

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



“DISEÑO DE UN TRANSPORTADOR DE CARGA”

POR

ING. JOEL PUENTE SANCHEZ

T E S I S

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
DE INGENIERIA MECANICA CON ESPECIALIDAD
EN DISEÑO MECANICO

San Nicolás de los Garza, N. L.

Octubre de 1999

J. P. S.

“DISEÑO DE UN TRANSPORTADOR DE CARGA”

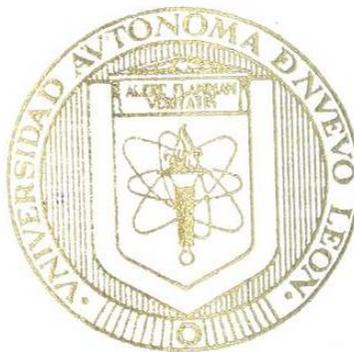
1999

TM
Z5853
.M2
FIME
1999
P84



1020135197

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST – GRADO



“DISEÑO DE UN TRANSPORTADOR DE CARGA”

POR

ING. JOEL PUENTE SANCHEZ

TESIS

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE
INGENIERIA MECANICA CON ESPECIALIDAD EN DISEÑO MECANICO**

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L. OCTUBRE DE 1999

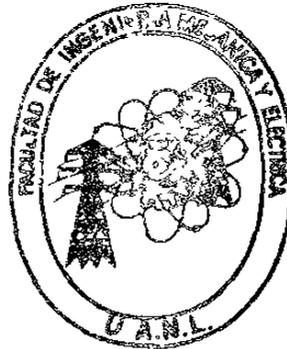
0140-23060

TM
Z5853
•M2
FIME
1999
P84



FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST - GRADO



"DISEÑO DE UN TRANSPORTADOR DE CARGA"

POR

ING JOEL PUENTE SANCHEZ

TESIS

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE
INGENIERIA MECANICA CON ESPECIALIDAD EN DISEÑO MECANICO**

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L. OCTUBRE DE 1999

PROLOGO

El presente trabajo hecho por el Ingeniero Tomás Salinas Rodríguez y el Ingeniero Joel Puente Sánchez ha sido desarrollada con la mejor intención de que sirva tanto como fuente de información acerca del diseño en general para los estudiantes que se dedican a dicha disciplina como para la persona de la industria en la cual se presentan las necesidades de transportación tanto de materias primas como de productos.

Por sistema hemos tratado de presentar una descripción directa tanto del aparato en cuestión como de los componentes que lo constituyen así como una secuencia lógica de las tablas y gráficas utilizadas.

Hemos tratado de que la redacción sea clara, las explicaciones son prácticas y la teoría interesante.

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a nuestros maestros de asignatura de Post- grado, a nuestro asesor y a las personas que nos ayudaron en la redacción particularmente a Mónica Salinas mi hija. Mil gracias.

INDICE

| | Pág |
|--|-----------|
| CAPITULO 1.- SINTESIS..... | 1 |
| CAPITULO 2.- INTRODUCCION..... | 2 |
| 2.1.- Descripción del problema a resolver..... | 2 |
| 2.2.- Objetivo de la tesis | 2 |
| 2.3.- Justificación del trabajo de la tesis | 3 |
| 2.4.- Metodología..... | 3 |
| 2.5.- Limite del estudio..... | 3 |
| 2.6.- Revisión bibliográfica..... | 4 |
| CAPITULO 3.- ANTECEDENTES..... | 6 |
| CAPÍTULO 4.- CONSIDERACIONES TEORICAS DEL DISEÑO DE UN TRANSPORTADOR POR BANDA..... | 7 |
| 4.1.- Datos básicos requeridos para el diseño..... | 7 |
| 4.1.1.- Materiales que se van a manejar..... | 7 |
| 4.1.2.- Capacidad..... | 7 |
| 4.1.3.- Camino a viajar..... | 8 |
| 4.1.4.- Condiciones de operación..... | 8 |
| 4.1.5.- Vida requerida de instalación..... | 8 |
| CAPITULO 5.- BANDAS..... | 11 |
| 5.1.- Viscosidad..... | 11 |
| 5.2.- Temperatura..... | 11 |
| 5.3.- Acción química..... | 12 |
| 5.4.- Materiales de masas..... | 12 |
| 5.5.- Angulos de inclinación..... | 12 |
| 5.6.- Velocidad y ancho de la banda..... | 15 |
| 5.6.1.- Velocidad límite para el material de manejo..... | 17 |
| 5.6.2.- Clases de cargado, área de sección transversal y volumen determinado por el material..... | 20 |
| 5.6.3.- Ancho de la banda determinado por la capacidad..... | 22 |
| 5.6.4.- Ancho determinado por el tamaño de la masa..... | 23 |

