longitud), están normalizadas. Los diámetros según la norma DIN 22101 y las longitudes según ISO 1536.

**Tabla 6. Diámetros de tambores DIN 22101**

Diámetro de los tambores (mm)										
<b>190</b>	250	320	400	500	630	800	1000	1250	1400	1600

Fuente: Libro CEMA

**Tabla 7. Longitud de los tambores.**

ANCHO DE LA BANDA (mm)	<b>400</b>	<b>500</b>	<b>650</b>	<b>800</b>	<b>1000</b>	<b>1200</b>	<b>1400</b>	<b>1600</b>	<b>1800</b>	<b>2200</b>
ANCHO DEL TAMBOR(mm)	<b>500</b>	<b>600</b>	<b>750</b>	<b>950</b>	<b>1150</b>	<b>1400</b>	<b>1600</b>	<b>1800</b>	<b>2000</b>	<b>2200</b>

Fuente: Libro CEMA

La determinación de los diámetros depende del tipo de banda empleada, espesor de las telas, diámetro del cable de acero, tensión máxima de la banda.

Conocido el tipo de banda también se sabe el espesor de la carcasa y diámetro del tambor motriz, de acuerdo con la norma DIN 22101, multiplicando dicho espesor en mm por el factor 108 para bandas EP o 145 para las bandas ST. Para diámetros de los demás tambores, no es necesario que tengan el mismo tamaño del motriz.

La norma DIN 22101 clasifica los tambores en 3 grupos, dependiendo de la magnitud de la tensión a las que están sometidos.

- Grupo A: motrices, sometidos a tensiones del 60% al 100%
- Grupo B: tambores no motrices, sometidas a menores tensiones que las anteriores.
- Grupo C: Tambores no motrices, sometidas a menores tensiones, pero con el ángulo de arrollamiento menor de 90°.

#### **4.8.2 Tipos de tambores y funciones que realizan.**

Según la función se clasifican:

- Motrices: encargados de transmitir las fuerzas tangenciales producidas por el grupo moto- reductor de la banda.
- No motrices: realizan la función de cambio de trayectoria de la banda y a su vez pueden subdividirse en otros tipos dependiendo de la posición de los mismos sobre la banda.

Las diferencias:

- De reenvió, situado en la cola de la cinta
- Tensores, situados en cabeza o cola de la cinta dependiendo de donde esté situado el sistema de tensado.
- De desvió, situado generalmente en la estación tensora de cabeza
- De inflexión o presión, aumentan el ángulo de enrollamiento entre tambor y banda, así como el valor del factor de transmisión.
- De descarga. Los situados en los trippers.

### **4.8.3 Recubrimiento de los tambores.**

El recubrimiento de los tambores se debe realizar porque:

- En tambores motrices aumenta el coeficiente de fricción entre tambor y banda, también aumenta el coeficiente de transmisión inferior. El recubrimiento puede tener la superficie lisa con estrías helicoidales sencillas, o con estrías helicoidales dobles, pero de sentido opuesto.
- En tambores de presión y desvió, ayuda con la limpieza de la banda, amortigua el efecto negativo de los trozos de materia prima que se adhieren en el proceso.
- Los espesores de la goma del recubrimiento dependen del diámetro del tambor y varían de 8 a 15 mm aproximadamente.

### **4.8.4 Equilibrado.**

La fabricación de la envolvente puede poseer imperfecciones propias, existe el riesgo de que el conjunto del tambor, cuando esté totalmente mecanizado, quede desequilibrado. Se debe realizar un equilibrado estático apoyando los extremos del eje en dos soportes metálicos con aristas mecanizadas y niveladas.

En tambores grandes, con velocidades tangenciales elevadas, se aplica un equilibrio dinámico o solo un buen equilibrio estático.

### **4.8.5 Moto-tambores.**

Los moto- tambores es una variante del tambor motriz convencional en el interior tiene un moto-reductor. Estos están normalizados y su potencia máxima es de 22Kw aprox.

## **4.9 Tensores de la banda**

### **4.9.1 Funciones de los tensores.**

Sus funciones son:

Lograr el adecuado contacto entre banda y tambor motriz, para que haya transmisión de fuerza desde el tambor a la banda, impidiendo el patinaje. Se debe aplicar una fuerza de valor a la salida de la banda.

Evitar derrames de material en las proximidades de los puntos de carga, por falta de tensión en la banda.

La insuficiencia de tensión en la banda genera estas posibles consecuencias:

- Que la flecha entre dos ternas de rodillos portantes sea excesiva, produciéndose fugas de materia prima entre la banda y el faldón de guiado de las zonas de descarga, cuando el material es fino y también desbordes en las proximidades de carga, cuando la materia prima es gruesa.
- Contacto insuficiente entre banda y rodillos de la terna, sobre todo cuando el ángulo de artesa es grande.
- Que el ramal inferior puede rozar contra el suelo en las cintas de interior de mina, dada la irregularidad del mismo y la reducida altura de los bastidores de la cinta.
- Compensar las variaciones de longitud producidas en la banda. Variaciones debido a cambios de tensión en la banda, debido a variaciones en el caudal de la cinta o durante el arranque o frenado.

### **4.9.2 Tipos de tensores.**

Se clasifican:

- Forma constructiva:

- De lazo sencillo en estos la banda forma un solo lazo
- De lazo múltiple.
- Por la forma de aplicar la fuerza tensora:
  - Automática
  - Fija.
- Por el equipo mecánico que aplica la fuerza:
  - Gravedad
  - Husillo, la tensión entre tambor motriz y de reenvió es invariable durante el funcionamiento de la banda. Se usa para bandas de poca longitud y pequeña capacidad.
  - Cabrestante manual fijo
  - Cabrestante eléctrico fijo solventa el problema del posible patinaje de la banda en el arranque y la sobrecarga durante el régimen permanente. Se puede montar en cola y cabeza. Su funcionamiento consiste en tensar o destensar el tambor por medio del cabestrante. En caso de estar en reposo, el cabestrante se tensa a un valor suficiente para que la banda está ligeramente tensada y en el arranque se tensa el valor correspondiente para este estado de funcionamiento.
- Cabrestante eléctrico automático.
  - Por la situación del equipo tensado:
    - En cabeza es el más sencillo y eficaz para bandas de longitudes y capacidades medias, se usa en bandas inclinadas porque hay suficiente altura entre tambor motriz y suelo de instalación.
    - En cola, consta de un carro con ruedas en el que se monta un tambor de renvió guiado sobre unos carriles y cajón con un contrapeso. En caso de ser una banda horizontal el contrapeso es vertical. Para este caso la fuerza de tensado es constante y tiene un recorrido variable.

#### **4.10 Bastidores**

Soportan las cargas del material, banda, rodillos y las cubiertas de protección.

#### 4.10.1 Tipos de rascadores.

- Los rascadores que actúan sobre el tambor matriz:
- Rascador pendular de contrapeso, con tiras de goma, se emplea en bandas sencillas sin grandes exigencias de limpieza.
- Rascador principal con láminas de rascado independiente y tensión por brazo de torsión, aplican al principio de la espátula.
- Rascador previo, situado antes del principal, con tacos gruesos de goma.
- Los rascadores que actúan sobre los demás tambores son:
- Rascador en V con tiras de goma: impide que el material fugitivo, situado sobre la cara interna de la banda en el ramal inferior, penetre entre las láminas y el tambor de reenvío.
- Rascadores fijos en diagonal: consiste en una pletina o placa metálica que se sitúa próxima a la periferia de los tambores de desvío, para impedir la entrada del material pegado a la banda.

#### 4.10.2 Grupos motrices.

El grupo motriz de la banda es muy importante ya que de este depende la seguridad del funcionamiento y la vida de la banda. La forma en la que se efectúa el arranque, tambores y rodillos.

También afecta el comportamiento de la banda en las curvas verticales, recorrido de los tambores tensores y a la pérdida de fricción en el tambor motriz.

Los elementos en el orden de entrada a salida del movimiento son:

- Motor eléctrico.
- Acoplamiento de alta velocidad, puede ser elástico o fluido.
- Acoplamiento de baja velocidad
- Dispositivo anti-retorno
- Freno

El motor, el reductor y el freno, están unidos en una bancada. En motores de potencias pequeñas, el motor y el reductor forman una sola unidad, suprimiéndose así la bancada.

