



SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICA

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

SEP

INFORME TÉCNICO

DE RESIDENCIA PROFESIONAL

INGENIERÍA MECÁNICA

PRESENTA:

JORGE IVÁN GUTIÉRREZ JIMÉNEZ

NOMBRE DEL PROYECTO:

**“MODIFICACIÓN DE LA LINEA 2 PARA
ETIQUETADO EN VACÍO DE COCA-COLA FEMSA
PLANTA SAN CRISTOBAL”**

PERIODO DE REALIZACIÓN:

AGOSTO-DICIEMBRE 2011

2011



ÍNDICE

1. Introducción.....	5
2. Justificación.....	6
3. Objetivo.....	7
4. Caracterización del área en el que se participó.....	7
4.1 Llenadora.....	7
4.2 Mezclador.....	8
4.3 Atemperador.....	8
4.4 Etiquetadora 1.....	9
4.5 Etiquetadora 2.....	9
4.6 Empacadora.....	10
4.7 Paletizadora.....	10
4.8 Emplayadora.....	11
4.9 Transportadores de botellas.....	11
5. Datos de la empresa.....	13
5.1 Misión.....	14
5.2 Visión.....	14
5.3 Política:.....	15
6. Problemas a resolver.....	15
7. Alcances y Limitaciones.....	16
8. Estudio del campo del arte.....	16
9. Fundamento teórico.....	18
9.1 Cadenas transportadoras.....	19



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

9.2 Potencia absorbida por transportadores.....	21
9.3 Cálculo de tracción de la cadena.	21
9.3.1 Transporte rectilíneo.....	21
9.3.2 Transporte curvilíneo.....	22
9.4 Potencia mecánica	22
9.5 Par motor	23
9.6 Velocidad angular	24
9.7 Fuerza de fricción	24
9.8 Rozamiento entre superficies de dos sólidos.....	24
9.9 Lubricación.	33
10. Propuesta de solución.....	34
11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	35
12. Resultados, Planos, Graficas, Prototipos y Programas	44
12.1 lubricación de los transportadores	46
12.2 Motores que se agregaran a los transportadores.....	46
13. Conclusiones y Recomendaciones	47
14. Anexos.....	48
15. Referencias bibliográficas y virtuales.....	56



Simbología

T_D = tracción de la cadena expresado en Newton.

ΔT =incremento de la tracción en el tramo de cadena, en Newton.

W_L = peso del producto transportado en kg por metro de cadena.

W = peso del cadena en kg por metro.

L = componente horizontal de la longitud del transportador en metros.

H = componente vertical de la longitud del transportador en metros.

f_B = coeficiente de fricción entre la cadena y la guía de deslizamiento.

B = longitud del tramo de producto en acumulación, en metros.

W_{Ls} = peso del producto en acúmulo, en kg por metro.

f_L = coeficiente de fricción entre la cadena y el producto de acúmulo.

BPM= botellas por minuto.

BPH= botellas por hora.

Kw= kilowatt.



1. Introducción

Para toda empresa, industria o planta es importante que los equipos cuenten con una eficiencia de trabajo que este dentro de las expectativas que la empresa requiere, por otra parte toda máquina sufre desgaste debido a operaciones normales que por mínimo que sea no se puede evitar ya que no existe maquina que trabaje sin tener este efecto, es por eso que muchas veces es necesario un rediseño o cambio de equipos con el fin de cumplir con las necesidades de la empresa.

El presente trabajo demostrará la realización de la modificación de la línea 2 de producción para el etiquetado de botellas en vacío en las instalaciones de Inmuebles del Golfo Coca-Cola Femsa planta San Cristóbal.

Se dará a conocer los elementos que componen la línea 2 para la producción de las bebidas, y el recorrido del producto por la línea hasta llegar a la emplayadora.

En la siguiente modificación se observará la reducción tanto en la distancia recorrida por las botellas como la reducción de los transportadores disminuyendo el tiempo de salida de los productos, aumentando la eficiencia de la línea.

Para justificar el siguiente trabajo fue necesario realizar el respectivo layout para la propuesta de la modificación; también se demostrara los pasos para conocer las capacidades de los motores que moverán a los transportadores, debido a esta modificación también se verán afectadas las cadenas transportadoras que serán seleccionadas dependiendo del tipo de carga y trabajo.



2. Justificación

La propuesta para la modificación de la línea 2 de Inmuebles del Golfo Coca-Cola Femsa Planta San Cristóbal es debido a que los equipos para etiquetar con los que se cuenta ya no tienen la eficiencia que anteriormente ofrecían por efecto del desgaste normal del equipo derivado de los años en operación.

Un punto importante son los gastos de mantenimiento que han aumentado considerablemente por la razón antes mencionada y no se tiene la eficiencia en la etiquetadora que se esperan.

Una de las ventajas que tiene la modificación de esta línea es el aumento de la producción; ya el etiquetado se hará con botellas vacías se reducirá el recorrido de las botellas por los transportadores y el número de motores que conforman la sección a rediseñar.

Otra ventaja es la reducción en la operación de la etiquetadora que se instalará ya que con las que se cuenta para cada etiquetadora es 1 operador por cada uno de los tres turnos, haciendo un total de 6 operadores.



3. Objetivo

El objetivo principal es mejorar las condiciones operativas de etiquetado, la disminución en consumo de energía eléctrica, reducir el número de motores utilizados en la línea, reducir en metros las cadenas transportadoras y seleccionar el tipo de lubricante para los transportadores.

4. Caracterización del área en el que se participó

La caracterización del área se presenta con las figuras siguientes que describen la función principal de los equipos

La línea 2 cuenta con:

4.1 Llenadora



Figura 1) La llenadora es de marca SIMONAZZI con una capacidad de 12,000 BPH (Botellas Por Hora) en presentaciones de 3 litros.

4.2 Mezclador



Figura 2) El mezclador es de la marca FILTEC que tiene como finalidad mezclar el jarabe, agua y CO₂ a la norma y relaciones establecidas, para el consumo humano.

4.3 Atemperador



Figura 3) El atemperador de marca WARMER tiene la finalidad de atemperar las bebidas a 10 °C para su etiquetado ya que a esa temperatura aproximada es la que se recomendada para su correcta colocación.

4.4 Etiquetadora 1



Figura 4) La etiquetadora numero 1 de la marca TRINE modelo 6700 coloca la etiqueta a cada una de las presentaciones con una capacidad de 6,000 BTH en 3 litros.

4.5 Etiquetadora 2



Figura 5) Al igual que la etiquetadora numero 1 tiene la finalidad de colocar la etiqueta para la presentación deseada, en la presentación de 3 litros tiene la misma capacidad que la etiquetadora número 1 que son 6,000 BTH cumpliendo con un total de 12,000 BPH entre las dos .

4.6 Empacadora



Figura 6) La empacadora de marca KISTERS tiene la capacidad de armar paquetes de 4 botellas en presentaciones de 3 litros.

4.7 Paletizadora



Figura 7) La paletizadora marca PAI es una máquina que cumple la función de armar las tarimas de paquetes de 4 productos en el caso de 3 litros y deslizarlos hacia la emplayadora.

4.8 Emplayadora



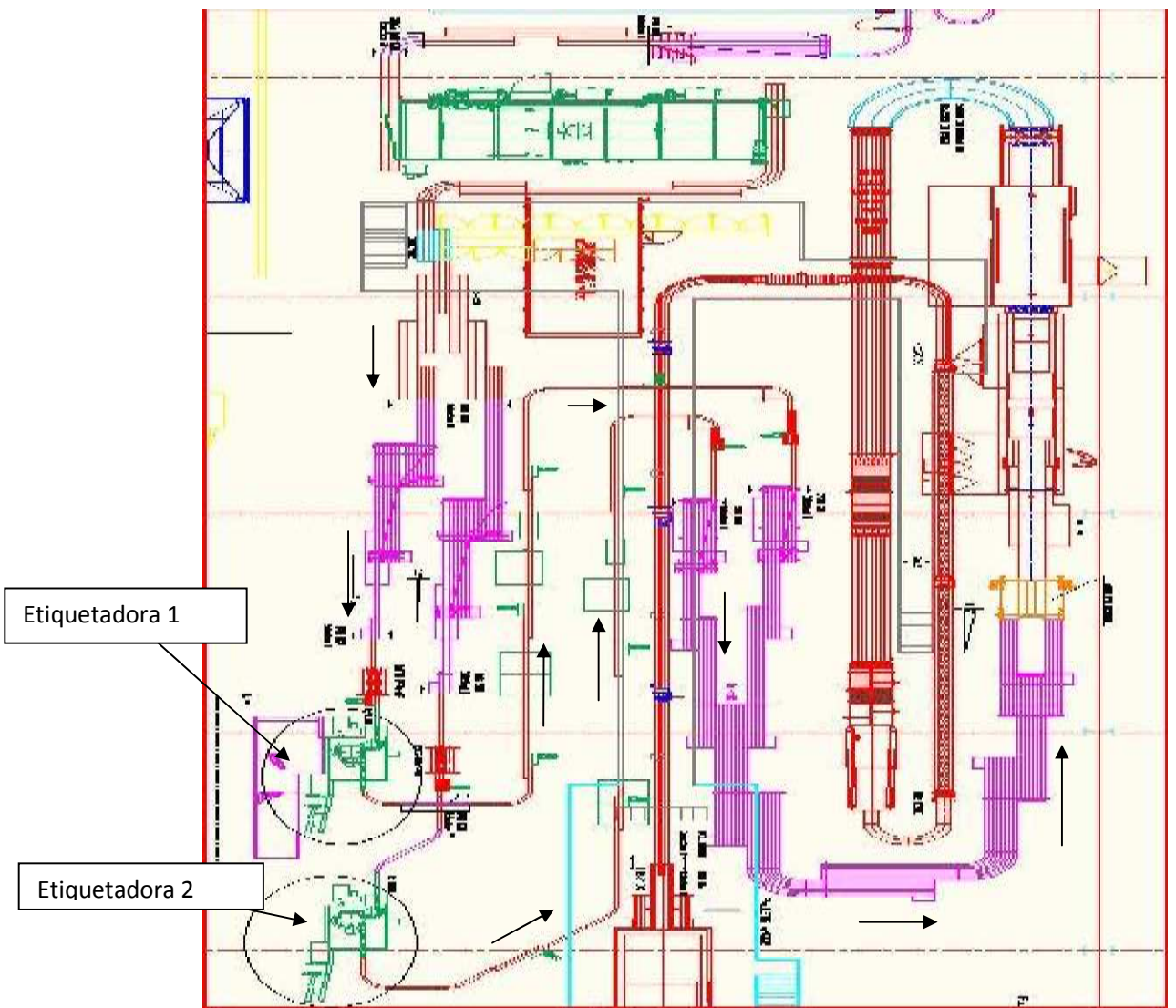
Figura 8) La emplayadora es una máquina que tiene la finalidad de envolver la tarima con películas de plástico para evitar caída de paquetes, esto lo hace colocando la película en tres secciones las cuales son en la parte superior, centro e inferior, en cada sección 2 vueltas.

4.9 Transportadores de botellas



Figura 9) Los transportadores llevan los productos por toda la línea desde la llenadora hasta la paletizadora pudiéndose ajustar el ancho para la presentación del producto.

El Layout 1 muestra el área donde se estará trabajando para la realización del proyecto de la línea número 2. Se puede observar la vista superior de la parte que se considero modificar, en el cual se encierra con círculo las 2 etiquetadoras que se reemplazarán y con flechas la ruta que sigue el producto. (ir al anexo 13 y 14 para ver un zoom de las etiquetadoras)



Layout 1



5. Datos de la empresa

Inicia la historia cuando grupo VISA (Valores Industriales S.A.) ahora FEMSA (Fomento Económico Mexicano S.A.) fundan Cervecería Cuauhtémoc en Monterrey, primera productora de cerveza de la República Mexicana.

Grupo VISA adquiere las franquicias de The Coca-Cola Company para producir y comercializar refrescos en el Valle de México y la mayor parte del sureste de la República Mexicana.

En este año se consolidó la sociedad entre The Coca-Cola Company y Grupo FEMSA, dando origen así a Coca-Cola FEMSA.

Coca-Cola FEMSA rebasa las fronteras mexicanas al adquirir a Coca-Cola Sociedad Anónima, Industrial, Comercial y Financiera de Argentina, convirtiéndose en Coca-Cola FEMSA de Buenos Aires.

Coca-Cola FEMSA entró en un contrato de franquicia con FEMSA para la producción, distribución y venta de las marcas de MUNDET en el Valle de México y el Sureste de la República Mexicana.

Coca-Cola FEMSA integra a su operación a Panamco, constituyendo la principal empresa embotelladora de productos de Coca-Cola en América Latina con presencia en nueve países.