| | |
|---|-----------|
| CAPITULO 6.- SELECCION Y ESPACIAMIENTO DE LOS SOPORTES DE RODILLOS..... | 27 |
| 6.1.- Selección de soportes de rodillos..... | 27 |
| 6.2.- Espaciamiento de los soportes de rodillos | 30 |
| 6.3.- Alineación de la banda en los soportes de rodillos..... | 33 |
| | |
| CAPITULO 7.- REQUERIMIENTOS DE POTENCIA Y TENSIONES DE LA BANDA..... | 34 |
| 7.1.- Análisis de fuerzas..... | 34 |
| 7.1.1.- Fuerzas de fricción..... | 44 |
| 7.1.2.- Fuerzas gravitatorias..... | 48 |
| 7.1.3.- Fuerzas de inercia..... | 48 |
| | |
| CAPITULO 8.- MÉTODOS PARA CALCULAR EL CABALLAJE..... | 50 |
| 8.1.- Método gráfico..... | 51 |
| 8.2.- Método analítico..... | 54 |
| 8.3.- Formulas para determinar las tensiones y las potencias de las bandas..... | 54 |
| | |
| CAPITULO 9.- SELECCION DE LA BANDA..... | 62 |
| 9.1.- Armazón de la banda..... | 64 |
| 9.2.- Cubiertas de banda..... | 65 |
| 9.3.- Habilidad de acanalamiento..... | 65 |
| 9.4.- Dilatación de la banda..... | 66 |
| 9.5.- Uniones de la banda..... | 66 |
| 9.6.- Pesos de la banda..... | 71 |
| | |
| CAPITULO 10.- SELECCION DEL EQUIPO DE LAS TERMINALES..... | 74 |
| 10.1.- Poleas..... | 75 |
| 10.1.1.- Diámetro de poleas..... | 75 |
| 10.1.2.- Ancho de las poleas..... | 76 |
| 10.1.3.- Poleas de retención..... | 76 |
| 10.1.4.- Poleas con revestimiento..... | 77 |
| 10.1.5.- Poleas con separador magnético..... | 77 |
| 10.1.6.- Velocidad de las poleas..... | 77 |

| | |
|---|-----------|
| 10.2.- Tensores..... | 80 |
| 10.2.1.- Tipos de tensores..... | 80 |
| 10.2.2.- Localización de los tensores..... | 82 |
| 10.2.3.- Cantidad de estiramiento requerido..... | 82 |
| 10.2.4.- Longitud de viaje del tensor..... | 83 |
| | |
| CAPITULO 11.- CARGADO DE MATERIAL SOBRE LA BANDA..... | 86 |
| 11.1.- Cargado de material con un gasto uniforme..... | 88 |
| 11.2.- Cargado de material centradamente sobre la banda..... | 88 |
| 11.3.- Impacto del material que cae sobre la banda..... | 89 |
| 11.4.- Entrega del material en la dirección del viaje de la banda..... | 90 |
| 11.5.- Entrega del material a una velocidad cercana a la velocidad de la banda..... | 91 |
| 11.6.- Angulo de inclinación de la banda en el punto de cargado..... | 91 |
| | |
| CAPITULO 12.- DESCARGA DE MATERIALES DE LA BANDA..... | 92 |
| 12.1.- Descargando sobre la polea final..... | 92 |
| 12.2.- Descargando sobre uno ó más disparadores fijos..... | 93 |
| 12.3.- Descargando sobre disparadores móviles..... | 93 |
| 12.4.- Descargando el material para uno ó más lados de la banda, por medio de arados fijos o móviles..... | 94 |
| | |
| CAPITULO 13.- OTRAS CONSIDERACIONES DE INGENIERIA QUE SE DEBEN DE APLICAR..... | 95 |
| 13.1.- Cambios convexos en la trayectoria vertical del transportador..... | 95 |
| 13.2.- Cambios cóncavos en la trayectoria vertical del transportador..... | 97 |
| 13.3.- Medidas de seguridad..... | 101 |