#### 4.10.3 Motores eléctricos.

La potencia es la primera condición al elegir un motor, la potencia del mismo deberá ser al menos igual a la potencia requerida en el eje de salida del reductor, dividida entre el rendimiento del mismo. Cuando existen posibilidades de sobrecarga de larga duración o no se tenga seguridad en el valor de potencia calculada, se deberá multiplicar por el factor de servicio. En potencias grandes se deberá elegir el factor de servicio adecuado.

Desde el punto de vista del arranque, la elección de un motor sobredimensionado no es buena, al existir pares de arranque elevados y por tanto grandes aceleraciones si el arranque es de forma directa. Las potencias indicadas en la placa indican las características del motor, y son disponibles en el eje del mismo, para un trabajo continuo y mantener temperaturas estables.

Los empleados en bandas transportadoras generalmente son:

- De corriente alterna
- De jaula de ardilla, el más empleado. Son de velocidad constante.

Sus características son: la curva par-velocidad no es la más adecuada para el arranque de las cintas.

En la franja de trabajo entre el par máximo y el par 0, la curva par- velocidad es prácticamente lineal. No hay posibilidad de controlar el par. El número de arranques está limitado por el calentamiento del motor. Requiere poco mantenimiento. Son baratos. Son adecuados también para su empleo en bandas descendentes funcionando como generador.

- De rotor bobinado, son de velocidad constante, sus características son: en la franja de trabajo, la variación del par es también prácticamente lineal. Es posible controlar el par en

el arranque mediante resistencia rotoricas, el número de arranques puede ser más elevado que los de jaula de ardilla, a consecuencia del menor calentamiento. Requieren más mantenimiento que los de jaula y son más costosos. Son adecuados para bandas descendentes.

- De corriente continua, el menos empleado.
- Las tensiones y frecuencias en corriente alternan, las tensiones normales a las que puede conectarse son:
  - 220 V/ 380 V/, 380 V/ 660 V
  - 230 V/ 400 V, 400 V/690 V.
- La velocidad nominal de los motores empleados en las bandas es generalmente de 1500 rpm (motores de 4 polos), funcionando en vacío. Cuando funcionan a su potencia nominal, la velocidad se reduce de acuerdo con la curva par-velocidad. Esta relación se expresa en tanto por ciento de la nominal, y es del orden 2% para la potencia nominal.

#### **4.11 Reductores de velocidad**

Se emplean dos tipos de reductores en las bandas de gran potencia.

- Reductores suspendidos. Son de montaje flotante. Se usan en espacios reducidos, suprimiendo la alineación entre el tambor y reductor.
- Reductores clásicos: son usados en instalaciones grandes.

##### **4.11.1 Frenos y mecanismos anti retorno**

Los frenos más utilizados son los de disco, situados en el eje reductor. En bandas descendentes se montan en el tambor. En bandas con pendiente se debe usar un sistema anti retorno.

## 4.12 Normas

El conjunto de disposiciones legales y normas es la siguiente.

- Criterios generales para la elaboración de proyectos (NORMAS A.P.A)
- Normas de los principios generales de representación, cajetines, acotación, entre otros. Indicadas en la norma UNE 157001:2002, en el punto 8.
- Real decreto 1215/1997, por el cual se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real decreto 1435/1992, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo 89/392 CEE, sobre máquinas.
- Real decreto 1644/2008, por el cual se establecen las normas para la comercialización y puesta en marcha en servicio de las máquinas.
- Normas CEN EN 292-1/292-2/292-2/A1. Seguridad de máquinas. Principios básicos, principios generales de diseño.
- Norma UNE-EN 811:1997. Seguridad de máquinas. Distancia de seguridad para miembros inferiores.
- Norma UNE-EN 294:1993. Seguridad de máquinas. Distancia de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores.
- Norma UNE-EN 563/A1:2000. Seguridad de máquinas. Temperaturas de las superficies accesibles. Datos ergonómicos para establecer los valores de las temperaturas límites de las superficies calientes.
- Norma UNE-EN 1050:1997. Seguridad de máquinas. Principios para la evaluación de riesgos.
- Norma UNE-EN 1088:1996. Seguridad de máquinas. Dispositivos de bloqueo asociados a las protecciones. Principios de diseño y selección.
- Norma UNE-EN 614-2:2001. Seguridad de máquinas. Principios ergonómicos de diseño.
- Norma UNE-EN 418:1993. Seguridad de máquinas. Equipos de parada de emergencia, aspectos funcionales. Principios de diseño.
- Norma UNE-EN 349:1993. Seguridad de máquinas. Distancias mínimas para evitar aplastamiento de partes del cuerpo humano.

- Norma UNE-EN 547-1,2:1997. Seguridad de máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 1: principios para la determinación de las dimensiones requeridas para el paso de todo el cuerpo en las máquinas.
- Norma UNE-EN 953:1998+ A1:2009. Seguridad de las máquinas. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles.
- Norma UNE 18127:1983. Bandas transportadoras. Determinación mínima de los diámetros mínimos de los tambores.
- Norma UNE 18136:1979. Bandas transportadoras compuestas de goma con núcleo de tejidos textiles. Anchos y longitudes.
- Norma UNE 58204:1992. Aparatos de manutención continua. Cintas transportadoras provistas de rodillos portantes. Calculo de la potencia disponible y esfuerzos de tracción.
- Norma UNE 58218:1987. Aparatos de manutención continua. Código de seguridad de los transportadores de banda. Ejemplos de protección de los puntos de enrollamiento.
- Norma UNE 58240:1994. Aparatos de manutención continua. Transportadores de cinta. Discos amortiguadores para rodillos portadores y discos anticolmatantes para rodillos de retorno. Medidas principales.
- Norma UNE 58249:1995. Aparatos de manutención continua para productos a granel y para cargas aisladas. Transportadores de correa. Características básicas de los rodillos motrices.
- Norma UNE-EN 873:1997. Bandas transportadoras ligeras. Características principales y aplicaciones.
- Norma UNE-EN 1554:1999. Bandas transportadoras. Ensayos de rozamiento del tambor.
- Norma UNE-EN 1721:1999. Bandas transportadoras ligeras. Método de ensayo para la determinación del coeficiente de rozamiento.
- Norma UNE-EN 12882:2002. Bandas transportadoras de uso general. Requisitos de seguridad eléctrica y protección contra la inflamabilidad.
- Norma UNE-EN ISO 1120:2002. Bandas transportadoras. Determinación de la resistencia de los elementos de las fijaciones mecánicas. Método de ensayo estático (ISO 1120:2002)

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 Generalidades del proceso

El proceso de producción consta: almacenamiento de materia prima, pelado (eliminación de cascara), trozado, fritura, prensado, enfriamiento, pulido y empaque.

#### 5.1.1 Almacenamiento de materia prima.

La materia prima es transportada desde el Urabá Antioqueño, luego es almacenada y pasa a una etapa de maduración generada por calor natural. El plátano pintón es tapado con plástico y el verde al aire libre. No existe el uso de productos químicos para maduración.

Figura 3. Almacenamiento de materia prima.



Fuente: tomado de LA EMPRESA.

Figura 4. Almacenamiento materia prima



Fuente: tomado de LA EMPRESA.

### 5.1.2 Pelado (eliminación de cascara).

El pelado es manualmente. En este momento se pelan 2500 Kg por hora en 10 jornadas laborales con un total de 14000 kg por día laborado.

La materia prima pierde cascara, puntas, humedad en cada proceso en este proceso pierde un 46%, en conclusión, se produce  $1400 \text{ Kg} * 46\%$  (perdidas por cascara) = 644 kilos por día laborado = 64,4 kilos por hora.

El plátano pintón se pone en canastillas y se debe procesarse inmediatamente; mientras que el plátano verde se pone en agua.

El plátano pesa de 250gr a 350gr sin pelar, pero pierde una humedad del 46% pesando un solo plátano 140 gr pelado.

### 5.1.3 Trozado.

Se troza el plátano de acuerdo al tamaño de la presentación. Hay presentaciones: jumbo, gigante, grande, especial, mediano y coctelero.

De acuerdo al tamaño se da el gramaje del plátano. Las puntas de los plátanos son residuos se pierden diarios alrededor de 60 kilos aproximadamente.

La operaria está constantemente pesando el plátano del proceso anterior se producen  $644 \text{ Kg} * 10\%$  (perdidas por puntas) = 64,4 Kg pérdidas por puntas.

Figura 5. Zona de trozado



Fuente: tomado de LA EMPRESA.