Coca-Cola FEMSA es el segundo embotellador de productos Coca-Cola en el mundo y pertenece al grupo de los 10 embotelladores ancla de *The Coca-Cola Company* a nivel mundial.

Surgida de la fusión en 1985 entre Cervecería Cuauhtémoc y Cervecería Moctezuma, Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma, S.A. de C.V., es una organización de clase mundial, con exportaciones a Estados Unidos, Canadá y otros países de Latinoamérica, Europa y Asia.

Desde hace más de 75 años atiende los requerimientos de empaques de la industria de bebidas.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

Ofrece al mercado productos de calidad (latas, botellas, hermetapas, refrigeradores, plásticos, empaques, entre otros), precios competitivos y excelente servicio a los clientes.

Se estableció como negocio independiente en 1998.

Tiene gran capacidad de diseño y operación de soluciones logísticas que permiten alinear y hacer más eficientes los procesos operativos de las empresas.

Cuenta con capacidad para el desarrollo de vehículos especializados.

Abarca dos negocios principales: Cadena Comercial OXXO e Impulsora de Mercados de México, S.A. de C.V. (DICASA)

Adicionalmente, opera Empresas Amoxxo, S.A. de C.V., y las tiendas SIX, que consisten en depósitos de bebidas y botanas.

Nuestra cultura es el fruto de la historia y experiencia que hemos compartido. Lo que somos y lo que queremos llegar a ser, está determinado en buena medida por la forma en que trabajamos, pensamos y sentimos.

Mientras más nos esforcemos en conocer y aplicar nuestros valores corporativos, estaremos dando a nuestra organización, Coca-Cola FEMSA, la fuerza necesaria para resistir cualquier cambio del entorno.

5.1 Misión

Satisfacer y agradar con excelencia al consumidor de bebidas.

5.2 Visión

Ser el mejor embotellador del mundo, reconocido por su excelencia y calidad de su gente.



5.3 Política:

1. Cumplir

Los requerimientos legales aplicables y otros suscritos de los clientes de Coca-Cola Femsa y de The Coca-Cola Company en materia de seguridad, salud, inocuidad, calidad y medio ambiente.

2. Mejorar

Continuamente la eficiencia del desempeño del sistema de gestión integral, la calidad e inocuidad de los productos que manufacturamos y almacenamos en los centros productores.

3. Gestionar

Y cumplir los programas para mantener la salud e integridad con un enfoque de mejora y prevención minimizando el riesgo a través del compromiso de nuestro personal.

4. Minimizar

Los impactos ambientales a través del control y mejora de nuestros procesos, productos, empaques y servicios; manteniendo programas de prevención para la conservación de los recursos naturales.

6. Problemas a resolver

Con el reemplazo de las etiquetadoras surgieron las siguientes necesidades y problemas a resolver:

- 1) Conocer las capacidades de los motores que se instalarán debido a la modificación de la línea.
- 2) Conocer la cantidad en metros de las cadenas transportadoras que serán usadas para este rediseño.
- 3) Conocer la capacidad de entrega de productos que requiere la línea para maximizar la eficiencia de la producción.
- 4) Conocer el tipo de cadena que será usado en el transporte de las botellas.
- 5) Conocer el lubricante que será aplicado a los transportadores.



7. Alcances y Limitaciones

Instalación de una etiquetadora nueva de la marca SACMI serie 400 para etiquetar envase vacío con una capacidad de 50,000 BPH

Las limitaciones de este proyecto es el de reutilizar las cintas transportadoras y adaptar algunos motores que resulten del rediseño para mover las cadenas transportadoras según la potencia demandada. Cabe destacar que las modificaciones que se realizará solo serán analizadas para planta San Cristóbal

8. Estudio del campo del arte

Un elemento imprescindible dentro de la logística y el manejo de materiales son los transportadores. Usualmente se fabrican en acero al carbono y en ocasiones en acero inoxidable.

Podemos mencionar a grandes rasgos transportadores de banda, de cadena, de malla, de rodillos, magnéticos, neumáticos, de ruedas, de granel entre Existen transportadores específicos usados en cada tipo de industria, así por ejemplo la industria automotriz, la de bebidas, cervezas o los centros de distribución usan equipos radicalmente diferentes.

G.I.Eicom*

G.I.Eicom*, provee una amplísima gama de transportadores con tecnología de punta, para la mayoría de aplicaciones e industrias.





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

Productos Alibaba

Transportador de cadena de la botella de la marca de fábrica de Tongxin.

1. estructura interurbana de poco ruido.
2. ampliamente utilizado en muchas industrias 4ISO: 9001: 2008

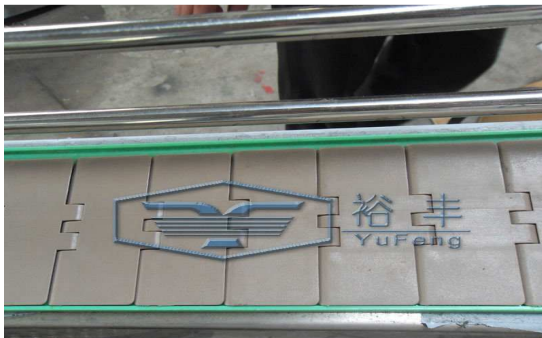


El acero de carbón, acero inoxidable, cadena termoplástica, según las necesidades de su producto pueden seleccionar una diversa anchura.

Aplicación:

Ampliamente utilizado en el alimento, el alimento conservado, las medicinas, las bebidas, los cosméticos y los productos de limpieza, los productos de papel, los condimentos, la lechería y el tabaco y la otra transmisión automática y distribución.

El transportador de botellas plano de alta velocidad.



Esta clase de cinta transportadora de botella es usada en las cadenas de producción de bebida. Esto es usado para transportar botellas de cristal o las botellas totalmente llenadas plásticas. La longitud y la anchura así como el material de este transportador pueden ser hechas según las exigencias de los clientes. Esto tiene rasgos como: la tarifa baja que rompe botella, la velocidad es ajustable, la altura es ajustable para emparejar las



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

máquinas, la operación fácil, la vida útil larga, etc. Lo requieren el equipo en varias cadenas de producción de bebida.

Productos Intelligrated. Intelligrated tiene amplia experiencia en satisfacer las necesidades de los fabricantes y distribuidores de bebidas.

Nuevos productos y tamaños, empaques innovadores, cargamentos combinados y listos para el cliente, y el rastreo de productos son sólo algunos de los retos que Intelligrated ha enfrentado trabajando en la industria de las bebidas por más de 100 años.

Productos Regina Sud

Hoy Regina es el líder mundial de los productores de cadena para aplicaciones industriales. La línea FliteTop es el resultado de una larga experiencia en la fabricación y aplicación del producto; es una de las líneas más completas y fiables del mercado. Esta especialmente recomendado en el sector de embotellado, la gama de cadenas FliteTop es una de las líneas más completas presentes en el mercado y permite elegir entre cadena rectilínea o curvilínea, en acero o en resina termoplástica, de simple charnela o de rodillos con latillos en todas las posibilidades de combinaciones.

En la en anexo 11 y 12 tenemos los productos más usados en el transporte de botellas.

9. Fundamento teórico

Un elemento imprescindible dentro de la logística y el manejo de materiales son los transportadores, su función básica es trasladar o acumular productos y se usan cuando los flujos son considerables para efectuar la operación manualmente o por otros métodos; existen muchos tipos de ellos y vienen en diferentes tamaños y configuraciones, de acuerdo a la aplicación; literalmente existen miles de combinaciones. Los transportadores son en esencia equipos muy simples, constituidos por un elemento motriz, un elemento de transporte, la soportación adecuada de estos y los controles para que actúe cuando se necesite. Usualmente se fabrican en acero al carbono y en ocasiones en acero inoxidable.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

Podemos mencionar a grandes rasgos transportadores de banda, de cadena, de malla, de rodillos, magnéticos, neumáticos, de ruedas, de granel entre otros, y pueden soportarse a techo, a nivel de trabajo, soterrados a piso o aéreos; pueden ser de traslación solamente o de acumulación, los cuales permiten que los productos además de ser transportados se acumulen sin presión, cuando es necesario.

Algunos equipos especializados incluyen a los extendibles ya sean motorizados o de gravedad, éstos pueden hacer trayectorias curvas o caprichosas de acuerdo a la necesidad, se alargan y acortan dentro de ciertos rangos. Dentro de éstos, también existen

Existen transportadores específicos usados en cada tipo de industria, así por ejemplo la industria automotriz, la de bebidas, cervezas o los centros de distribución usan equipos radicalmente diferentes.

Para manejo de cajas y paquetes con frecuencia se usan transportadores de banda sobre cama o banda sobre rodillo, de gravedad, de acumulación de bandas y acumulación de rodillos, de cadena, de malla.

Cualquier compañía que maneje volúmenes medios y altos de productos, usa transportadores ya sea para solo trasladar, acumular, ensamblar, organizar, distribuir, elevar u otras aplicaciones específicas.

9.1 Cadenas transportadoras

Las cadenas en resina termoplástica de la línea FliteTop se fabrican principalmente en tres materiales:

Resina acetálica omopolimero gris con óptimas características mecánicas

Resina acetálica omopolimero "LW" (marrón claro) con bajo coeficiente de rozamiento

Resina acetálica U.P. (gris oscuro) de elevada resistencia al desgaste y baja producción de polvo, particularmente indicada para trabajo en seco.

Todos estos materiales tiene la aprobación FDA.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

El diseño del platillo en resina termoplástica permite una superposición de la aleta para mejorar la continuidad de la superficie de apoyo del producto.

El grafilado con perfil especial del eje, garantiza una mejor retención lateral. En la serie 831 el espesor del platillo aumentado (4.8mm) alarga un 20% la vida de la cadena y permite el correcto acoplamiento, sin desnivel, con las cadenas FliteTop de las series 821, 879 y 882.

Las cadenas de la serie 880 y 879 son fabricadas con platillos estampados a inyección con elevada precisión y tienen el eje en acero inoxidable austenítico.

El diseño del platillo en resina termoplástica permite la sobre posición del platillo para mejorar la continuidad de la superficie de apoyo del producto también en las curvas.

La serie 879 tiene el espesor del platillo aumentado (4.8 mm.) que alarga un 20% la vida de la cadena y permite el correcto acoplamiento, sin desnivel, con las cadenas FliteTop de las series 831, 821 y 882.

La resina acetálica es la que mejor se presta a la realización de mallas para cadenas de platillos en material sintético en virtud de una resistencia a la rotura muy buena, de la elevada resistencia a la fatiga y resistencia al desgaste. Tiene también un bajo coeficiente de rozamiento en contacto con muchos materiales.

Temperatura de trabajo: en seco: -40 °C/ + 80°C, con lubricación -40°C/+65°C

Aplicaciones: plantas de embotellado con botellas en plástico (PET) y latas, industria alimentaria, industria del empaquetado.

Aprobado por la FDA para el contacto directo con las sustancias alimenticias

LW resina acetálica especial marrón claro;

Con las mismas características mecánicas pero con un menor coeficiente de rozamiento respecto a la resina acetálica gris.

Temperatura de trabajo: en seco: -40°C/+80°C, con lubricación: -40°C/+65°C



Aplicaciones: plantas de embotellado con botellas en plástico (PET) y latas, industria alimentaria, industria del empaquetado.

U.P. resina acetálica Ultra Performance

Nuevo material con mejor resistencia al desgaste respecto al material "LW". Notable reducción de polvo en seco. Menor alargamiento de la cadena. Coeficiente de rozamiento notable reducido.

Temperatura de trabajo: en seco: -40°C+80°C, con lubricación -40°C+65°C

Aplicaciones: plantas de embotellado con botellas en plástico (PET) y latas, industria alimentaria, industria del empaquetado.

Aprobado por la FDA para el contacto directo con las sustancias alimenticias

9.2 Potencia absorbida por transportadores

La siguiente ecuación permite calcular la potencia absorbida por cadenas en régimen estacionario, es decir a velocidad constante

$$KW = T_{maz} [N] \cdot V [m/min] / 60000 \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

T_{maz} = tracción máxima

V = velocidad en m/min

60000 = cte

9.3 Cálculo de tracción de la cadena.

Para la tracción de la cadena es necesario saber si el transporte del producto será de forma rectilínea o de forma curvilínea.

9.3.1 Transporte rectilíneo.

$$T_D = 9.81 \cdot \{ [(W_L + 2W) \cdot L \cdot f_B] + [W_{LS} \cdot B \cdot (f_L + f_B) - W_L \cdot B \cdot f_B] + (W_L + H) \} \dots (2)$$



Esta fórmula es válida para recorridos simples., recorridos rectilíneos inclinados y recorridos rectilíneos con acúmulo. Si el recorrido no es inclinado, el término “3” es nulo; si el recorrido no tiene acumulo, el término “2” es nulo.