| | |
|---|------------|
| CAPITULO 14.- DISEÑO DEL TRANSPORTADOR..... | 102 |
| 14.1.- Características del transportador..... | 103 |
| 14.2.- Diseño del transportador..... | 104 |
| 14.2.1.- Especificaciones o datos básicos para el diseño de la banda transportadora..... | 104 |
| 14.2.2.- Verificación del ángulo de inclinación de la sección inclinada..... | 105 |
| 14.2.3.- Cálculo del ancho y velocidad de la banda..... | 106 |
| 14.2.4.- Selección del tipo, serie y esparcimiento de los soportes del rodillo..... | 108 |
| 14.2.5.- Determinación de potencia y tensores de la banda..... | 109 |
| 14.2.6.- Máxima tensión de operación de la banda..... | 122 |
| 14.3.- Selección del equipo de las terminales..... | 123 |
| 14.4.- Cálculo y selección del equipo motor..... | 126 |
| 14.4.1.- Cálculo y selección del reductor..... | 126 |
| 14.4.2.- Cálculo y selección del sprocket | 127 |
| 14.4.3.- Análisis de fuerzas en la polea motriz..... | 131 |
| 14.4.4.- Cálculo y selección del cople..... | 137 |
| 14.4.5.- Cálculo y selección del accesorio del transportador tripper..... | 141 |
| 14.5.- Cálculo y selección de estructuras y columnas..... | 143 |
| 14.6.- Mantenimiento..... | 146 |
| | |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 148 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 150 |
| LISTADO DE TABLAS..... | 152 |
| LISTADO DE GRAFICAS Y FIGURAS..... | 154 |
| GLOSARIO DE TERMINOS..... | 155 |
| AUTOBIOGRAFIA..... | 156 |

CAPITULO No. 1

SINTESIS

Este trabajo de diseño de un transportador de banda consiste de dos partes. La primera parte contiene consideraciones teóricas y en ella se hace una descripción de cómo se usan las tablas y gráficas para la selección de los diferentes componentes de un transportador (banda, soportes, sprockets, columnas, etc.) ésta primera parte está contenida por los capítulos que van del 4 al 13. La segunda parte trata del diseño en sí de un transportador específico. Este transportador tiene aproximadamente 600 pies de longitud y será capaz de transportar en forma continua 900 ton/hr (1800 Klb/hr) de carbón coke desde el interior de una mina situada a 500 mts. (1640 pies) sobre el nivel del mar operando 16 horas de funcionamiento continuo. Esta segunda parte se presentará en el capítulo 14.

CAPITULO No. 2

INTRODUCCION

Existen muchos tipos de transportadores de carga siendo uno de los mas usados el transportador de banda, dicho tipo de transportador existe en diferentes tamaños desde los que transportan minerales que pueden tener hasta 1,000 pies de longitud hasta las pequeñas bandas de 10 pulgadas que forman parte de sistemas automáticos de movimientos secuenciales.

2.1- Descripción del problema a resolver.-

Nuestro problema consiste en sacar carbón de una mina de una manera continua y eficiente y desde luego que sea la más económica posible.

2.2- Objetivo de la tesis.-

El objetivo de ésta tesis es la aplicación de los conceptos teóricos del diseño mecánico en un proyecto específico, en este caso un transportador de carga, así como la aplicación de conceptos de selección de materiales en la realización de dicho proyecto.