#### 5.1.4 Fritura

El tiempo de cocción de la materia prima es aprox. 20 min a  $140^{\circ}\text{C}$ . El aceite en este proceso es reciclado. Del proceso anterior se producen  $64,4 \text{ Kg} * 30\%$  (perdidas por humedad) = 19,32 Kg pérdidas por humedad.

Cada canastilla de fritura alberga alrededor de 4 kilos con un total de 17 canastillas en toda la longitud de la filtradora entregando una producción de 68 kilos por 20 minutos por toda la fritadora.

Figura 6. Zona de fritura



Fuente: tomado de LA EMPRESA.

Figura 7. Canastillas de fritura.



Fuente: tomado de LA EMPRESA.

### 5.1.5 Prensado.

El proceso de prensado se hace con la ayuda de prensas neumáticas. Cada presentación tiene un molde correspondiente de 500gr y 1000gr y diferentes presentaciones.

### **5.1.6 Enfriamiento y pulido**

El proceso de enfriamiento está en un rango de 12min a 20 min. Este depende del tamaño y de la presentación.

El proceso de pulido es manual, este se realiza con dos operarias. El proceso de pulido depende del tamaño y la presentación.

### **5.1.7 Método.**

El proyecto inició con la recolección de información y levantamientos de campo en las instalaciones de la empresa, actividad que arrojó los siguientes datos:

El proceso inicia en la zona de pelado con 1400Kg de plátano con cáscara que al ser removida en un proceso que dura diez horas, queda una materia prima con un peso de 644 kilogramos, dicha labor es realizada por un operario.

Luego la materia prima es dirigida a la zona de trozado y los 644 kilogramos comienzan a disminuirse así: 64,4 Kgr de plátano por pérdidas de puntas, 19,32 Kgr por pérdidas a causa de humedad, quedando un total de 560,28 Kgr. Este trabajo lo realiza un solo operario.

En conclusión, de 1400 Kgr de materia prima sin procesar, después del proceso de transformación, queda un total producido de 560,28 Kgr lo que equivale a un aprovechamiento de esta en un rendimiento aproximado de un 40,02%.

En este momento la planta tiene una producción mínima diaria de 530 kgr. Se trabajan 10 horas diarias, 48 horas semanales. De lunes a sábado de 6:00 A.M. a 4:15 P.M. En producción se tiene un jefe de producción y 6 trabajadores. En comercialización 2 vendedoras. En transporte un conductor. En administración un contador contable, un gerente y un suplente.

Se plantearon mediante reuniones con el cliente eliminar tiempos perdidos debido a traslados constantes de operarios, mediante la medición de tiempos con cada operario, se sacó un promedio de producción en tiempo real y se propuso el diseño y cálculo de una banda transportadora.

Se programaron cálculos para verificar que cada proceso pueda ser desarrollado, se adaptó el proceso a materiales y comerciales y se realizaron nuevos cálculos para este proceso en específico. (Ver anexo D)

Se realizó un diseño acorde a las medidas reales obtenidas de los levantamientos en campo y se entregaron los planos de acuerdo a los requerimientos técnicos solicitados por el cliente. (Ver anexos B T- 001- Planta/T-002-Banda)

Se solicitó una cotización para dar costos sujetos a cambios debido al tiempo real de solicitud. (Ver anexo E)

Se le suministró al cliente un cronograma que muestra el avance del proyecto desde su inicio hasta su entrega final. (Ver anexos C).

### 5.1.8 Presentaciones del producto final.

Figura 8. Presentación producto final



Fuente: tomado de LA EMPRESA.

Figura 9. Patacón Yumbo. Verde y pintón. 5unds. 1000gr. Peso 200gr cada unidad.



Fuente: tomado de LA EMPRESA.

Figura 10. Patacón gigante. Verde y pintón. 7 unidades. 1000gr. Peso 143 gr aprox. cada unidad.



Fuente: tomado de LA EMPRESA.

Figura 11. Patacón grande. Verde y pintón. 10 y 5 unidades. 1000gr y 500gr. Peso 200gr cada unidad.



Fuente: tomado de LA EMPRESA

Figura 12. Patacón especial. Verde y pintón. 13 y 7 unidades. 1000gr y 500gr. Peso 77 gr aprox. cada unidad.



Fuente: tomado de LA EMPRESA.

Figura 3. Patacón mediano. Verde y pintón. 20 y 10 unidades. 1000gr y 500gr. Peso 50gr cada unidad.



Fuente: tomado de LA EMPRESA.

Figura 14. Patacón coctelero. Verde y Pintón.50 y 25 unidades.1000gr y 500gr.Peso 25gr cada unidad.



Fuente: tomado de LA EMPRESA.

Figura 15. Plátano trozado.1000gr y 5000gr.



Fuente: tomado de LA EMPRESA.

**Productos maquilados.**

Figura 16. Guacamole. Unidad de empaque 500gr.



Fuente: tomado de LA EMPRESA.

Figura 17. Guacamole.1000gr.



Fuente: tomado de LA EMPRESA.

Figura 18. Queso cheddar.200gr.



Fuente: tomado de LA EMPRESA

Figura 19. Croquetas de yuca, 330 gr y 500gr.



Fuente: tomado de LA EMPRESA

Figura 20. Papa a la francesa, 250gr y 450gr.



Fuente: tomado de LA EMPRESA

Figura 21. Yuca trozo. 50-70-80gr. 1000gr a 5000gr.



Fuente: tomado de LA EMPRESA

Figura 22. Yuca astilla.1000gr a 5000gr.



Fuente: tomado de LA EMPRESA

Figura 23. Yuca picada.1000gr y 5000gr.



Fuente: tomado de LA EMPRESA

Figura 24. Mazorca trozo. 1000gr a 5000gr.



Fuente: tomado de LA EMPRESA

Figura 25. Maíz tierno. 1000gr a 5000gr.



Fuente: tomado de LA EMPRESA

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Ventajas

- Ventajas inherentes como su economía, seguridad de operación, confiabilidad, versatilidad y prácticamente un rango ilimitado de capacidades.
- Las bandas son altamente resistentes a la corrosión y la abrasión, los costos de mantenimiento son más bajos.
- El uso de bandas transportadoras requiere menos turnos, menos trabajo y costos de operación.
- Son altamente confiables para servicios o procesos vitales que dependen de operaciones continuas. Procesos que operan continuamente jornada tras jornada.
- La ventaja ambiental es que no contribuye a la polución, no contamina el aire porque funciona de forma eléctrica.
- Los operadores operan con un alto grado de seguridad pocas personas son requeridas para la operación y son poco expuestas a peligro ya que la banda puede protegerse de sobrecargas y mal funcionamiento por la incorporación de dispositivos de seguridad eléctricos y mecánicos.
- Bajos costos de trabajo, bajos costos de operación por medio de operaciones altamente automatizadas.
- La mayoría de las funciones del sistema pueden ser monitoreadas desde un panel de control central o controladas por computadora, permitiendo un número mínimo de

personal de operación para inspeccionar el equipamiento con su reporte de condiciones que ha de requerir la atención del departamento de mantenimiento.

- El tiempo requerido por el personal de mantenimiento también es mínimo. Las reparaciones y reemplazo de partes relativamente pequeñas pueden hacerse rápidamente y en el sitio minimizando también los costos de mantenimiento.
- Bajos costos por consumo de energía. Ellos consumen energía solo cuando están siendo usados. No hay necesidad de viajes vacíos en línea para la próxima carga.
- Las partes de componentes de la banda están usualmente cubiertas y tienen larga vida comparada con la del motor de un vehículo. Usualmente, en los transportadores las partes solo necesitan de una inspección programada y de lubricación; cualquier reparación o reemplazo puede ser anticipada y las partes obtenidas para evitar tiempos muertos. Las partes pequeñas y accesibles pueden ser reemplazadas rápidamente en el sitio con un mínimo equipo deservicio. También, un adecuado inventario de repuestos se puede tener a un bajo costo, y en un relativamente pequeño espacio de almacenamiento.