9.3.2 Transporte curvilíneo.

$$\Delta T = 9.81 \cdot \{ [(W_L + W) \cdot L \cdot f_B] + [W_{LS} \cdot B \cdot (f_B + f_L) - W_L \cdot B \cdot f_B] + [(W_L + W)] \cdot H \} \dots \quad (3)$$

En el caso de recorridos curvilíneos, con o sin inclinación, con o sin acúmulo, el cálculo es más complejo. La formula mostrada arriba permite el cálculo del incremento de tracción relativo a un tramo de transportador solo de ida o solo de retorno, incluyendo máximo una curva.

El cálculo se realiza como sigue:

- A) Se divide el recorrido del transportador, sea de ida o de vuelta, en tramos que incluyan un tramo recto y uno curvo.
- B) se numeran los tramos a partir del engranaje del motor, en orden creciente según el sentido del movimiento.
- C) Se calcula la tracción en el punto 1 usando la formula 2 multiplicando el resultado por K_c (factor de curva) relativo al primer tramo.
- D) Se añade la tracción del tramo precedente al incremento obtenido por la aplicación de la formula al segundo tramo y se multiplica el resultado por el factor de curva relativo al tramo 2 (si es curva).
- E) Se repite el paso D) en todos los tramos sucesivos hasta llegar a la rueda motriz, punto de tracción máxima.

9.4 Potencia mecánica

La potencia mecánica es la potencia transmitida mediante la acción de fuerzas físicas de contacto o elementos mecánicos asociados como palancas, engranajes, etc. El caso más simple es el de una partícula libre sobre la que actúa una fuerza variable. De acuerdo con la mecánica clásica, el trabajo neto realizado sobre la partícula es igual a la variación de



su energía cinética (energía de movimiento), por lo que la potencia desarrollada por la fuerza es:

$$H = \frac{dW}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} mv^2 \right) = \frac{1}{2} (mv \cdot v) = \frac{d}{dt} (mv) \cdot v = F \cdot V$$

Donde:

m es la masa de la partícula.

F es la fuerza resultante que actúa sobre la partícula.

V es la velocidad de la partícula.

En sistemas mecánicos más complejos con elementos rotativos alrededor de un eje fijo y donde el momento de inercia permanece constante, la potencia mecánica puede relacionarse con el par motor y la velocidad angular. De acuerdo con la mecánica clásica, el trabajo realizado sobre el cuerpo en rotación, es igual a la variación de su energía cinética de rotación, por lo que la potencia desarrollada por el par o momento de fuerza es:

$$P = \frac{dW_{\text{rot}}}{dt} = \frac{d}{dt} (I_r W^2) = M\omega$$

Donde:

I_r es el momento de inercia según su eje de giro.

ω es la velocidad angular del eje.

M es el par motor aplicado sobre dicho eje.

9.5 Par motor

El par motor es el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia.

La potencia desarrollada por el par motor es proporcional a la velocidad angular del eje de transmisión, viniendo dada por:



$$P = M\omega$$

donde:

- P es la potencia (en **W**)
- M es el par motor (en **N·m**)
- ω es la velocidad angular (en **rad/s**)

9.6 Velocidad angular

La velocidad angular es una medida de la velocidad de rotación. Se define como el ángulo girado por una unidad de tiempo y se designa mediante la letra griega ω . Su unidad en el Sistema Internacional es el radián por segundo (rad/s).

9.7 Fuerza de fricción

Se define como fuerza de rozamiento o fuerza de fricción, entre dos superficies en contacto, a aquella que se opone al movimiento entre ambas superficies (*fuerza de fricción dinámica*), o a la fuerza que se opone al inicio del movimiento (*fuerza de fricción estática*). Se genera debido a las imperfecciones, mayormente microscópicas, entre las superficies en contacto. Estas imperfecciones hacen que la fuerza perpendicular **R** entre ambas superficies no lo sea perfectamente, si no que forme un ángulo ϕ con la *normal* **N** (el ángulo de rozamiento). Por tanto, la fuerza resultante se compone de la fuerza normal **N** (perpendicular a las superficies en contacto) y de la fuerza de rozamiento **F**, paralela a las superficies en contacto.

9.8 Rozamiento entre superficies de dos sólidos

En el rozamiento entre cuerpos sólidos se ha observado que son válidos de *forma aproximada* los siguientes hechos *empíricos*:

1. La fuerza de rozamiento tiene dirección paralela a la superficie de apoyo.
2. El coeficiente de rozamiento depende exclusivamente de la naturaleza de los cuerpos en contacto, así como del estado en que se encuentren sus superficies.



3. La fuerza máxima de rozamiento es directamente proporcional a la fuerza normal que actúa entre las superficies de contacto.
4. Para un mismo par de cuerpos (superficies de contacto), el rozamiento es mayor un instante antes de que comience el movimiento que cuando ya ha comenzado (estático Vs. cinético).

El rozamiento puede variar en una medida mucho menor debido a otros factores:

1. El coeficiente de rozamiento es prácticamente independiente del área de las superficies de contacto.
2. El coeficiente de rozamiento cinético es prácticamente independiente de la velocidad relativa entre los móviles.
3. La fuerza de rozamiento puede aumentar ligeramente si los cuerpos llevan mucho tiempo sin moverse uno respecto del otro ya que pueden sufrir atascamiento entre si.

Algunos autores sintetizan las leyes del comportamiento de la fricción en los siguientes dos postulados básicos:¹

1. La resistencia al deslizamiento tangencial entre dos cuerpos es proporcional a la fuerza normal ejercida entre los mismos.
2. La resistencia al deslizamiento tangencial entre dos cuerpos es independiente de las dimensiones de contacto entre ambos.

La segunda ley puede ilustrarse arrastrando un bloque sobre una superficie plana. La fuerza de arrastre será la misma aunque el bloque descansa sobre la cara ancha o sobre un borde más angosto. Estas leyes fueron establecidas primeramente por Leonardo da Vinci al final del siglo XV, olvidándose después durante largo tiempo; posteriormente fueron *redescubiertas* por el ingeniero francés Amontons en 1699. Frecuentemente se les denomina también leyes de Amontons.

Existen dos tipos de rozamiento o fricción, la fricción estática (FE) y la fricción dinámica (FD). El primero es la resistencia que se debe superar para poner en movimiento un cuerpo con respecto a otro que se encuentra en contacto. El segundo, es la resistencia,

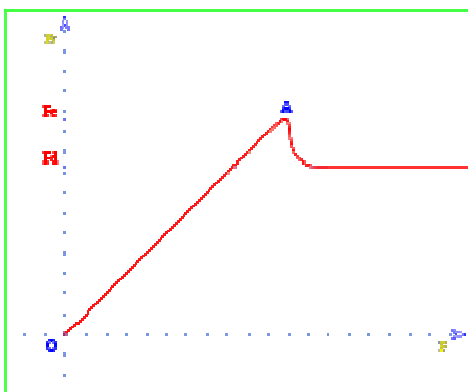


INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

de magnitud considerada constante, que se opone al movimiento pero una vez que éste ya comenzó. En resumen, lo que diferencia a un roce con el otro, es que el estático actúa cuando los cuerpos están en reposo relativo en tanto que el dinámico lo hace cuando ya están en movimiento. La fuerza de fricción estática, necesaria para vencer la fricción homóloga, es siempre menor o igual al coeficiente de rozamiento entre los dos objetos (número medido empíricamente y que se encuentra tabulado) multiplicado por la fuerza normal. La fuerza cinética, en cambio, es igual al coeficiente de rozamiento dinámico, denotado por la letra griega μ , por la normal en todo instante.

No se tiene una idea perfectamente clara de la diferencia entre el rozamiento dinámico y el estático, pero se tiende a pensar que el estático es algo mayor que el dinámico, porque al permanecer en reposo ambas superficies pueden aparecer enlaces iónicos, o incluso microsoldaduras entre las superficies, factores que desaparecen en estado de movimiento. Éste fenómeno es tanto mayor cuanto más perfectas son las superficies. Un caso más o menos común es el del gripaje de un motor por estar mucho tiempo parado (no sólo se arruina por una temperatura muy elevada), ya que al permanecer las superficies, del pistón y la camisa, durante largo tiempo en contacto y en reposo, pueden llegar a soldarse entre sí.

Un ejemplo bastante común de fricción dinámica es la ocurrida entre los neumáticos de un auto y el pavimento en un frenado abrupto.



Como comprobación de lo anterior, se realiza el siguiente ensayo, sobre una superficie horizontal se coloca un cuerpo, y le aplica un fuerza horizontal F , muy pequeña en un



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

principio, se puede ver que el cuerpo no se desplaza, la fuerza de rozamiento iguala a la fuerza aplicada y el cuerpo permanece en reposo, en la gráfica se representa en el eje horizontal la fuerza **F** aplicada, y en el eje vertical la fuerza de rozamiento **Fr**.

Entre los puntos **O** y **A**, ambas fuerzas son iguales y el cuerpo permanece estático; al sobrepasar el punto **A** el cuerpo súbitamente se comienza a desplazar, la fuerza ejercida en **A** es la máxima que el cuerpo puede soportar sin deslizarse, se denomina **Fe** o fuerza estática de fricción; la fuerza necesaria para mantener el cuerpo en movimiento una vez iniciado el desplazamiento es **Fd** o fuerza dinámica, es menor que la que fue necesaria para iniciarlo (**Fe**). La fuerza dinámica permanece constante.

Si la fuerza de rozamiento F_r es proporcional a la normal N , y a la constante de proporcionalidad se la llama μ :

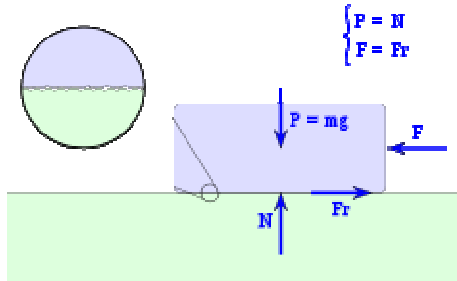
$$F_r = \mu N$$

Y permaneciendo la fuerza normal constante, se puede calcular dos coeficientes de rozamiento: el estático y el dinámico como:

$$\mu_e = \frac{F_e}{N}$$

donde el coeficiente de rozamiento estático μ_e corresponde al de la mayor fuerza que el cuerpo puede soportar inmediatamente antes de iniciar el movimiento y el coeficiente de rozamiento dinámico μ_d corresponde a la fuerza necesaria para mantener el cuerpo en movimiento una vez iniciado.

Fricción estática



Es la fuerza que se opone al inicio del movimiento. Sobre un cuerpo en reposo al que se aplica una fuerza horizontal F , intervienen cuatro fuerzas:

F: la fuerza aplicada.

Fr: la fuerza de rozamiento entre la superficie de apoyo y el cuerpo, y que se opone al movimiento.

P: el peso del propio cuerpo, igual a su masa por la aceleración de la gravedad.

N: la fuerza normal, con la que la superficie reacciona sobre el cuerpo sosteniéndolo.

Dado que el cuerpo está en reposo la fuerza aplicada y la fuerza de rozamiento son iguales, y el peso del cuerpo y la normal:

$$\begin{cases} P = N \\ F = F_r \end{cases}$$

Se sabe que el peso del cuerpo P es el producto de su masa por la aceleración de la gravedad (g), y que la fuerza de rozamiento es el coeficiente estático por la normal:

$$P = N = mg$$

$$F = F_r = \mu_e N$$

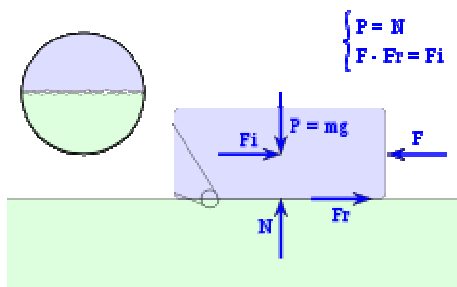
esto es:



$$F = F_r = \mu_e mg$$

La fuerza horizontal F máxima que se puede aplicar a un cuerpo en reposo es igual al coeficiente de rozamiento estático por su masa y por la aceleración de la gravedad.

Rozamiento dinámico



Dado un cuerpo en movimiento sobre una superficie horizontal, deben considerarse las siguientes fuerzas:

F: la fuerza aplicada.

F_r : la fuerza de rozamiento entre la superficie de apoyo y el cuerpo, y que se opone al movimiento.

F_i : fuerza de inercia, que se opone a la aceleración de cuerpo, y que es igual a la masa del cuerpo m por la aceleración que sufre a .

P: el peso del propio cuerpo, igual a su masa por la aceleración de la gravedad.

N: la fuerza normal, que la superficie hace sobre el cuerpo sosteniéndolo.