2.3- Justificación del trabajo de tesis.-

Se escogió este tema de tesis específicamente por la necesidad de satisfacer requerimientos de la industria minera, en la cual es muy utilizado este tipo de transportadores, dado que un transportador de banda no facilita la extracción continua de los productos de las minas sino que también hace posible su selección previa antes de su transporte a largas distancias.

2.4- Metodología

El método a seguir en el desarrollo de la tesis consistirá en las siguientes etapas: En primer término se investigarán las necesidades de la industria, después se tomarán en cuenta los materiales existentes en el mercado y finalmente se realizará la consulta bibliográfica (libros, manuales, etc.). Para una mejor exposición del tema se utilizarán tablas y figuras.

2.5 – Límite del estudio.-

Nuestro trabajo consiste en 2 pasos principalmente. Primero el análisis de las tensiones y potencias y demás elementos de diseño para determinar el tamaño y la capacidad requerida en cada uno de los elementos que conforman nuestro transportador y el segundo paso es la selección de dichos elementos basándose en el uso de tablas, de manuales publicados por las diferentes marcas que existen en el mercado.

2.6 – Revisión Bibliográfica.-

LIBROS

Autor: Fitzgerald
Libro: Mecánica de Materiales
Editorial: Alfa Omega
Edición: 1996

Se utilizó la teoría para hacer el diagrama de cortantes y el diagrama de momentos en la polea tensora (págs. 83-92, capítulo No. 4 del texto, pág 134 de la tesis).

Autor: Spotts
Libro: Diseño de Elementos de Máquinas
Editorial: Reverté
Edición: 6ª 1990

Se utilizó la teoría para determinar las dimensiones de los cuñeros en los ejes de las poleas motrices, de cola y tensora (pág. 145 "chavetas" del texto, pág. 136 de la tesis)

MANUALES

Las tablas a continuación enlistadas con sus correspondientes manuales fueron empleadas para la selección de los diferentes componentes del transportador (*bandas, soportes de rodillos, sprockets, tripper, etc.*)

Autor: Marks
Manual: Manual del Ingeniero Mecánico
Edición: 1990
Tablas: 1,2,3,4,22

Manual: Gates
Edición: 1991
Tablas: 21
Gráficas: A

Continuación de la revisión bibliográfica....

MANUALES

Manual: Martín
Edición: 1998
Tablas: 8,9,12,13,14,20,24,25,26,33,34 y 43.
Gráficas: E

Manual: *Manual de la Compañía Vickers*
Edición: 1985
Tablas: 10

Manual: *Manual de la Compañía Link-Belt*
Edición: 1980
Tablas: 11,15, 17,18,19,29,30,31 y 32
Gráficas: B,C,D

Manual: *Manual de la ASTM*
Edición: 1998
Tomo: 2 y 3
Tablas: 16

Manual: *Manual de la Compañía Dodge*
Edición: 1995
Tablas: 23 y 27
Gráficas: F
Figuras: 1 y 2

Manual: *Manual de la Good Year –Oxo–*
Edición: 1980

CATALOGOS

Catalogo: *Catalogo Rex 520*
Tablas: 35,36,37 y 38

Catalogo: *Catalogo de Coples Flak*
Tablas: 39, 40, 41 y 42

CAPITULO No. 3

ANTECEDENTES

Las bandas transportadoras han tenido un uso intensivo en la industria desde hace más de 200 años, dichas bandas se basan en la transportación continua y en la *facilidad para la selección y el empaque del producto* de forma que en la actualidad, toda una industria se dedica a fabricar partes por separado de dichos transportadores, tenemos por un lado, los fabricantes de bandas y por el otro lado se fabrican sprockets, columnas, estructuras, cadenas, congilones, etc, todo por separado, de forma que el diseñador moderno solo tiene que armar los componentes, *sin embargo*, esto no nos exenta del trabajo del diseño, ya que para saber la capacidad y el tamaño de cada componente correspondiente a cada necesidad y circunstancia se requiere de un *análisis completo* en la aplicación de la teoría del diseño mecánico.