## **6.2 Desventajas**

- Costos de adquisición
- Mantenimiento del equipo
- Costos de capacitación a los trabajadores
- Reducción de mano de obra

### **6.3 Cálculos**

Ver anexo D.Hojas de cálculos

### **6.4 Manual de instalación y mantenimiento**

Este manual de instalación, operación y mantenimiento es una guía que el usuario deberá tener siempre presente cuando esté implementando un sistema o equipo para el manejo de productos a granel. En cualquiera de las tres etapas que se mencionan en este manual se entiende que está siendo realizada por personal calificado. Para la etapa de instalación las personas que lo están dirigiendo y/o ejecutando deben conocer perfectamente el funcionamiento de los equipos para así poder tener en cuenta los puntos importantes en el montaje de las diferentes estructuras que conforman los mismos. En cuanto a la operación, se pretende dar una idea general del equipo dejando los detalles menores para definirlos en el momento mismo de la instalación y de acuerdo con las diferentes circunstancias que se vayan presentando. Con relación al mantenimiento, el manual no tiene la intención de servir como un abecedario. El contenido está basado en el hecho de que mecánicos capacitados y equipados con las herramientas apropiadas, serán responsables del mantenimiento del sistema. Uno de los factores más importantes en el costo total y efectividad de un equipo transportador, es el mantenimiento del mismo. Este concepto hace que se deba llevar a cabo el mantenimiento y las reparaciones necesarias en un tiempo preestablecido, sin dejar nada para realizar en paradas esporádicas no planificadas. Haciendo uso de este concepto, el cliente disfrutará de los siguientes beneficios:

Completo uso del equipo: Un programa de mantenimiento del sistema incluye un horario de inspección y uno de mantenimiento, preparados para anticipar fallas de un equipo, simplemente reemplazando piezas antes de que se dañen. La experiencia indica que este tipo de mantenimiento reduce enormemente el tiempo empleado en reparaciones del transportador, por consiguiente, se obtiene más tiempo en su utilización.

Reducción en el costo del mantenimiento: La reducción de trabajos “urgentes”, horas extras, entre otros., hace posible esta disminución. Además, la información acumulada sobre unidades específicas y diferentes tipos de reparaciones, permiten localizar las causas que ocasionan los mayores costos de mantenimiento. Así una vez conocidas las causas del alto costo, se pueden dar los pasos para eliminar el problema.

#### **6.4.1 Acabado superficial**

Preparación de superficie.

Limpieza manual para remoción de grasas y aceites con un disolvente adecuado y un tratamiento posterior con líquidos transformadores de óxido para inhibir o pasivar el óxido firme que no se pudo remover. Todas las partes en acero inoxidable son decapadas, pasivadas y tienen un acabado natural. Los elementos fabricados en A-36 están galvanizadas en caliente.

#### **6.4.2 Programa general de mantenimiento**

En este aparte enfatizamos principalmente lo que se refiere al mantenimiento de las partes constitutivas de los equipos, pero no debemos olvidar que por la aplicación y el producto a manejar debemos llevar a cabo y si es posible una limpieza diaria a los componentes que están en contacto con el producto, como lo son la banda, los rodillos y los elementos de los puntos de transferencia.

#### **6.4.3 Recomendaciones de seguridad**

Durante la operación y el mantenimiento de los equipos, todo el personal involucrado en la operación y mantenimiento de los mismos, debe estar completamente enterado de la utilización de estos y de sus equipos anexos. Antes de efectuarse el arranque de prueba debe

efectuarse un “chequeo de seguridad”. Este chequeo deberá incluir todo el equipo mecánico y eléctrico, los chasis, las estructuras, plataformas y vías de acceso. Esta inspección puede revelar la necesidad de guardas adicionales, accesorios de seguridad, avisos de advertencia, entre otros.

En ningún caso los equipos deberán utilizarse para transportar materiales diferentes a los especificados originalmente.

Las capacidades y velocidades de diseño no deberán sobrepasarse. Deben conocerse tanto la localización, como la operación de los accesorios de seguridad, por todo el personal del área involucrada.

Una inspección diaria a los equipos es un buen medio para detectar problemas potenciales por SONIDOS NO USUALES provenientes de objetos extraños en uno de los equipos, chumaceras sin lubricación, bandas no alineadas, rodillos trabados, entre otros.

Todas las operaciones de mantenimiento deben hacerse mientras el equipo esté detenido con los controles eléctricos desconectados. La limpieza y la buena iluminación son requisitos para una operación segura.

## **6.5 Selección de componentes comerciales**

Ver anexo Hojas de cálculos

## **6.6 Obtención de resultados**

Beneficios en seguridad: Los transportadores de cinta operan con muy alto grado de seguridad. Pocas personas son requeridas para la operación y son muy poco expuestas a peligros como lo pudieran estar en otros medios de transportación. Cabe destacar que el equipamiento del

conveyor en sí mismo, puede protegerse de sobrecargas y malfuncionamiento, por la incorporación de dispositivos de seguridad eléctricos y mecánicos.

**Bajos costos de trabajo:** Las horas de labor por toneladas requeridas para operar los sistemas de transportación por cinta, son usualmente las menos con respecto a cualquier método de transportación de materiales a granel. Como otra baja labor intensa, las operaciones altamente automatizadas, tienen bajo costos de operación y proveen el más alto retorno sobre la inversión competitivamente. La mayoría de las funciones del sistema pueden ser monitoreadas desde un panel de control central o controladas por computadora, permitiendo un mínimo número de personal de operación para inspeccionar el equipamiento con su reporte de condiciones que ha de requerir la atención del departamento de mantenimiento. El tiempo requerido por el personal de mantenimiento es también mínimo. Las reparaciones y el reemplazo de partes relativamente pequeñas pueden hacerse rápidamente y en el sitio, minimizando también los costos de mantenimiento. Las mayorías de las cintas pueden aún ser reemplazadas en una jornada; algunas cintas han llegado a transportar sobre cien millones de toneladas antes de ser puestas de fuera servicio por desgaste.

**Bajos costos por consumo de energía:** El incremento del costo de energía enfatiza la importancia de la relación energía versus costos por tonelaje de transportación. Debido a que los transportadores de cinta son operados por energía eléctrica, ellos son los menos afectados por los precios, carestía y otras limitaciones de combustible líquido. Ellos consumen energía solo cuando están siendo usados. No hay necesidad de viajes vacíos de retorno o marcha en vacío en línea para la próxima carga.

**Bajos costos de mantenimiento:** Los costos de mantenimiento en transportadores de cinta son extremadamente bajos comparados con la mayoría de los otros sistemas de transportación de materiales a granel. Sistemas de soportes extensivos como los que comúnmente están asociados con el acarreo por camiones, no son requeridos. Las partes de componentes del conveyor están usualmente cubiertas y tienen larga vida comparada con la del motor de un vehículo. Usualmente, en los transportadores las partes solo necesitan de una inspección programada y de lubricación; cualquier reparación o reemplazo puede ser anticipada y las partes obtenidas para

evitar tiempos muertos. Las partes pequeñas y accesibles pueden ser remplazadas rápidamente en el sitio con un mínimo equipo de servicio. También, un adecuado inventario de repuestos se puede tener a un bajo costo, y en un relativamente pequeño espacio de almacenamiento.

## 7. RECOMENDACIONES

### 7.1 Mantenimiento preventivo

En adición al procedimiento informal del mantenimiento es deseable dar periódicamente al equipo una inspección detallada y un servicio adecuado, lo cual incluye atención en lo relativo a limpieza, lubricación, ajuste de los motores, rodamientos, entre otros. El programa total del mantenimiento utiliza dos funciones básicas, la primera es la inspección de línea (inspección y corrección); la segunda es el mantenimiento de línea (limpieza, lubricación y reparación).

La función de inspección de línea puede ser subdividida en dos programas: el programa informal y el programa formal. El programa informal debe realizarse una vez por semana por parte de personal calificado y consiste en una inspección visual de la totalidad de los equipos.

Durante esta inspección, las siguientes observaciones y acciones deben realizarse:

- Observe todo el equipo, mientras las unidades están en operación. Chequee si hay fugas del producto.
- Observe cualquier daño en la banda, o cualquier otro daño que pueda ser causado por interferencias, observe los rodillos para ver si hay un funcionamiento anormal.
- Escuche, cualquier ruido excesivo de un rodamiento, reductor, motor, rodillo, cadena o cualquier elemento en movimiento.
- Chequee motores, acoples y reductores en lo referente a escapes de aceite.
- Chequee el ajuste de las tuercas y tornillos en la estructura de los transportadores, en los soportes y en los ductos de conexión.

- Verifique que las cubiertas y compuertas de inspección se encuentren correctamente instaladas y aseguradas.
- Chequee la alineación adecuada de la banda y el centrado del producto en la misma.
- Si los equipos van a estar sin ser operados por un largo período de tiempo, asegúrese de que estén totalmente vacíos.
- Verifique y mantenga aseado el entorno de los equipos, especialmente en las zonas que permiten la acumulación de materia, como, por ejemplo, debajo de los equipos.
- Con la información obtenida en la inspección elabore un informe detallado de los posibles daños y realice un programa de mantenimiento en donde se incluya la corrección de los problemas detectados. Estas actividades deben realizarse en el siguiente mantenimiento programado, a menos de que la gravedad de los problemas detectados amerite una intervención inmediata.