Como equilibrio dinámico, se puede establecer que:

$$P = N$$

$$F - F_r = F_i$$

Sabiendo que:



$$P = N = mg$$

$$F_r = \mu_d N$$

$$F_i = ma$$

se puede reescribir la segunda ecuación de equilibrio dinámico como:

$$F = \mu_d mg + ma$$

Es decir, la fuerza resultante **F** aplicada a un cuerpo es igual a la fuerza de rozamiento **F_r** más la fuerza de inercia **F_i** que el cuerpo opone a ser acelerado. De lo que también se puede deducir:

$$F = m(\mu_d g + a)$$

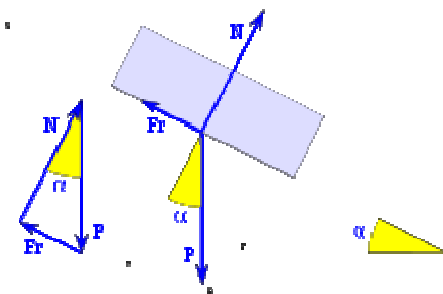
$$\frac{F}{m} = \mu_d g + a$$

$$a = \frac{F}{m} - (\mu_d g)$$

Con lo que se tiene la aceleración **a** que sufre el cuerpo, al aplicarle una fuerza **F** mayor que la fuerza de rozamiento **F_r** con la superficie sobre la que se apoya.

Rozamiento en un plano inclinado

Rozamiento estático





Si sobre una línea horizontal r , se tiene un plano inclinado un ángulo α , y sobre este plano inclinado se coloca un cuerpo con rozamiento, se tendrán tres fuerzas que intervienen:

P : el peso del cuerpo vertical hacia abajo según la recta u , y con un valor igual a su masa por la aceleración de la gravedad: $P = mg$.

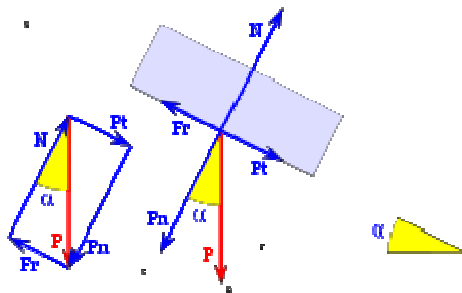
N : la fuerza normal que hace el plano sobre el cuerpo, perpendicular al plano inclinado, según la recta t

F_r : la fuerza de rozamiento entre el plano y el cuerpo, paralela al plano inclinado y que se opone a su deslizamiento.

Si el cuerpo está en equilibrio, no se desliza, la suma vectorial de estas tres fuerzas es cero:

$$\vec{P} + \vec{F}_r + \vec{N} = 0$$

Lo que gráficamente sería un triángulo cerrado formado por estas tres fuerzas, puestas una a continuación de otra, como se ve en la figura.



Si el peso P del cuerpo se descompone en dos componentes: P_n , peso normal, perpendicular al plano, que es la componente del peso que el plano inclinado soporta y P_t , peso tangencial, que es la componente del peso tangencial al plano inclinado y que tiende a desplazar el cuerpo descendentemente por el plano inclinado. Se puede ver que el P_n se opone a la normal, N , y el peso tangencial P_t a la fuerza de rozamiento F_r .



Se puede decir que el **P_n** es la fuerza que el cuerpo ejerce sobre el plano inclinado y la normal, **N**, es la fuerza que el plano inclinado hace sobre el cuerpo impidiendo que se hunda, **P_n = N** para que este en equilibrio. El peso tangencial **P_t** es la fuerza que hace que el cuerpo tienda a deslizarse por el plano y **F_r** es la fuerza de rozamiento que impide que el cuerpo se deslice, para que este en equilibrio **P_t = F_r**.

$$P_n = N$$

$$P_t = F_r$$

Cuando el cuerpo está en equilibrio estas dos ecuaciones determinan la igualdad de fuerzas, también es necesario saber que:

$$F_r = \mu_e N$$

$$P = mg$$

y que la descomposición del peso es:

$$P_n = P \cos(\alpha)$$

$$P_t = P \sin(\alpha)$$

Con lo que se determinan las condiciones del equilibrio de un cuerpo en un plano inclinado con el que tiene fricción. Es de destacar la siguiente relación:

$$P \cos(\alpha) = N$$

$$P \sin(\alpha) = \mu_e N$$

Haciendo la sustitución de N:

$$P \sin(\alpha) = \mu_e P \cos(\alpha)$$

que da finalmente como resultado:

$$\frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)} = \tan(\alpha) = \mu_e$$



El coeficiente de rozamiento estático es igual a la tangente del ángulo del plano inclinado, en el que el cuerpo se mantiene en equilibrio sin deslizar, ello permite calcular los distintos coeficientes de rozamiento, simplemente colocando un cuerpo de un material concreto sobre un plano inclinado del material con el que se pretende calcular su coeficiente de rozamiento, inclinando el plano progresivamente se observa el momento en el que el cuerpo comienza a deslizar, la tangente de este ángulo es el valor del coeficiente de rozamiento. Del mismo modo conocido el coeficiente de rozamiento entre dos materiales podemos saber el ángulo máximo de inclinación que puede soportar sin deslizar.

9.9 Lubricación.

La lubricación debe emplearse siempre que sea posible esto es particularmente cierto para las cadenas curvilíneas cuando trabajan con carga elevada. Si se realiza apropiadamente la lubricación se reduce el desgaste de la cadena, ejes, casquillos y todas las partes en movimiento aumentando la vida compleja de la cadena.

La lubricación reduce también el nivel de ruido de la instalación. Si no es posible hacer una lubricación continua en la instalación, una lubricación local antes del arranque es generalmente beneficiosa. Si no es tolerable algún tipo de lubricación para evitar la contaminación del producto, se recomienda encarecidamente realizar una limpieza regular para mantener las condiciones de trabajo óptimas.

Algunos tipos de lubricantes son los siguientes:

1.- Lubrificante a base de aceite- Son aceites de motor y garantizan un buen efecto lubricante, pero son adecuados solo en instalaciones no alimentarias. Son siempre aconsejables con las cadenas de acero al carbono.

2.- Lubrificante soluble en agua- son adecuados tanto para cadenas de acero inoxidable como plásticas. Se debe prestar atención a no usar lubricación excesivamente acida o básica para no dañar la cadena.



3.- Agua- también el agua tiene efecto lubricante aunque no es eficaz como las anteriores es más adecuada con las cadenas en plástico, material que tiene un efecto ligeramente autolubrificante

10. Propuesta de solución

Para llevar a cabo esta propuesta se realizó primeramente el reconocimiento del área donde se pretende hacer la modificación; se midieron las distancias con las que contaremos para asignar las longitudes y el ancho de los transportadores, durante ese periodo obtuvimos los valores que se pueden observar en el anexo 4 y 5.

Una vez realizado esa actividad se hizo el análisis de carga en cada tramo de transportador para proponer solución al problema.

Tomando en cuenta que el peso de un envase lleno de 3 lts. es de 3.18 kg. (Información obtenida en el departamento de calidad de la planta) teniendo los siguientes datos a plena carga.

Tramo numero 1= 937 kg.

Tramo 2 y 3 = 636 kg (ya que tienen el mismo ancho y el mismo largo).

Tramo 4 = 715.5 kg.

Tramo 5 = 954 kg.

Usando transportadores curvilíneas de $3 \frac{1}{4}$ para los tramos 2 y 3 y transportadores rectilíneos de $3 \frac{1}{4}$ para los tramos 1, 4 y 5 se tienen los siguientes datos (ver anexo 6 y 7)

Peso de la cadena curvilínea por unidad de longitud: 0.84 kg/m.

Peso de la cadena rectilínea por unidad de longitud: 0.89 kg/m.

De la misma manera usando las tablas del anexo 2 y 3 para coeficientes de fricción obtenemos los siguientes valores

$f_B = 0.12$ y $f_L = 0.12$ para todos los tramos



Con los datos obtenidos se realizó el cálculo para conocer la potencia del motor de cada uno de los tramos, (es importante mencionar que las cadenas transportadoras serán las mismas para el rediseño ya que no se pretende instalar cadenas nuevas). Usando las ecuaciones 1, 2 y 3 para los cálculos de la potencia en los tramos 1, 4 y 5 se obtuvo los siguientes valores:

$$\text{Tramo 1} = 2\frac{1}{2} \text{ KW}$$

$$\text{Tramo 2} = \text{Tramo 3} = 5\frac{1}{2} \text{ KW}$$

$$\text{Tramo 4} = 3 \text{ KW}$$

$$\text{Tramo 5} = 3.5 \text{ KW}$$

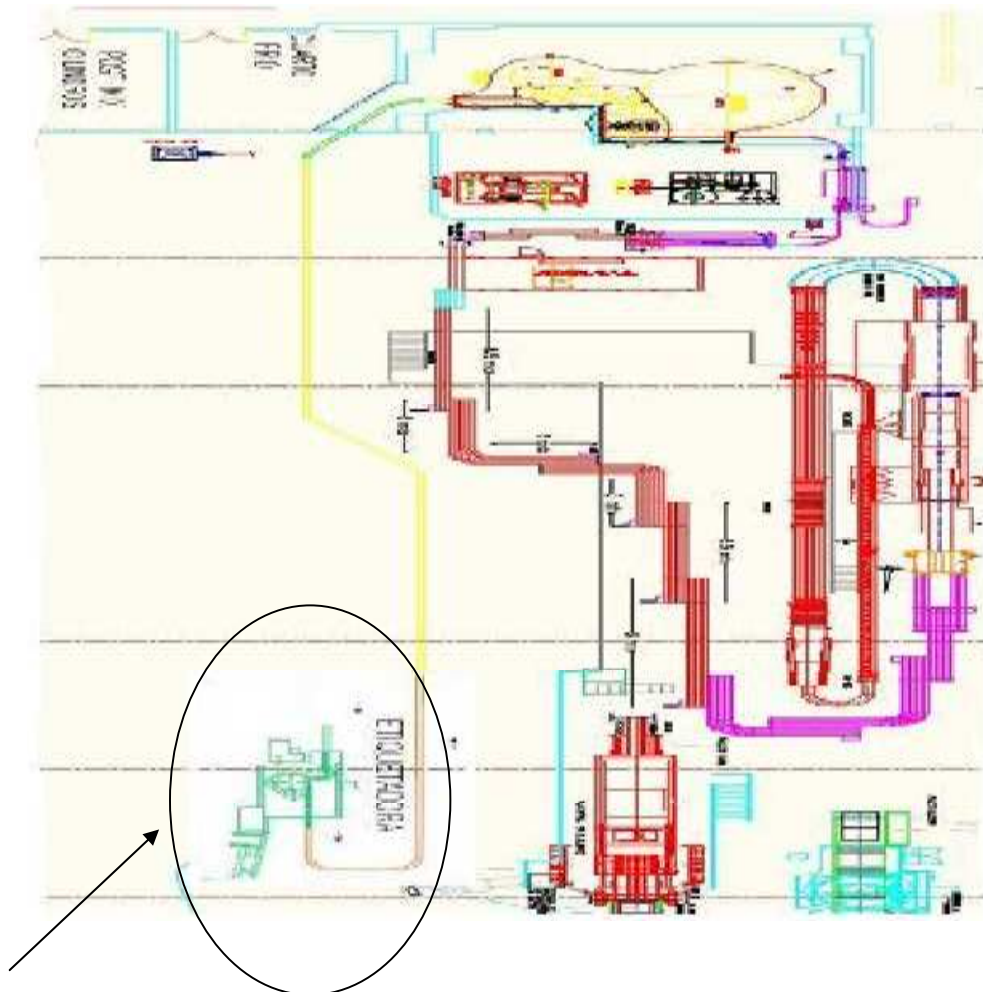
Con las potencias encontradas podemos conocer el consumo que tienen los motores en un tiempo de trabajo promedio de 16 horas obteniendo los siguientes resultados.

consumo	KW
antes	48
despues	13
ahorro	35

En el layout 3 se observa la ubicación de los motores para la nueva modificación; en los anexos 8 y 9 el antes y el después de la línea.

11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

Para la modificación se tuvo apoyo del Jefe de Mantenimiento e Ingeniería para facilitar las ubicaciones y rutas que tomaran los transportadores teniendo como referencia las distancias que dejaran los que actualmente están en funcionamiento y dejando espacios para que los operadores se trasladen por la línea sin ningún problema. Una vez tomada la decisión se realizó el Layout en el programa autocad.