Además de la función descrita anteriormente el departamento de mantenimiento es también responsable por la ejecución detallada del mantenimiento programado de todos los equipos por lo menos una vez cada cuatro meses: limpieza, lubricación y ajuste de todas las unidades o partes del mismo. Esta es la segunda función básica del programa general de mantenimiento. El período de tiempo citado como “al menos cada cuatro meses” debe ser ajustado en condiciones extremas, tales como altas temperaturas, humedad, alta concentración de polvo, entre otros.

Se sugiere una lista de chequeo para el mantenimiento preventivo de cada uno de los transportadores. Esta hoja debe llenarse y mantenerse como un registro histórico para todas las unidades. En el caso de observar discrepancias durante la inspección general ellas deben ser corregidas inmediatamente siguiendo las instrucciones dadas más adelante. Además de la inspección semanal todo el personal que se encuentre trabajando alrededor de los transportadores debe ser instruido para reportar cualquier ruido excesivo de los transportadores por una mala

operación. El programa formal para la inspección de la línea debe realizarse cada dos meses por personal capacitado. Este programa es una ampliación del programa informal que incluirá todos los procedimientos ejecutados en el informal más la preparación de una hoja de inspección para todo el equipo motorizado. Se debe preparar, además una hoja de chequeo para todos los equipos que no sean motorizados y que requieran mantenimiento preventivo y/o correctivo.

Las hojas de chequeo utilizadas durante este programa son consideradas como un buen registro permanente. Una de las razones primarias para esta recomendación es que la responsabilidad puede ser más fácilmente asignada en el caso de que la falla de la unidad pueda atribuirse a un mantenimiento inadecuado o a una falla en el esquema de mantenimiento. La revisión de la condición de los equipos, en la forma en que es reportada por los inspectores de línea, provee una señal para la realización inmediata de mantenimiento preventivo o correctivo según se requiera por el personal del departamento de mantenimiento. La experiencia ha mostrado que para mantener el mejor servicio posible del sistema es mucho más práctico seleccionar una persona que se encargue de un equipo de mantenimiento a quien se da la responsabilidad primaria de mantener en buen estado el transportador. Las ventajas de esto son:

- Orgullo de la responsabilidad; lo que representa un trabajo mejor realizado.
- Una atención centrada al comportamiento y la apariencia del sistema.
- Se consigue una persona más capacitada con relación a los componentes de los equipos que requieran servicio especializado o ajuste. Debe igualmente reconocerse que se requiere una completa colaboración de los demás departamentos, especialmente el de producción, para que esta persona pueda realizar un trabajo exitoso.

## 7.2 Hoja de chequeo

**Tabla 8. Hoja de chequeo equipos motorizados (1).**

### INVERSIONES TROCIFRES S.A.

HOJA DE CHEQUEO- EQUIPOS MOTORIZADOS

FECHA: \_\_\_\_\_ UBICACIÓN: \_\_\_\_\_

BANDA: \_\_\_\_\_ SERIE: \_\_\_\_\_

COMPONENTE	OBSERVACIONES
<b>A. BANDA</b>	
Condición	
Unión	
Arrastre	
Tensión	
<b>B. MOTORREDUCTOR</b>	
Nivel de aceite en el motorreductor	
Respiradero	
Sellos aceite	
Ajustes tornillos de montaje	
Piñones	
Eléctricamente (cables, Switch, cajas entre otros.)	
<b>C. UNIDAD MOTRIZ</b>	
Polea	
Chumaceras (Lubricación y temperatura)	
Ajuste y tornillería	
Piñones	
Cadena	
Guarda cadena	
<b>D. UNIDAD EXTREMO</b>	

Polea	
Chumaceras	
Tornillería	
<b>E. RODILLOS</b>	
Condicion	
<b>F. RODILLOS AUTOCENTRANTES</b>	
Condicion	
<b>G. CHASIS</b>	
Condición	
Platinas de union, tornillería	
<b>H. SOPORTES Y ESTRUCTURA</b>	
Tornilleria de fijación	
Tornilleria de graduación	
<b>I. GUARDAS</b>	
Condicion	
Tornilleria	
<b>J. ELECTRICA</b>	
Cableado	
Conexiones y cajas	

**Tabla 9. Hoja de chequeo equipos motorizados (2).**

**INVERSIONES TROCIFRES S.A.**

HOJA DE INSPECCIÓN Y CHEQUEO- EQUIPOS MOTORIZADOS

FECHA: \_\_\_\_\_ UBICACIÓN: \_\_\_\_\_

BANDA: \_\_\_\_\_ SERIE: \_\_\_\_\_

<b>COMPONENTE</b>		<b>OBSERVACIONES</b>		<b>Mantenimiento Hecho por: _____ Fecha: _____</b>	
<b>A. BANDA</b>					
Condición	Sucia Desflecada	Rota	Rasgada		
Unión	Descentrada	Gastada			
Arrastre	Fuera del centro				
Tensión	Mucha tensión	Falta de tensión			
<b>B. MOTOR</b>					
Escobillas	Ruidos	Temperatura alta al tacto			
Aceite del reductor	Tiene fugas	Nivel bajo			
Respiradero	Sucio				
Tornillos de montaje	Sueltos				
Piñones	Desgastados				
Eléctricamente (Switch, cables, cajas, entre otros.)	Rotos	Dañados			
<b>C. UNIDAD MOTRIZ</b>					
Polea	Suelta	Dañada			

Chumaceras	Ruidosa	Sucia		
Tornillería	Suelta			
Cadena	Ruidosa			
<b>D. UNIDAD DE EXTREMO</b>				
Polea	Suelta			
Chumaceras	Suelta	Ruidosa		
Tornillería	Suelta			
<b>E. RODILLOS</b>				
Rodamientos	Trabado	Sucio	Ruidoso	
Condición	Dañado	Sucio		
<b>F. RODILLOS AUTOCENTRANTES</b>				
Rodamientos	Trabado	Sucio	Ruidoso	
Condición	Dañado	Sucio		
<b>G. CHASIS</b>				
Condición	Dañado	Sucio		
Platinas de unión, tornillería.	Suelta			
<b>H. SOPORTES Y ESTRUCTURA</b>				
Condición	Dañados			
Tornillería de fijación	Sueltos			
Tornillería de graduación.	Sueltos			
<b>I. GUARDAS</b>				
Condición	Sucias	Desalineadas		
Tornillería	Sueltas			
<b>J. ELECTRICA</b>				
Cableado	Dañado	En mal estado		
Conexiones y cajas	En mal estado			

### **7.3 Mantenimiento de chumaceras**

Todas las unidades de chumaceras son despachadas prefabricadas con una grasa escogida para obtener estabilidad química y mecánica. Las chumaceras son diseñadas para lubricación por grasa, no por aceite, la relubricación periódica de estas unidades debe hacerse en intervalos cuya duración dependerá de la velocidad y la temperatura. Velocidades que no excedan las 500 revoluciones por minuto y temperatura que no exceda los 200°F, requieren que la lubricación se haga en un período de 1.000 horas con grasa Retinas A de Shell o equivalente. Las chumaceras deben ser re-lubricadas cuando se encuentren en operación siempre que esto sea posible, la grasa debe ser introducida lentamente hasta que esta aparezca alrededor de los sellos.

### **7.4 Mantenimiento de Motor reductores.**

A un reductor que ha sido correctamente seleccionado y montado de acuerdo con los requerimientos técnicos, se le debe, no obstante, dar una buena atención. Es aquí donde entra en juego el mantenimiento, es decir, todas aquellas acciones que se deben llevar a cabo para prolongar la vida de los equipos sin contratiempo y sin paradas forzosas. El comportamiento satisfactorio de un reductor depende del buen diseño y de su fabricación, de la selección del tipo y tamaño de la unidad apropiada para una aplicación determinada, el uso apropiado de la unidad en servicio y el mantenimiento adecuado de la unidad durante toda su operación. La carga apropiada de los reductores es esencial para una larga duración en servicio libre de dificultades.

Suponiendo que el reductor este bien calculado para una aplicación en particular e instalado de manera apropiada, es de vital importancia que no sea sometido a sobrecargas extremas o sostenidas. Para un buen funcionamiento bajo condiciones de operación, se debe operar el reductor con carga parcial por uno o dos días para permitir el ajuste final de los engranajes. Después de este período de ajuste el reductor puede trabajar con plena carga. El mantenimiento lo podemos dividir en:

- Mantenimiento predictivo

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

A los reductores se les debe hacer mantenimiento preventivo. De esta manera podemos detectar daños en su inicio y tomar medidas para evitar daños mayores que pueden forzar la salida de los equipos de la producción y tenerlo días o semanas fuera de servicio. En muchas oportunidades el reductor se encuentra ubicado en sitios a donde nadie llega y en estos casos se atiende solamente cuando la máquina accionada se para y el reductor quedó fuera de servicio, un pequeño daño que pudo haber sido solucionado, si se hubiese descubierto a tiempo, ahora es un daño grave y ha ocasionado otras averías al resto de los equipos.

Para lograr efectividad en el mantenimiento preventivo se debe elaborar el correspondiente programa y contar con los elementos indispensables como son: termómetros, tacómetro, manómetro, nivel, entre otros. En el mantenimiento de un reductor se debe proceder así:

**DIARIAMENTE:** En el mantenimiento diario se deben Inspeccionar dos cosas a saber: Fugas de aceite: si las hay se debe parar el equipo, corregir las causas de la fuga, verificar el nivel de aceite y adicionar lubricante si hay necesidad. El escape puede producirse por los retenedores, taponés, empaquetadura. Ruidos: si hay ruido poco usual se debe parar la unidad hasta que se determine la causa y se corrija. El ruido puede ser producido por un rodamiento dañado, engranaje deteriorado, roce del ventilador, entre otros.

**SEMANALMENTE:** Nivel de aceite: parar el equipo, quitar el tapón de nivel si está por debajo, adicionar lubricante nuevo hasta el nivel requerido. Tapón de ventilación: Chequear si los agujeros se encuentran libres de suciedad, destaparlos en caso que se encuentren obstruidos. Temperatura del aceite: La temperatura de trabajo del reductor es la temperatura del aceite del reductor. Según la norma AGMA la temperatura del reductor a plena carga no debe ser superior a 100°F (37.7°C) sobre la temperatura ambiente, ni subir en ningún momento de 200°F (93.3°C).

MENSUALMENTE: Revisar y ajustar los tornillos de anclaje. Revisar el estado de los elementos de transmisión: discos de apriete, acoples.

## **7.5 Cambio de aceite del reductor**

El primer cambio de aceite del reductor se debe efectuar a las 2.000 horas de trabajo o 2 meses (lo que primero ocurra). Se para el equipo, se drena inmediatamente y se lava el reductor. Para lavar se debe utilizar el mismo tipo de aceite con el cual se llenará el reductor, de igual o menor viscosidad. No utilizar disolventes, ACPM, gasolina por cuanto pueden dañar los retenedores y contaminar la carga de aceite fresco. Si el aceite es muy viscoso se debe calentar y luego se lava el reductor. En estos casos, es una buena práctica, conseguir el mismo tipo de aceite con una viscosidad más baja para lavar.

El primer cambio es necesario para eliminar limaduras del desgaste normal de período de asentamiento de los engranajes. El siguiente cambio de aceite se debe hacer a las 15.000 horas de trabajo o a los 2 años (lo que primero ocurra). Si hay condiciones de altas temperaturas poco usuales combinadas con altas cargas intermitentes en donde la temperatura de la carcasa se eleve rápidamente y entonces se enfríe con rapidez, puede causarse condensación en las paredes interiores del reductor, lo cual contamina el aceite y acelera su oxidación. En estas condiciones o si la temperatura del aceite está sobre 150°F (65.5°C) se debe cambiar el aceite cada 1 o 2 meses.

El aceite a usar debe tener las siguientes características:

**Tabla 10. Aceite**

<b>Temperatura ambiente 10°C-40°C</b>	
<b>Velocidad del Sin-Fin No.1</b>	<b>Grado ISO</b>
<b>700&lt;N1&lt;2000</b>	320
<b>180&lt;N1&lt;710</b>	460
<b>N&lt;180</b>	680

Fuente: Libro CEMA

El aceite a usar debe contener aditivos de extremos presión del tipo azufre - fosforado, los cuales le dan características anti desgaste de reducción a la fricción, disminuyendo así la elevación de temperatura en los engranajes. Adicionalmente aditivos contra formación de herrumbre y corrosión, así como agentes especiales para aumentar la estabilidad a la oxidación y resistencia a la formación de espuma. Bajo condiciones elevadas de temperatura o humedad deben remplazarse por aceites adecuados. Si tiene cualquier duda con respecto a este tema, remítase al manual de mantenimiento del reductor suministrado por el proveedor del reductor, que se adjunta a este manual. Las recomendaciones dadas en el manual del proveedor del reductor priman sobre las de este manual.

### **7.5.1 Lubricación con grasa de los rodamientos**

Cuando los rodamientos quedan por encima del nivel de aceite del reductor se debe proceder así para su lubricación:

- Eje rápido o, de entrada: cada 3000-5000 horas de funcionamiento.
- Eje lento o de salida: cada 10000-15000 horas o máximo cada 5 años.

Por último, algunas recomendaciones que reportan beneficios cuando son tenidas en cuenta:

- No mezclar aceites
- No utilizar grasas para rodamientos y retenedores que sean compatibles con el aceite que lleva el reductor.
- Si va a cambiar de tipo de aceite, primero drene, luego lave con el aceite nuevo, drene nuevamente y luego cargue con el aceite que ha decidido utilizar el reductor de ahora en adelante.
- Si tiene dudas en la viscosidad del aceite use un aceite de una viscosidad más alta.
- Si el reductor es de varios trenes o de cámaras de aceite separadas o independientes, se debe utilizar el aceite indicado para cada una.
- Si las cámaras son intercomunicadas, llenar el reductor y esperar que el aceite se distribuya para así establecer el nivel correcto del aceite.
- Proteger el reductor, lo mejor posible, de humedad, polvo, sustancias químicas, agua.
- Evitar vibraciones al reductor durante su funcionamiento o por causas externas a la unidad.

#### **7.5.1.1 Estructuras, Chasis, Soportes y Plataformas**

Los tornillos de ajuste y montaje de las estructuras deben chequearse en cuanto a ajuste en forma periódica, debe tenerse en cuenta que todas las estructuras tienen uniones atornilladas.

De igual forma los transportadores se componen de módulos o secciones que se atornillan entre sí para lograr las longitudes finales de cada equipo, luego es importante revisar las uniones atornilladas tanto de los módulos como de los soportes que los sustentan.

### **7.5.1.2 Banda**

La limpieza debe hacerse con el equipo apagado y sin carga, haciéndolo girar lo necesario para ir ubicando la banda que se va a limpiar en la parte superior, encendiendo y apagando el equipo cuantas veces sea necesario para completar la limpieza de la banda.

### **7.5.1.3 Rodillos**

Estos rodillos son engrasados de por vida y no necesitan lubricación posterior. Ocasionalmente un rodillo disminuye su capacidad de rotación o produce ruidos debido a mugre en los rodamientos.

Lo anterior se puede corregir mediante la remoción del rodillo para hacerle una inmersión en un baño disolvente de grasa. Los ejes y rodamientos (chumaceras) se deben rotar, para conseguir la evacuación de partículas extrañas y de la grasa y mugre endurecidas. Se debe agitar el disolvente y colocar el rodillo en posición vertical para que el solvente se drene.

Posteriormente se debe re lubricar el rodillo con aceite SAE grado 20 rotando el rodillo durante su aplicación.

## **7.6 Problemas, posibles causas y soluciones**

El siguiente instructivo es una muestra de las fallas más comunes, no se pretende reemplazar al grupo de mantenimiento, solamente proporciona una ayuda para identificar el problema, se recomienda acudir al personal calificado y/o a los fabricantes de las partes con problemas.

### 7.6.1 Motores

PROBLEMA. El motor no arranca.

POSIBLE CAUSA. No hay voltaje en la línea.

- Chequee los fusibles y el alambrado para ver si hay circuito abierto.
- Chequee la protección térmica de sobrecarga y reactívela.
- Chequee los Switch límites y arrancador para contactos defectuosos o falta de contacto mecánico.
- Chequee el voltaje en la fuente.
- Chequee el circuito de control

POSIBLE CAUSA. Bajo voltaje de la línea.