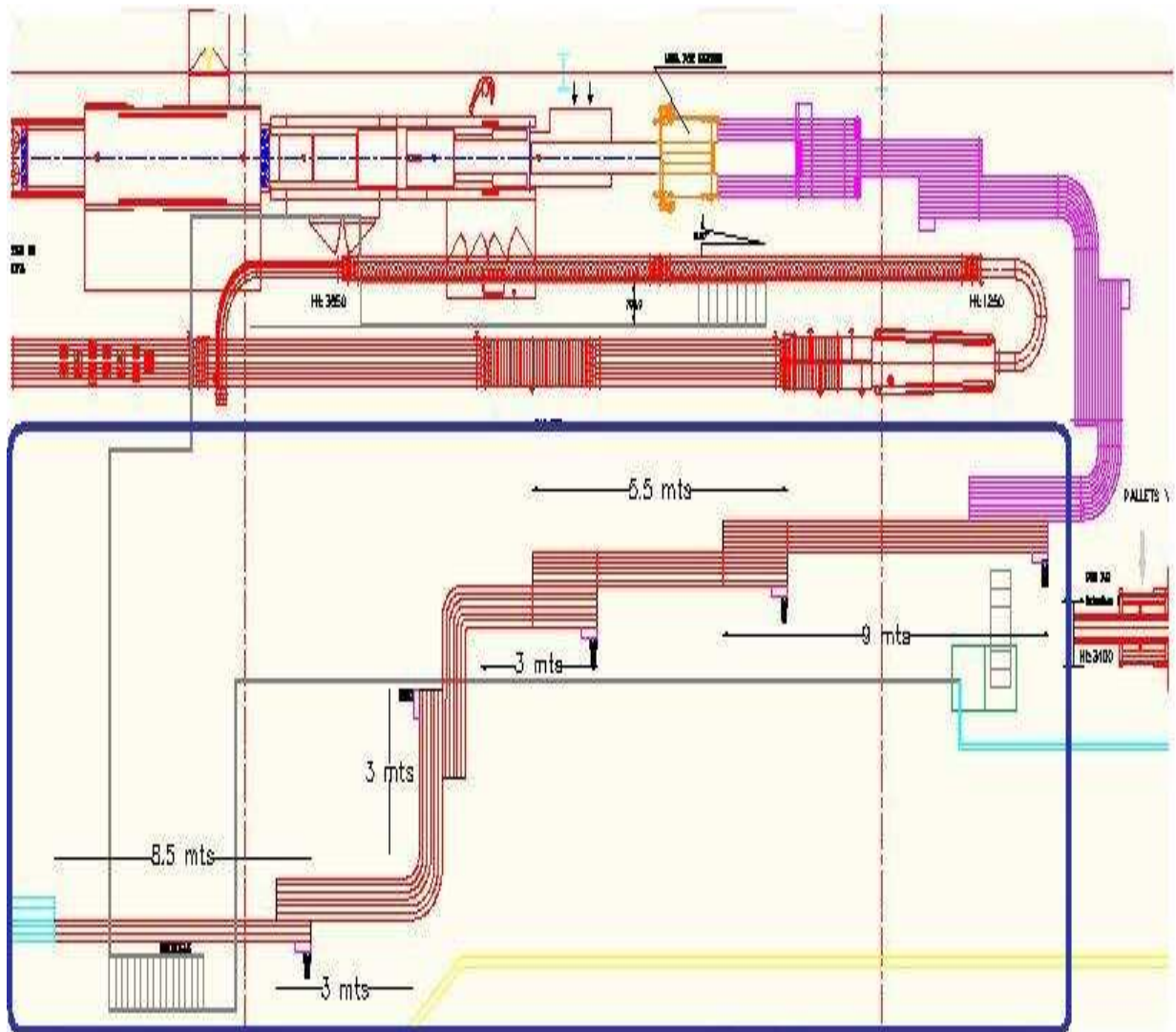
Layout 2

Con base al Layout 2 se realizara los siguientes cálculos con el fin de conocer las potencias que será necesarias para el transporte de los productos en las presentaciones de 3 L.

En el Layout 3 se muestra la sección de los transportadores en la que es necesario conocer las capacidades de los motores ya que es la zona que se verá afectada. La parte de la línea 2 que se menciona está encerrada por el rectángulo de color azul.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



Layout 3

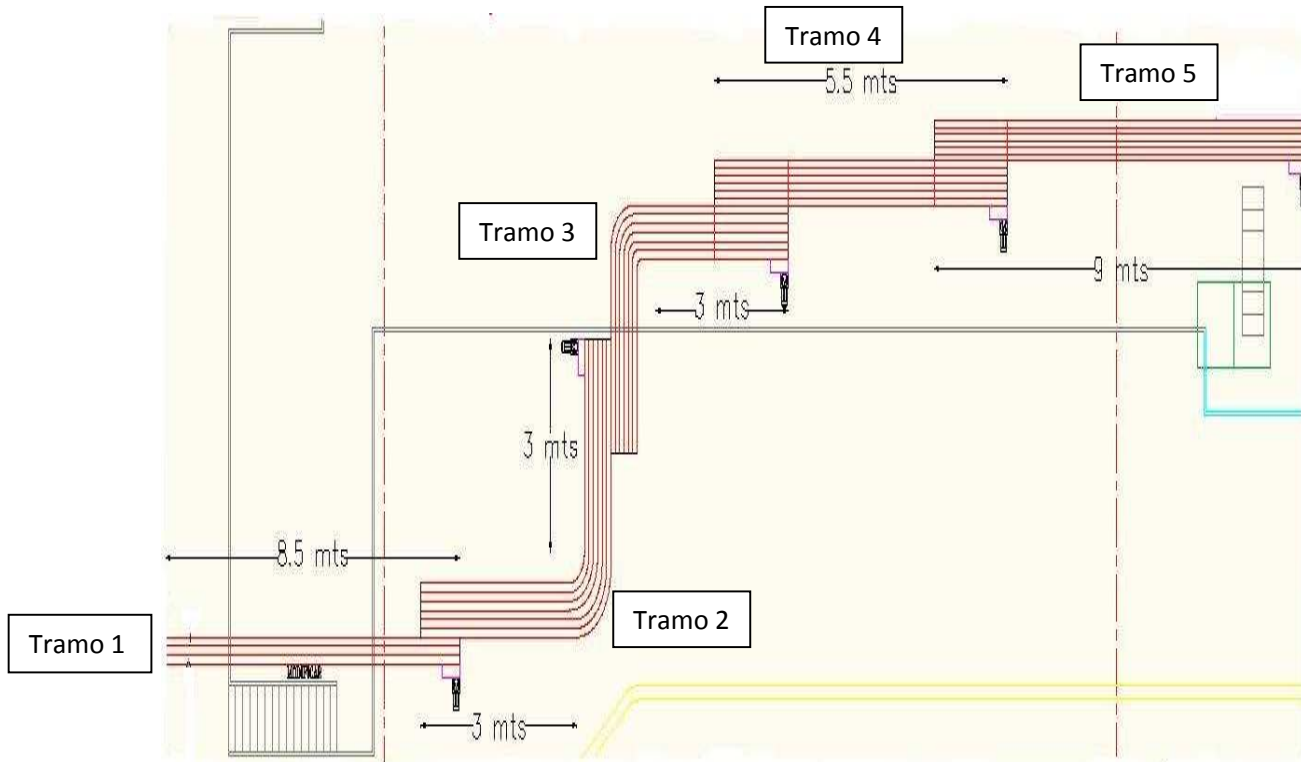
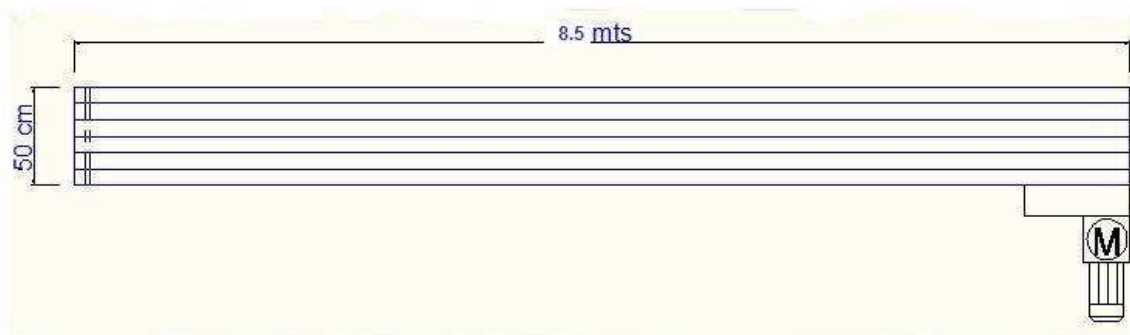


Figura 10) Este es un acercamiento donde se muestra con más detalle la parte que es necesario analizar.

El tramo 1



Hacemos uso de la ecuación número 1 para tramos rectilíneos.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

$$T_D = 9.81 \cdot \{[(W_L + 2W) \cdot L \cdot f_B] + [W_{LS} \cdot B \cdot (f_L + f_B) - W_L \cdot B \cdot f_B] + (W_L + H)\}$$

Cada botella con un peso de 3.18 kg; con un diámetro de 12 cm por botella; en 1 metro de transportador le corresponde 26.5 kg de producto.

El peso de la cadena tipo resina acetálica LW marrón claro de 3 ¼" es de 0.84 kg/m.

6 cadenas de 8.5 metros c/u ∴

$$L = 51 \text{ m.}; H = 0, f_B = 0.12, B = 51 \text{ m. } W_{LS} = 26.5 \text{ kg, } f_L = 0.12, V = 35 \text{ m/min}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior encontramos que

$$\text{➤ } T_1 = 3282.81 \text{ N}$$

$$\text{Como } KW = T_{maz}[N] \cdot V[m/min]/60000$$

$$KW = 3282.81 \times 35/60000$$

∴ P = 1.97 kw, considerando el efecto de arranques y paradas y la eficiencia de la transmisión usaremos una potencia 1.25 veces mayor con funcionamiento continuo.

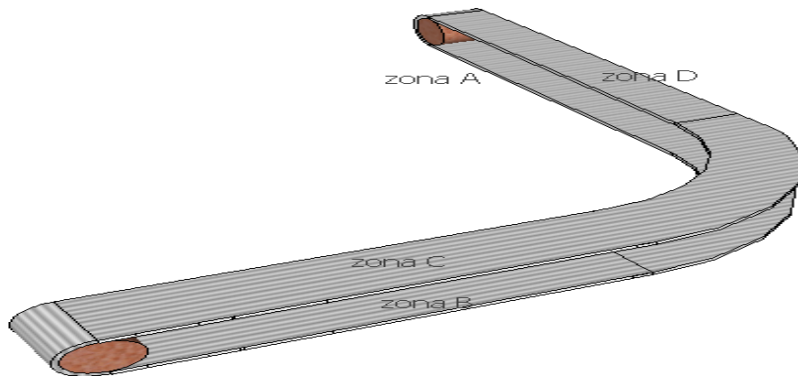
$$P = 1.97 \times 1.25$$

$$P = 2.46 \text{ KW} \approx 2\frac{1}{2} \text{ KW}$$

$$\text{➤ } \text{Por lo que la potencia del motor será de } 2\frac{1}{2} \text{ KW}$$



Tramo 2



Para realizar el análisis en el tramo 2 aplicaremos el método para recorridos curvos.

Para el tramo A tenemos los siguientes datos

Por cada metro de cadena hay 26.5 kg de producto.

$W_L = 26.5 \text{ kg/m}$; $L = 6 \times 6 = 36 \text{ m}$; $W = 0.89 \text{ kg/m}$; $f_B = 0.12$; $f_L = 0$; $B = 0$; $K_c = 1.37$ (Ver anexo 1)

Sustituyendo los valores en la ecuación 2 para recorridos curvos y multiplicando el producto por K_c (factor de curva).

$$\Delta T = 9.81 \cdot \{ [(W_L + W) \cdot L \cdot f_B] + [W_{LS} \cdot B \cdot (f_B + f_L) - W_L \cdot B \cdot f_B] + [(W_L + W)] \cdot H \}$$

$$\Delta T_A = 128.32 \text{ N}$$

$$\therefore T_A = 128.32 \times 1.37$$

$$\rightarrow T_A = 1590.18 \text{ N}$$

Tramo B

En el siguiente tramo tenemos los siguientes datos

$W_L = 26.5 \text{ kg/m}$; $L = 18 \text{ m}$; $W = 0.89 \text{ kg/m}$; $f_B = 0.12$; $f_L = 0$; $B = 0$



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

Sustituyendo los datos en la ecuación 2 tenemos

$$\Delta T_B = 580.38 \text{ N}$$

$$\therefore T_B = 1590.18 + 580.18$$

$$\rightarrow T_B = 2170.56 \text{ N}$$

Tramo C

$$W_L = 26.5 \text{ kg/m} ; L = 36 \text{ m} ; W = 0.89 \text{ kg/m} ; f_B = 0.12 ; f_L = 0.14 ; B = 36 ; K_c = 1.37$$

Sustituyendo los datos en la ecuación 2 tenemos

$$\Delta T_c = 2283.76 \text{ N}$$

$$T_c = (2283.76 + 2170.56)1.37$$

$$\therefore T_c = 3128.76 \text{ N}$$

Tramo D

$$W_L = 26.5 \text{ kg/m} ; L = 18 \text{ m} ; W = 0.89 \text{ kg/m} ; f_B = 0.12 ; f_L = 0.12 ; B = 18$$

Sustituyendo los datos de la misma manera que el paso anterior tenemos

$$\Delta T_D = 1141.88 \text{ N}$$

$$\therefore T_D = 3128.76 + 1141.88$$

$$T_D = 4270.64 \text{ N}$$

Usaremos la siguiente ecuación para calcular la potencia absorbida.

$$KW = T_{maz}[N] \cdot V[m/min]/60000$$

Donde:

$$T_{maz} = \text{tracción máxima}$$



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

V =velocidad en m/min

60000= cte

Sustituyendo los valores encontrados tenemos

$$P = (10166.4N)(30m/min) / 60000$$

$$P = 2.13 \text{ KW}$$

Para escoger la potencia del motor a utilizar debe considerarse el efecto de los arranques y paradas y la eficiencia de la transmisión. Generalmente se necesita una potencia motriz 1.25 veces mayor con funcionamiento continuo y 2 veces mayor en caso de arranques y paradas frecuentes.