- Chequee por corto de baja.

POSIBLE CAUSA. Transportador sobre-cargado o congestionado

- Remueva la sobrecarga del transportador manualmente.
- Asegúrese que los cauchos del Siirt no estén excesivamente presionados contra la banda.

POSIBLE CAUSA. Estator quemado o en corto

- Remueva el alambrado del motor.
- Remueva la estructura del estator.
- Remueva la campana del extremo del estator.
- Remueve el estator defectuoso alambrando el anillo y la estructura.
- Instale nuevo estator alambrado anillo y la estructura.
- Reemplace el motor defectuoso enviándolo a reparación.

PROBLEMA. El motor opera, pero el eje de salida del reductor no gira.

POSIBLE CAUSA. Mal funcionamiento del acople hidráulico. / Piñones del reductor desgastados o rotos.

- Verifique movimiento en el eje de salida del acople.
- Si no hay movimiento contacte a representante de acoples SEW.
- Si hay movimiento contacte a representante de reductores SEW.

PROBLEMA. El motorreductor vibra o produce ruidos.

POSIBLE CAUSA. Rodamiento de motorreductor defectuoso

- Drene el lubricante
- Si se tiene motor y reductores separados realice las correcciones indicadas según la unidad afectada.
- Remueva la estructura del estator.
- Remueva la tapa del motor.
- Remueva el eje del motor con el rotor simultáneamente.
- Remueva los rodamientos interiores y sello de aceite.
- Instale un nuevo rodamiento interior y sellos de aceite.
- Re-ensamble el rotor y el eje en la estructura del motor.
- Remueva la tapa del rodamiento del frente del reductor.
- Remueva los rodamientos interiores y sello de aceite.
- Reemplace los rodamientos interiores y sello de aceite.
- Re-ensamble las tapas de los rodamientos en el reductor.
- Re lubrique el motor
- Reemplace el motor por su repuesto y envíe el motor averiado para reparación.

PROBLEMA. EL reductor gotea aceite en el eje de salida.

POSIBLE CAUSA. Sellos de aceite defectuoso en el eje de salida.

- Siga el procedimiento para reemplazar rodamientos e instale nuevos sellos de aceite.
- Instale nuevo empaque la tapa del rodamiento.
- Reemplace el reductor por su repuesto y el averiado envíelo a reparación.

PROBLEMA. El motor pierde aceite a través de la tapa.

POSIBLE CAUSA. Sellos de aceite del motor defectuosos.

- Siga procedimiento para reemplazar los rodamientos del eje del motor.
- Instale nuevos sellos de aceite.
- Reemplace el motor por su repuesto y envíe el motor averiado para reparación.

PROBLEMA. El motor se sobrecalienta (los motores usados están diseñados para un incremento sobre la temperatura ambiente de máximo 40°C).

POSIBLE CAUSA. Voltaje incorrecto de la línea.

- Chequee el voltaje con el voltímetro.

POSIBLE CAUSA. Elemento termo magnético inadecuado.

Chequee los elementos inadecuados termo magnético en el arrancador para asegurarse de que tienen el valor adecuado

POSIBLE CAUSA. Lubricación inadecuada en el reductor.

Chequee nivel del aceite.

- Asegurarse de que el tipo de aceite corresponde al indicado en la lista de fabricantes.

POSIBLE CAUSA. Corto en el estator.

Siga el procedimiento para reemplazar el alambrado del estator.

POSIBLE CAUSA. Transportador sobrecargado.

- Siga el procedimiento descrito bajo el problema “cuando el motor no arranca”

POSIBLE CAUSA. Variador de Velocidad

- Si el equipo cuenta con un variador de velocidad, tenga en cuenta que a menor frecuencia el motor se calienta más, y que el límite para no tener que emplear ventilación forzada es la mitad de la velocidad nominal del equipo. El equipo está diseñado para que idealmente trabaje a plena carga, pero si esta condición no se puede cumplir, intente primero graduar la alimentación de los equipos antes que su velocidad.

## 7.6.2 Banda

En un transportador la banda representa una alta proporción de su costo total, por lo tanto, es de vital importancia el cuidado y/o mantenimiento que debemos darle. Como su composición

y construcción la hacen vulnerable a daños o accidentales y/o a desgaste acelerado se debe prestar especial atención a su operación y correcto mantenimiento. La siguiente tabla presenta una lista de causas y soluciones para un amplio rango de problemas operacionales relacionados con la banda.

**Tabla 11. Causa- soluciones en banda**

PROBLEMA	CAUSA					
	(En orden de probable ocurrencia)					
La banda se descentra en la polea de cola	15	14	17	21	---	---
Toda la banda se descentra en toda la longitud del transportador	26	17	15	21	4	16
La banda se descentra en la polea de cabeza	15	22	21	16	---	---
La banda se descentra continuamente en un tramo de transportador	15	16	21	---	---	---
La banda se patina	19	21	14	22	---	----
La banda se patina en el arranque	19	22	10	---	----	----
Excesivo alargamiento en la banda	13	10	21	6	8	---
Rotura de la banda en o cerca de la unión	2	23	13	22	20	10
Separación de la unión vulcanizada	13	23	10	20	2	---
Excesivo desgaste, incluyendo desgarres, laceraciones y roturas	12	25	17	21	8	5
Excesivo desgaste de la cubierta inferior	2	4	5	19	20	22
Excesivo desgaste de los bordes	26	4	17	8	1	21
La cubierta se infla en algunos puntos	8	---	---	---	---	---
La banda se endurece y agrieta	8	23	22	18	---	---
La cubierta se hace quebradiza	8	18	---	---	---	---
Aparición de marcas o de grietas longitudinales en la cubierta superior	27	14	21	12	---	---

<b>Aparición de marcas o grietas longitudinales en la cubierta inferior</b>	14	21	22	---	---	---
<b>Deterioro de las lonas, grietas en la carcasa, roturas, puntos blandos en la banda</b>	12	20	5	10	8	24
<b>Separación de lonas</b>	13	23	11	8	3	---

**Descripción de las probables causas para el cuadro anterior.**

**Banda arqueada:** Evité rollos de banda cuya configuración durante su almacenamiento no sea totalmente cilíndrica. No almacene la banda en locales húmedos. Una banda nueva a menudo adquiere su configuración recta después de que cede bajo la carga.

**La banda no ha sido correctamente unida:** Utilizar el medio de unión correcto; si ha sido unida incorrectamente se debe recortar una sección de banda y hacer una nueva unión.

**La banda funciona demasiado rápido:** Reducir la velocidad de la banda.

**La banda está deformada de un lado:** Si la banda es nueva, ésta cederá con el tiempo; si no lo hace o la banda no es nueva, remover la sección deformada.

**Recubrimientos inadecuados:** Revisar las características del material manejado y de ser necesario cambiar banda con adecuado espesor y características de recubrimientos

**Excesiva tensión en la unidad tensora:** Reduzca la tensión girando en sentido de reloj los tornillos en la unidad de cola o remueva contrapesos en la unidad tensora de gravedad.

**Escasa tensión en la unidad tensora:** Aumente la tensión girando en sentido contrario al reloj los tornillos en la unidad de cola o adicione contrapesos en la unidad tensora de gravedad.

**Daño por abrasivo, ácido, químico, calor o aceite:** Use una banda diseñada para la condición específica. Para materiales abrasivos que hayan causado cortes en las lonas haga reparaciones con parches fríos permanentes. Proteger la banda contra la lluvia y el sol.

**Banda sub-diseñada:** Re-calcule las máximas tensiones en la banda y seleccione la banda correcta.

**Bordes de la banda desgastados o rotos:** Repare los bordes inclusive considerando la unión de una nueva sección, retirando la que presente desgaste en los bordes.

**Impacto excesivo del material sobre la banda:** Use chutes correctamente diseñados, utilice uniones vulcanizadas, instale rodillos de impacto. Si el material es atrapado bajo los skirts ajuste las tiras de caucho para que haya una mínima tolerancia entre éstas y la banda.

**Tensión excesiva:** Re-calcule y ajuste la tensión, use uniones vulcanizadas dentro de los límites recomendados.

**Rodillos agarrotados:** Libere los rodillos. Lubrique adecuadamente los trenes auto-alineante (Si los hay). Mejorar el mantenimiento.

**Rodillos o poleas fuera de escuadra con respecto a las líneas de centro del transportador:** Re-alinear.

**Rodillos localizados inapropiadamente:** Relocalice los rodillos o inserte rodillos adicionales para soportar la banda.

**Carga incorrecta, se presenta derrame de material:** La alimentación debería hacerse en dirección del movimiento de la banda y centrada sobre ésta.

**Almacenamiento inadecuado:** Refiérase a los manuales del fabricante.

**Fricción insuficiente entre la banda y la polea:** Verificar la correcta instalación de los accesorios de limpieza.

**Material entre la banda y la polea:** Ajuste los skirts adecuadamente. Remueva la acumulación. Mejorar el mantenimiento. Verificar que no haya fugas de material hacia la zona de la polea.

**Acumulación de materiales:** Remover la acumulación. Instalar o verificar el correcto funcionamiento de los accesorios de limpieza. Mejorar el mantenimiento.

**Desgaste del recubrimiento de la polea:** Reemplazar.

**Poleas demasiadas pequeñas:** Utilizar poleas de diámetro más grandes.

**Radios de las curvas convexas demasiado pequeños:** Incrementar el radio mediante un realineamiento vertical de los rodillos para prevenir excesiva tensión en los bordes de la banda.

**Velocidad relativa entre la banda y el material cargado demasiado alta:** Ajustar los chutes o corregir la velocidad de la banda.

**Cargue descentrado:** Cargar en dirección del movimiento de la banda en el centro del transportador. Ajustar el deflector de flujo para mejorar centrado en la descarga.

**Skirt colocado de manera inapropiada:** Instale los cauchos de tal forma que no rocen contra la banda, pero que tampoco permitan fugas.

### 7.6.3 Centrado con los rodillos

Para el centrado de la banda se pueden utilizar los rodillos de retorno ubicados en la parte de retorno de la banda. Para llevar a cabo el centrado se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Aflojar las tuercas de fijación de las bridas de montaje.

- Mover el rodillo en el sentido indicado en la figura, estos movimientos son aproximadamente de 2 a 3 mm. dejar funcionar el equipo por lo menos 10 mín. y observar los resultados.
  - Apretar finalmente las tuercas que se aflojaron.
- NOTA: Solo se debe aflojar un extremo del rodillo y la brida correspondiente a esa.

### **7.7 Procedimiento a seguir antes de poner en marcha el transportador**

Es importante tener en cuenta lo siguiente:

- Compruebe los niveles de aceite de los reductores y acoples, el nivel de grasa de las chumaceras de todas las poleas.
- Compare los voltajes de los motores con el voltaje de la línea.
- Verifique la correcta dirección de rotación de los motores.
- Todas las estaciones de rodillos de carga y retorno deben estar alineadas a escuadra con el eje longitudinal del transportador y niveladas transversalmente.
- Todas las poleas deben estar alineadas, con sus ejes paralelos entre sí a 90° con el eje longitudinal del transportador correspondiente.
- Verificar que todos los chasis estén alineados y nivelados transversalmente.
- Las tolvas, chutes de carga y skirts deben estar montados de tal manera que ninguna parte metálica haga contacto con la banda, las tiras de caucho del skirt que guían el material apenas deben descansar sobre la banda.
- Asegúrese que la banda esté vacía y libre de obstáculos.
- Compruebe que la tornillería está bien apretada en general.
- Poner el equipo en marcha teniendo en cuenta que no haya herramienta en puntos donde la banda pueda arrastrarlos y generar atascamientos o lesiones humanas.
- Por último, “Todos los ajustes se deben hacer con el equipo apagado y sin energía”, ya que los operarios pueden acarrear un grave accidente a causa de los elementos en movimiento.

## 8. CONCLUSIONES

- Una vez obtenidos los resultados de las diversas visitas a la planta de producción, se logró identificar el verdadero problema al interior de la planta, se encontró que había una deficiente operación productiva. Claramente se concluyó que la zona más crítica en el proceso detectada era entre el pelado del plátano, recolección y posterior transporte hasta la freidora.
- Teniendo en cuenta los comentarios anteriores, se puede confirmar que es perfectamente viable calcular y diseñar la banda transportadora, ya que contamos con los conocimientos técnicos y los recursos tecnológicos.
- Teniendo en cuenta la metodología propuesta y ampliamente discutida con los encargados de la producción, se llegó a una adecuada selección de un equipo motorizado que cumpliera con los requerimientos para alcanzar la meta propuesta logrando así el diseño y cálculo de una banda transportadora.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. LIBRO CEMA: CEMA BELT CONVEYORS FOR BULK MATERIALS, Ed. Prepared by the engineering conference with metric conversion. ERRATA for the ENGLISH VERSION – 7th Ed, Belt Book. (as of 2/01/2015)
- [2]. Diseño en ingeniería mecánica de Shingley. Octava edición. by Budynas Richard G. and Nisbett J. Keith. MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. (2008)
- [3]. Mecánica de materiales. Beer Ferdinand P. /Johnston E.Russell/Dewolf Jhon T./Mazurek David F. Quinta Edicion. MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. (2010, 2007, 2003, 1993,1982)
- [4]. CATALOGO TRANSMISION DE POTENCIA POR CADENA DE RODILLOS INTERMEC LTDA. Sexta edición. INTERMEC S.A. (2015)
- [5]. CATALOGOS ICOBANDAS S.A BANDAS PARA TRANSMISION Y TRANSPORTE. 4 edición. ICOBANDAS S.A (2012)
- [7]. Catálogo de componentes para cintas. Recuperado de: <http://www.rotranssa.com>.  
(Consultado: 15/04/2017).
- [8]. Componentes cintas. Recuperado de <http://rotranssa.com/cintas-transportadoras>.  
(Consultado: 20/04/2017).
- [9]. CINTAS TRANSPORTADORAS CRITERIOS PARA SU DISEÑO Y TIPOS. Recuperado de [http://www.concretonline.com/pdf/04canteras/art\\_tec/Ponencia1.pdf](http://www.concretonline.com/pdf/04canteras/art_tec/Ponencia1.pdf) . (Consultado: 23/04/2017)

- [10]. Componentes bandas. Recuperado de [http://www.bandastarragona.com/imagenes/productos/00057\\_198662\\_7965\\_Bandas%20de%20goma%20nervadas.pdf](http://www.bandastarragona.com/imagenes/productos/00057_198662_7965_Bandas%20de%20goma%20nervadas.pdf). (Consultado: 10/05/2017).
- [11]. SKF CALCULATOR. Recuperado de <http://webtools.skf.com/BearingCalc/selectProduct.action;jsessionid=74650A4F99005BE1FE56D427A3B77C9>. (Consultado: 15/05/2017).
- [12]. RENOLD CHAIN SELECTOR. Recuperado de <http://www.renoldchainselector.com/ChainSelector?setLanguage=en> . (Consultado: 26/05/2017).
- [13]. CATALOGO MOTORREDUCTOR. Recuperado de [https://www.drivegate.biz/com/?j\\_user=CO2PERJ9](https://www.drivegate.biz/com/?j_user=CO2PERJ9). (Consultado: 29/05/2017)
- [14]. CATALOGO INTERMEC. Recuperado de [http://www.intermec.com.co/pdf/Catalogo\\_productos\\_Intermec.pdf](http://www.intermec.com.co/pdf/Catalogo_productos_Intermec.pdf) . (Consultado: 30/05/2017)
- [15]. CALCULO DE EJES INVENTOR. Recuperado de <http://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2016/ESP/?guid=GUID-47F59AC3-C31B-4965-A23D-EB7E4ABEE232>. (Consultado: 01/06/2017).
- [16]. EJEMPLO CALCULO BANDA TRANSPORTADORA. Recuperado de <https://es.slideshare.net/omarurrea1/labandatransportadora-120103174749phpapp02>. (Consultado: 10/06/2017).
- [17]. CATALOGOS BANDAS COMERCIALES. Recuperado de [www.habasit.com](http://www.habasit.com) . (Consultado: 07/06/2017).
- [18]. ENCICLOPEDIA VIRTUAL. Recuperado de [www.eumed.net](http://www.eumed.net) . (Consultado: 09/06/2017).

[19]. LIBRO CEMA. Recuperado de [www.cemanet.org](http://www.cemanet.org) . (Consultado: 10/06/2017).

## **LISTADO DE ANEXOS**

**ANEXO A.** Catálogos de selección.

**ANEXO B.** Planos.

**ANEXO C.** Cronograma.

**ANEXO D.** Hojas de cálculos.

**ANEXO E.** Cotización.

**ANEXO F.** Manuales.

**ANEXO G.** Abreviaturas.