Por lo tanto usaremos un factor de 1.25 para la elección del motor

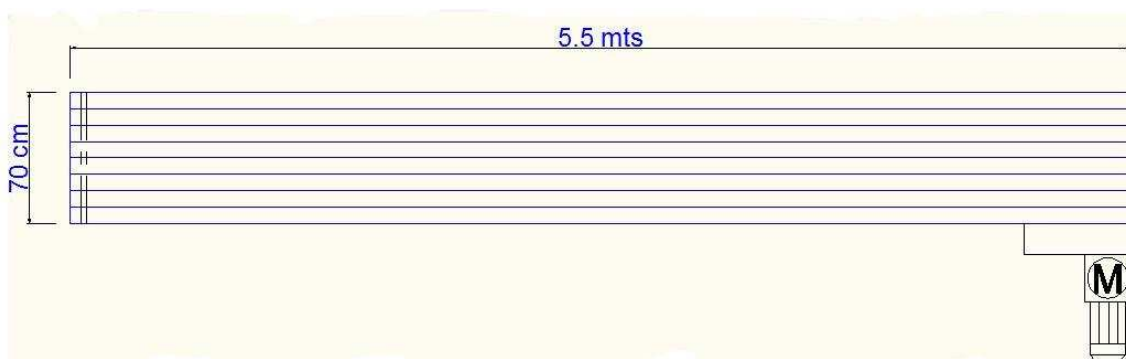
$$P = 2.13 \times 1.25$$

$$P = 2.66 \approx 2\frac{3}{4} \text{ KW}$$

- Para este tramo se usara un motor con una potencia de $2\frac{3}{4}$ KW

Debido a que el tramo 3 tiene las mismas longitudes y las mismas cargas, deberá instalarse un motor con la misma potencia.

Tramo 4





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

Para el tramo 4 se usara el mismo método que el tramo número 1 debido a que es un tramo recto.

Para este tramo tenemos los siguientes datos

$$W_L = 26.5 \text{ kg/m} ; L = 5.5 \times 8 = 44 \text{ m} ; W = 0.84 \text{ kg/m} ; f_B = 0.12 ; f_L = 0.12 ; B = 44 ; H = 0$$

Aplicando la ecuación número 1 para tramos rectos

$$T_4 = 2832.24 \text{ N}$$

Para conocer la potencia que debe tener el motor aplicamos la ecuación 3, con una velocidad de 35 m/min.

$$\text{Pot} = (2832.24 \text{ N})(35 \text{ m/min}) / 60000$$

$$\text{Pot} = 1.65 \text{ KW}$$

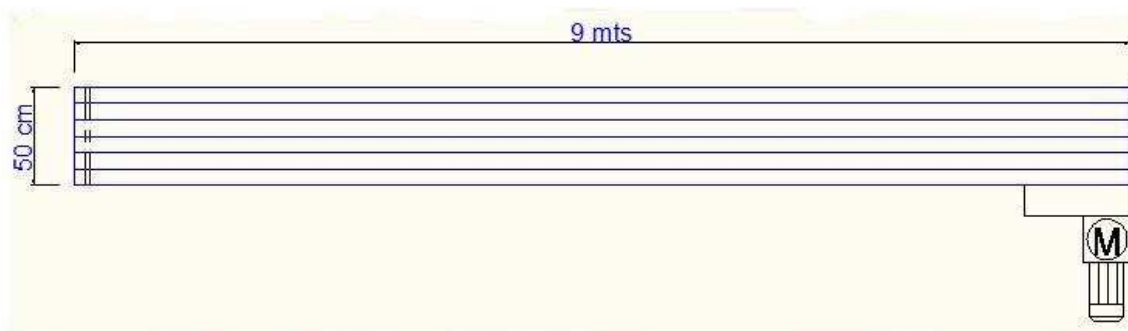
Sabiendo que debemos tener un factor de 1.25, la potencia será

$$P = 1.65 \times 1.25$$

$$P = 2 \text{ KW}$$

- Para este tramo se usara un motor con una potencia de 2 KW

Tramo 5





En este tramo tenemos los siguientes datos

$$W_L = 26.5 \text{ kg/m} ; L = 9 \times 6 = 54 \text{ m} ; W = 0.84 \text{ kg/m} ; f_B = 0.12 ; f_L = 0.12 ; B = 54 ; H = 0$$

Sustituyendo los datos en la ecuación tenemos

$$T_5 = 3475.89 \text{ N}$$

De la misma manera que el tramo anterior calculamos la potencia absorbida

Y tenemos como resultado una potencia de 2.3 KW, que multiplicado por un factor de 1.25 resulta.

$$P = 2.89 \text{ KW} \approx 3 \text{ KW}$$

12. Resultados, Planos, Graficas, Prototipos y Programas

Como podemos observar los resultados son los siguientes:

- Tramo 1 es necesario instalar un motor con una capacidad de $2\frac{1}{2}$ KW
- Para el tramo 2 y 3 la capacidad del motor es el mismo por tener las mismas dimensiones y el resultado que obtuvimos es el de colocar un motor de $2\frac{3}{4}$ KW
- Para el tramo 4 se necesita un motor de 2 KW
- De la misma manera en que se realizó el análisis del tramo 4 se obtuvo la potencia que debería tener el motor del tramo 5 y esta potencia fue de 3 KW

El Layout de la línea 2 que actualmente está en uso se puede observar en el anexo 8 y el resultado de la modificación, en el anexo 9.

En la siguiente tabla observamos las longitudes de los transportadores para cada tramo en función del número de cadenas y el largo.



tramo	No de cadenas	longitud por cadena (m)	total (m)
1	6	17.8	106.8
2	6	12.8	76.8
3	6	12.8	76.8
4	8	11.8	94.4
5	6	18.8	112.8

12.1 Motores que se quitarán

TRAMO 1	KW
FSM-31	1.5
FSM-32	1.5
FSM-33	1.5
FSM-34	1
FSM-35	1.5
FSM-36	1.5
FSM-37	2.2
FSM-38	2.2
FSM-39	0.75
FSM-40	1
FSM-41	1.5
FSM-42	1

17.15

TRAMO 2	KW
FSM-13	0.75
FSM-14	1.5
FSM-15	1
FSM-16	1
FSM-17	1.5
FSM-18	1
FSM-19	1
FSM-20	1
FSM-21	1.5
FSM-22	1.5
FSM-23	1.5
FSM-24	1.5
FSM-25	1.5
FSM-26	1.5
FSM-27	1.5

19.25

ETIQUETADORAS		
ETIQUETADORA 1	HP	KW
MOTOR PRINCIPAL	5	3.73
MOTOR RODILLO ALIMENTADOR (2)	0.33	0.25
MOTOR BOMBA DE VACIO	2.5	1.87
		5.84
ETIQUETADORA 2	HP	KW
MOTOR PRINCIPAL	5	3.73
MOTOR RODILLO ALIMENTADOR (2)	0.33	0.25
MOTOR BOMBA DE VACIO	2.5	1.865
		5.84



12.1 lubricación de los transportadores

La lubricación se realizará con el lubricante Selene cko2 ya que es la que actualmente se está aplicando, las características del lubricante son:

Lubricante en seco: Selene CKO2

Densidad (ρ): 0.950-0.990 gr/cm³

Peso específico (γ):950 N/m³

Viscosidad cinemática (ν): 1.5789 E-4

Viscosidad dinámica (μ): 0.15 Pa.s.

Gravedad específica @ 25±1 °C: 0.95-0.99

Ventajas de lubricante: reduce la fricción entre cadena y botella, reduce la fuerza motriz entre cadena y motor

En el análisis realizado para la elección de los transportadores los cálculos se hicieron para lubricar con agua jabonosa porque que no se encontraron tablas que arrojen valores para los coeficientes de fricción entre cadena y producto utilizando el lubricante Selene ck02

12.2 Motores que se agregaran a los transportadores

MOTORES	KW
tramo 1	2.5
tramo 2	2.75
tramo 3	2.75
tramo 4	2
tramo 5	3
	13

Comparación

consumo	KW
antes	48
despues	13
ahorro	35



13. Conclusiones y Recomendaciones

Con el presente proyecto de residencia profesional se ha determinado que para el nuevo rediseño de los transportadores de la línea 2 de producción es recomendable realizar la instalación de las cintas transportadoras que se usaron para el análisis ya que son las que mejor se adaptan al tipo de trabajo y con las que se puede garantizar el transporte adecuado de las botellas sin tener defectos en la parte baja de la botella debido a que es la zona que más contacto tienen con las cadenas, estas cubren con las exigencias de calidad que requiere el producto transportado.

De los valores encontrados para las potencias de los motores eléctricos que deberían llevar los transportadores se puede observar que se ocupará un motor de 2 kw de la línea actual ya que coincide la potencia para uno de los tramos.

En la siguiente tabla se puede observar el tipo de cadena que se deberá ocupar en los transportadores.

cadenas transportadoras	material	referencia
tramo 1	Resina acetálica LW marrón claro	LW 820 k 3 1/4"
tramo 2	Resina acetálica LW marrón claro	LW 880 k 3 1/4"
tramo 3	Resina acetálica LW marrón claro	LW 820 k 3 1/4"
tramo 4	Resina acetálica LW marrón claro	LW 880 k 3 1/4"
tramo 5	Resina acetálica LW marrón claro	LW 820 k 3 1/4"



14. Anexos

Anexo 1

Kc FACTOR DE CURVA		COEFICIENTE DE FRICCIÓN						
Ángulo de curvatura	con rueda de curvatura	COEFICIENTE DE FRICCIÓN						
		K1= 0.1	K1=0.15	K1= 0.20	K1=0.25	K1= 0.30	K1=0.35	K1= 0.40
15°	1.15	1.03	1.04	1.06	1.07	1.08	1.1	1.12
30°	1.15	1.05	1.08	1.1	1.14	1.17	1.2	1.21
45°	1.15	1.08	1.13	1.17	1.22	1.28	1.32	1.37
60°	1.15	1.11	1.17	1.23	1.3	1.37	1.44	1.51
75°	1.15	1.14	1.22	1.3	1.39	1.48	1.58	1.69
90°	1.15	1.17	1.27	1.37	1.48	1.6	1.73	1.88
120°	1.15	1.23	1.37	1.57	1.69	1.87	2.08	2.28
150	1.15	1.3	1.48	1.69	1.92	2.19	2.5	2.86
180°	1.15	1.37	1.6	1.87	2.19	2.56	3	3.5

Anexo

2

COEFICIENTE DE FRICCIÓN F _b ENTRE CADENA Y GUÍA DE DESLIZAMIENTO						
MATERIALES PLATILLOS	EN SECO			LUBRICACIÓN CON AGUA JABONOSA		
	GUÍA UHMPWE	GUÍA NYLATRON	GUÍA AISI302 LAMINADO EN FRIO	GUÍA UHMPWE	GUÍA NYLATRON	
ACETALICA LW	0.17	0.14	0.17	0.1	0.12	
ACETALICA	0.18	0.15	0.18	0.1	0.13	
RESISTENCIA A LOS ACIDOS P,PP	0.2	0.18	0.27	0.1	0.16	
ACETALICA SLD,UP	0.17	0.14	0.17	0.09	0.12	
RESISTENTE A LA ABRACION AR	0.16	-	0.17	-	-	
ACERO INOX. FERRITICO	0.26	0.25	0.37	0.09	0.24	
ULTRA	0.2	0.23	0.26	0.07	0.18	
ACERO INOX. AUSTENITICO	0.3	0.24	0.26	0.1	0.22	
ACERO AL CARBONO	0.26	0.25	0.18	-	-	

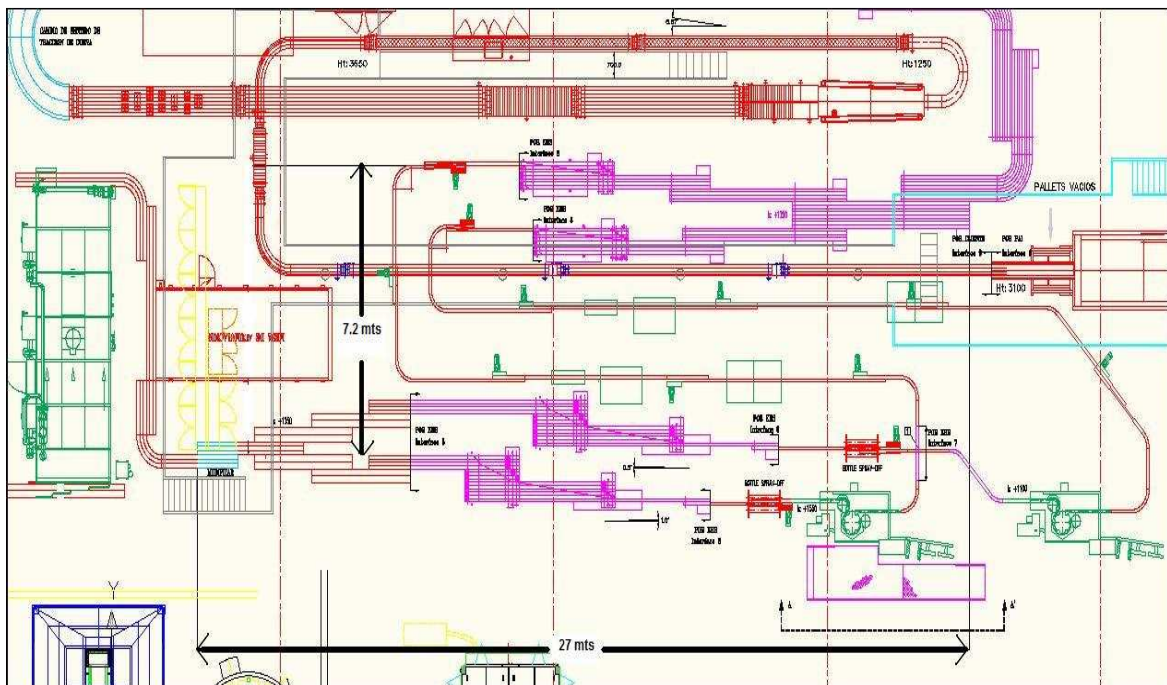


INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

Anexo 3

COEFICIENTE DE FRICCIÓN FL ENTRE CADENA Y EL PRODUCTO TRANSPORTADO									
MATERIALES PLATILLOS	EN SECO					LUBRICACIÓN CON AGUA JABONOSA			
	BOTELLAS VIDRIO	LATAS ALUMINIO	CARTÓN	CARTÓN ENCERADO	BOTELLAS PET	BOTELLAS VIDRIO	LATAS ALUMINIO	BOTELLAS	
ACETALICA LW	0.1	0.16	0.15	0.5	0.16	0.09	0.12	0.12	
ACETALICA RESISTENCIA A LOS ACIDOS P,PP	0.11	0.17	0.18	0.55	0.17	0.09	0.13	0.13	
ACETALICA SLD,UP	0.15	0.25	-	-	0.18	0.13	0.18	0.14	
RESISTENTE A LA ABRACION AR	0.1	0.16	0.17	0.37	0.16	0.09	0.12	0.12	
ACERO INOX. FERRITICO	0.12	0.18	-	-	-	-	-	-	
ULTRA	0.22	0.28	0.38	0.6	0.25	0.16	0.17	0.21	
ACERO INOX. AUSTENITICO	0.16	0.2	0.3	0.6	0.24	0.14	0.17	0.18	
ACERO AL CARBONO	0.19	0.24	0.34	0.7	0.24	0.14	0.15	0.17	
	0.23	0.3	0.38	0.6	0.25	-	-	-	

Anexo 4





Anexo 6

Cadenas rectilíneas de platillos en resina termoplástica (charnela simple)

MATERIAL	REFERENCIA	CARGA ROTURA MEDIA	LARGO PLATILLO K mm	S mm	B mm	RADIO DE GIRO INVERSO RD mm	PESO POR UNIDAD DE LONGITUD kg/m
RESINA ACETALICA GRIS	820 K 3 1/4	500	82.6	4.0	9.5	40	0.84
	820 K 4	500	101.6	4.0	9.5	40	0.95
	820 K 4 1/2	500	114.3	4.0	9.5	40	1.02
	820 K 6	500	152.4	4.0	9.5	40	1.25
	820 K 7 1/2	500	190.5	4.0	9.5	40	1.47
RESINA ACETALICA LW MARRON CLARO	LW820 K 3 1/4	500	82.6	4.0	9.5	40	0.84
	LW 820 K 87	500	87.0	4.0	9.5	40	0.88
	LW 820 K 4	500	101.6	4.0	9.5	40	0.95
	LW 820 K 4 1/2	500	114.3	4.0	9.5	40	1.02
	LW 820 K 6	500	152.4	4.0	9.5	40	1.25
LW 820 K 7 1/2	500	190.5	4.0	9.5	40	1.47	
RESINA ACETALICA U.P. GRIS OSCURO	UP 820 K 3	4750	82.6	4.0	9.5	40	0.84
	1/4 UP 820 K	4750	101.6	4.0	9.5	40	0.95
	4 UP 820	4750	114.3	4.0	9.5	40	1.02
	K 4 1/2 UP	4750	152.4	4.0	9.5	40	1.25
	820 K 6	4750	190.5	4.0	9.5	40	1.47

Anexo 7

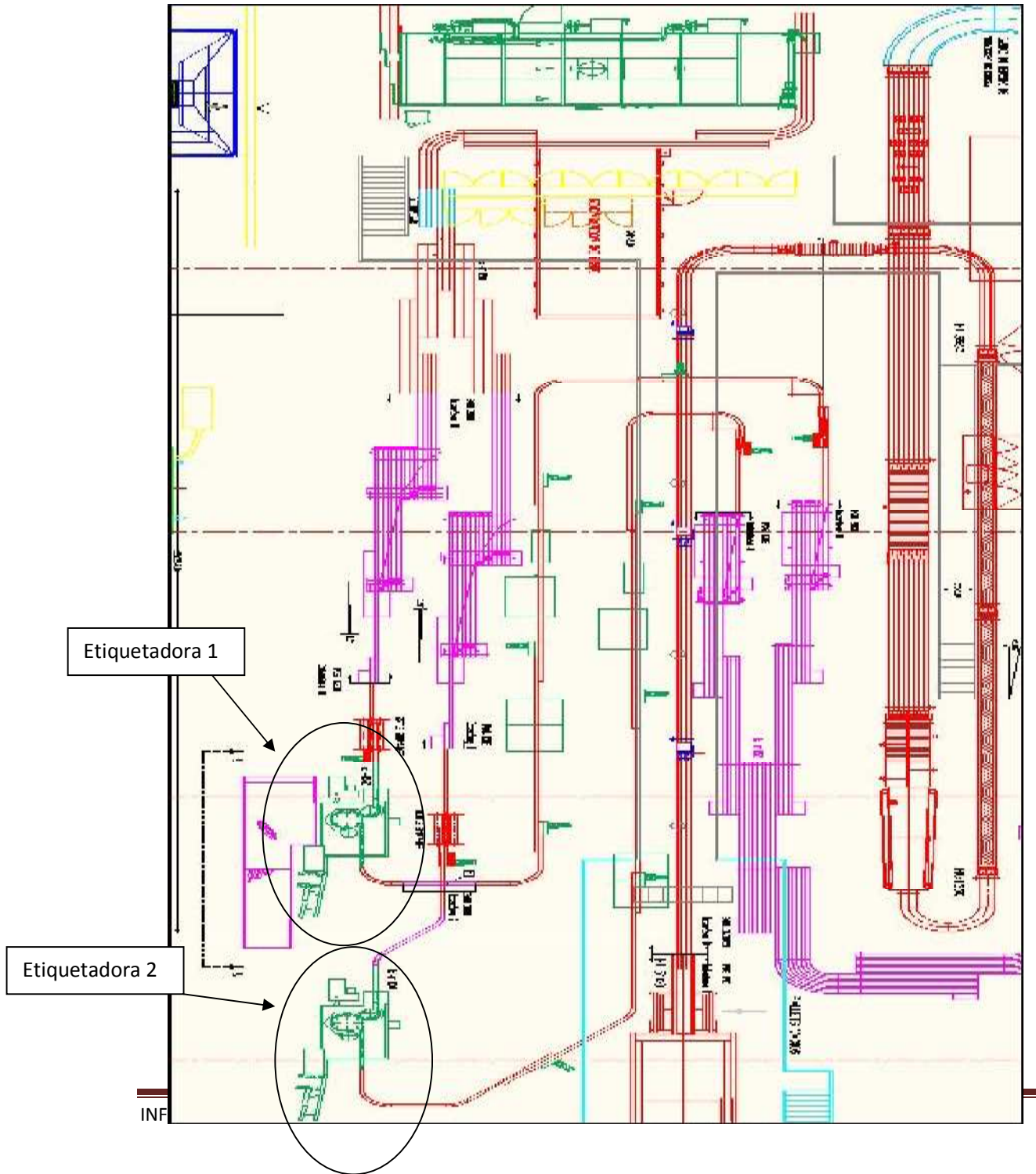
Cadenas curvilíneas de platillos en resina termoplástica.

MATERIAL	REFERENCIA	CARGA ROTURA MEDIA	LARGO PLATILLO K mm	S mm	B mm	RADIO DE CURVATURA LATERAL R mm	RADIO DE GIRO INVERSO RD mm	PESO POR UNIDAD DE LONGITUD kg/m
RESINA ACETALICA LW MARRON CLARO	LW880 K 3 1/4	7000	82.6	4.0	16	547.2	40	0.89
	LW 880 K 4 1/2	7000	114.3	4.0	16	609.6	40	1.04
RESINA ACETALICA U.P. GRIS OSCURO	UP 880 K 3	6650	82.6	4.0	16	457.2	40	0.89
	1/4 UP 880 K 4 1/2	6650	114.3	4.0	16	609.6	40	1.04



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

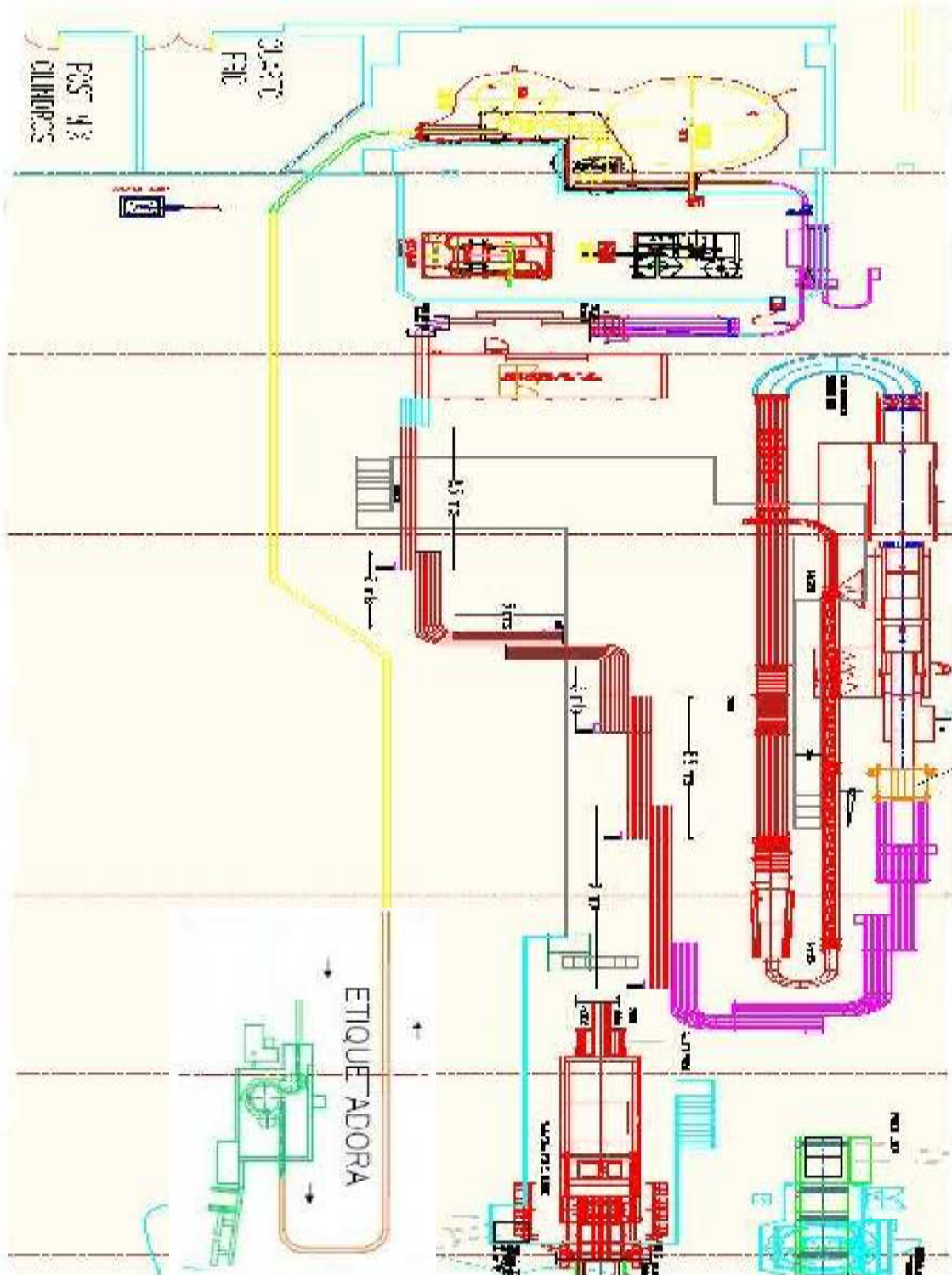
Anexo 8 (Antes)





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

Anexo 9 (después)



Anexo 11

Regina FliteTop

Cadenas en resina termoplástica antiestática (pag. 51-54) RUEDAS MOTRICES Y TENSORAS VER PAG. 96-104 MATERIAL VER PAG. 9

820 - 831 $k 3\frac{1}{4}$, $k 4$, $k 4\frac{1}{2}$, $k 6$, $k 7\frac{1}{2}$ 821 $k 7\frac{1}{2}$, $k 10$, $k 12$ 880T - 879T $k 3\frac{1}{4}$, $k 4\frac{1}{2}$

Cadenas para transportadores inclinados (pag. 55-64) RUEDAS MOTRICES Y TENSORAS VER PAG. 86-107 MATERIAL VER PAG. 8-9

UG815 $k 3\frac{1}{4}$, $k 4\frac{1}{2}$, $k 6$, $k 7\frac{1}{2}$ UG2815 $k 7\frac{1}{2}$ UG981 - UG981T $k 3\frac{1}{4}$, $k 7\frac{1}{2}$

HF820 $k 3\frac{1}{4}$, $k 4$, $k 4\frac{1}{2}$, $k 6$, $k 7\frac{1}{2}$ HF821 $k 3\frac{1}{4}$, $k 4$, $k 4\frac{1}{2}$, $k 6$, $k 7\frac{1}{2}$ HF880 - HF880T $k 7\frac{1}{2}$, $k 10$, $k 12$ HF882T $k 3\frac{1}{4}$, $k 4\frac{1}{2}$, $k 4\frac{1}{2}$, $k 7\frac{1}{2}$, $k 10$, $k 12$ HF878T $k 3\frac{1}{4}$ HF1873T $k 3\frac{1}{4}$, $k 4\frac{1}{2}$, $k 6$, $k 7\frac{1}{2}$, $k 10$, $k 12$

Cadenas para elevadores-descensores (pag. 65-71) RUEDAS MOTRICES Y TENSORAS VER PAG. 102-107 MATERIAL VER PAG. 8-9

GV1874T $k 3\frac{1}{4}$, $k 4\frac{1}{2}$ EV1874T $k 3\frac{1}{4}$ G1874T $k 3\frac{1}{4}$, $k 4\frac{1}{2}$ SG1874T $k 3\frac{1}{4}$, $k 4\frac{1}{2}$

HG879T $k 3\frac{1}{4}$ HG882T $k 4\frac{1}{2}$ HG878T $k 3\frac{1}{4}$ GW1873T $k 3\frac{1}{4}$

Cadenas de platillos con rodillos (LBP) (pag. 73-76) RUEDAS MOTRICES Y TENSORAS VER PAG. 100-106 MATERIAL VER PAG. 9

LBP821 $k 7\frac{1}{2}$, $k 10$, $k 12$ LBP882T $k 3\frac{1}{4}$, $k 7\frac{1}{2}$

Cadenas cardánicas (pag. 77-80) RUEDAS MOTRICES Y TENSORAS VER PAG. 108-109 MATERIAL VER PAG. 9

1700 $k 55$ 1701T $k 53$ 1702 $k 53$

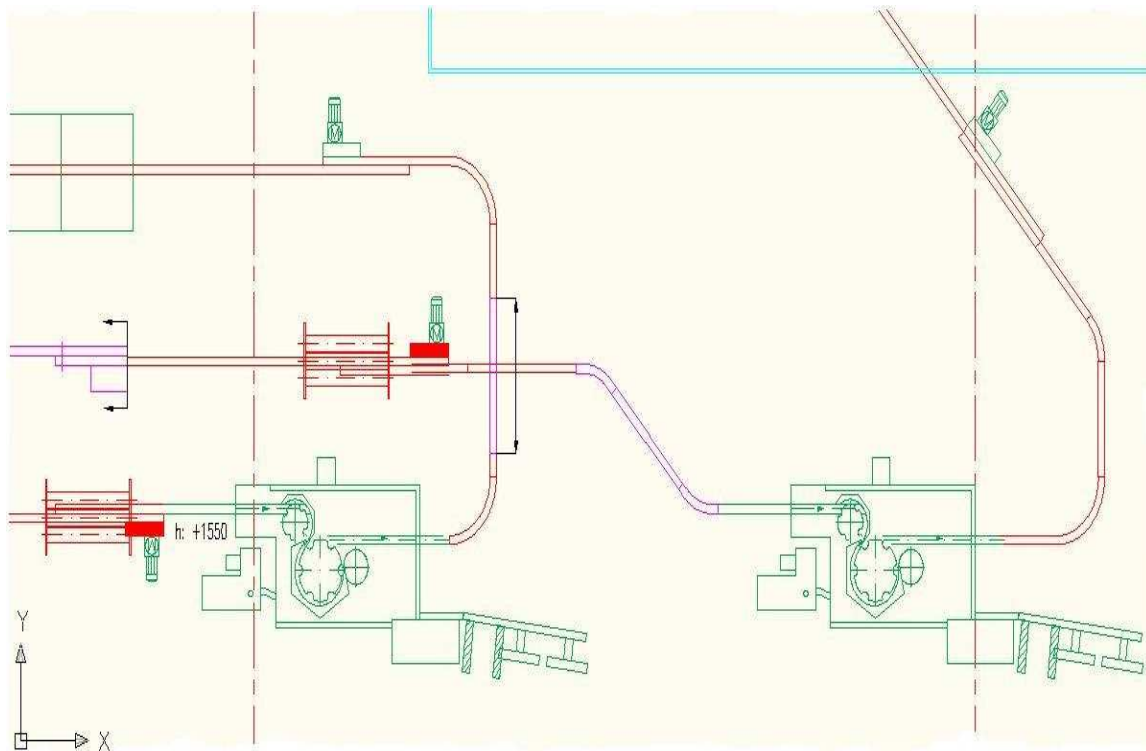
Cadenas para transporte de cajas (pag. 81-83) RUEDAS MOTRICES Y TENSORAS VER PAG. 109 MATERIAL VER PAG. 9

P600-O $k 43$ P2600-C $k 43$ P600T-O $k 43$ P2600T-C $k 43$

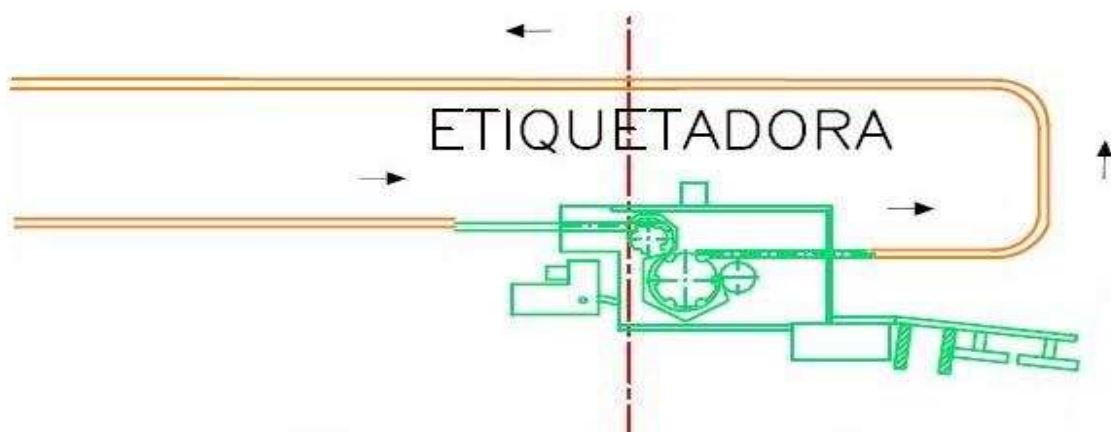
Anexo 12

Cadenas en acero al carbono (pag. 11-14)			RUEDAS MOTRICES Y TENSORAS VER PAG. 86-95	MATERIAL VER PAG. 8	
815 k 2 1/4 k 2 1/2 k 2 3/4 k 3 1/2 k 4 k 4 1/2 k 6 k 7 1/2	2815 k 7 1/2	881-881T k 3 1/4 k 4 1/2 k 7 1/2			
Cadenas en acero inoxidable (pag. 16-23)			RUEDAS MOTRICES Y TENSORAS VER PAG. 86-95	MATERIAL VER PAG. 8	
815 k 2 1/4 k 2 1/2 k 2 3/4 k 3 k 3 1/2 k 4 k 4 1/2 k 6 k 7 1/2	803 k 1 1/2 k 1 1/4	2815 k 7 1/2	881 - 881T k 3 1/4 k 4 1/2 k 7 1/2	981 - 981T - 981M k 3 1/4 k 4 1/2 k 7 1/2	982 k 3
Cadenas en resina termoplástica (pag. 24-32)			RUEDAS MOTRICES Y TENSORAS VER PAG. 96-106	MATERIAL VER PAG. 8	
820 - 831 k 3 1/4 k 87 k 4 k 4 1/2 k 6 k 7 1/2	821 k 7 1/2 k 10 k 12	880 - 880T - 880M - 879 - 879T k 3 1/4 k 87 (880T) k 4 1/2	880TA k 3 1/4	882T k 4 1/2 k 7 1/2 k 10 k 12	878T k 3
Cadenas a dos piezas paso 1/2" (pag. 33-38)			RUEDAS MOTRICES Y TENSORAS VER PAG. 107	MATERIAL VER PAG. 8	
844 k 1 k 1 1/2 k 3 1/4	843 k 1 1/2 k 2 k 3 1/4	845 k 1 1/2 k 40 k 2	1843T k 1 1/4	RR845 k 40 k 53,6	
Cadenas a dos piezas paso 3/4" (pag. 39-44)			RUEDAS MOTRICES Y TENSORAS VER PAG. 107	MATERIAL VER PAG. 8	
1864 k 3 1/4 k 4 1/2 k 6 k 7 1/2	863 - 963 k 3 1/4 k 4 1/2 k 6 k 7 1/2	1874T - 1874TM k 3 1/4 k 4 1/2 k 6 k 7 1/2	1873T k 3 1/4 k 4 1/2 k 6 k 7 1/2 k 10 k 12	1863T k 2 1/4 k 3 1/4 k 4 1/2 k 7 1/2 k 12	
Cadenas en resina termoplástica resistentes a la abrasión (pag. 45-48)			RUEDAS MOTRICES Y TENSORAS VER PAG. 96-107	MATERIAL VER PAG. 8	
820 k 3 1/4 k 4 1/2	880 - 880T k 3 1/4 k 4 1/2	1863T k 3 1/4 k 4 1/2			
Cadenas en resina termoplástica resistentes a los ácidos (pag. 49-50)			RUEDAS MOTRICES Y TENSORAS VER PAG. 96-104	MATERIAL VER PAG. 8	
820 k 3 1/4 k 4 k 4 1/2 k 6 k 7 1/2	880T k 3 1/4 k 4 1/2				

Anexo 13



Anexo 14





15. Referencias bibliográficas y virtuales

Referencias bibliográficas

1. Manual FliteTop 799s para diseño de transportadores.
2. Catalogo SOLUS de cadenas transportadoras.
3. Manual NOLU PLASTICS para diseño de transportadores.
4. Catalogo FLEXON SYSTEM PLAST de accesorios para transportadores.

Referencias virtuales

1. http://es.wikipedia.org/wiki/Fuerzas_de_Friccion.
2. http://es.wikipedia.org/wiki/Torques_y_Potencias.
3. <http://www.m-a.com.ve/productos.swf>.
4. <http://www.intelligrated.com/es/industrias/bebidas>.
5. <http://spanish.alibaba.com/products/bottle-chain-conveyor.html>.