En la actualidad existen bandas automatizadas, es decir, que al llegar un paquete a un puesto de trabajo, la banda se detiene automáticamente obedeciendo a la señal de un sensor (*óptico, inductivo, capacitivo, etc.*) formando parte de una secuencia automática de movimientos.

CAPITULO No. 4

CONSIDERACIONES TEORICAS DEL DISEÑO DE UN TRANSPORTADOR POR BANDA

4.1 .- Datos básicos requeridos para el diseño.

Los principales datos son los siguientes:

4.1.1.- Materiales que se van a manejar.

El diseño de una banda transportadora esta grandemente influenciado por el material que se va a manejar; las características y el comportamiento de una gran variedad de materiales, se mencionan y clasifican en la tabla No. 3

Algunas características del material que pueden condicionar el uso de la banda transportadora, se describen en la Tablas No.3 y 4 por eso es necesario tener tal información acerca del material manejado, por ejemplo: tamaño, peso por m³, abrasividad, contenido de humedad, temperatura, ángulo de reposo, acción química y viscosidad.

4.1.2.- Capacidad.-

Debe de estar expresado en toneladas por hora (**ton/hr**), o en m³ por hora (**m³/hr**).

4.1.3.- Camino a Viajar.-

Las dimensiones deben indicarse en un plano original, y deben ser adecuadas para considerar posibles alteraciones.

4.1.4.- Condiciones de Operación.-

En este factor se deben incluir horas de operación diariamente, semanalmente y anualmente, períodos de cambio de estación, condiciones de clima, temperaturas del medio ambiente (máxima y mínima), operación reversible o en una dirección, o con el transportador cerrado o el medio ambiente.

4.1.5.- Vida Requerida de Instalación.-

Esta puede ser permanente o temporal y se expresa en años.

TABLA No. "1"
PRODUCTOS INDUSTRIALES

| MATERIAL | PESO/PROM (LBS/PIE) | CLASE |
|-------------------------|------------------------|---------|
| ALUMBRE | 45-50 | B 26 |
| ALUMINIO (VIRUTAS) | 7-15 | H 36 X |
| ALUMINIO (OXIDO) | 67- 120 | A 17 Y |
| ASBESTO EN ROCA | 81 | C 28 R |
| CENIZA DE CARBON SECA | 35-40 | C 37 |
| CENIZA DE CARBON HUMEDA | 45- 50 | D 37 PZ |
| BAKELITA FINA | 30-40 | A 36 |
| BICARBONATO DE SODIO | 41 | A 26 |
| CARBON (PELETIZADO) | 20-25 | B 16 TZ |
| CEMENTO | 65-83 | A 27 X |
| CARBON BITUMINOSO | 50 | D 37 P |
| ARENA DE FUNDICION | 90 | B 38 |
| VIRUTAS DE MADERA | 10-30 | H 36 WX |

TABLA No. "2"
PRODUCTOS AGRICOLAS

| MATERIAL | PESO/PROM (LBS/PIE) | CLASE |
|--------------------------------|------------------------|----------|
| ALMENDRAS, ENTERAS O QUEBRADAS | 28-30 | A 26 LP |
| FRIJOL ENTERO | 36 | C 16 |
| ARROZ | 36 | B 26 S |
| CAFE EN GRANOS | 25 | C 28 R |
| CAFÉ SOLUBLE | 19 | B 26 KLT |
| CACAHUATES | 15-20 | D 26 T |
| HARINA | 35-40 | A 36 K |
| MAIZ EN GRANO | 45 | C 16 ST |

TABLA No. "3"
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

| | | |
|--------------------|---|---|
| TAMAÑO | MUY FINO 100 % MALLA | A |
| | FINO 1/8 DE PULGADA DE MALLA Y MENORES | B |
| | GRANULAR 1/2 DE PULGADA Y MENORES | C |
| | ATERRONADO MASAS MAYORES DE 1/2 | D |
| | PULGADA IRREGULAR | H |
| FLUJO | MUY LIBRE DE FLUIR ANGULO DE REPOSO 30° | |
| | LIBRE DE FLUIR 30° A 45° EN REPOSO | |
| | INACTIVO EN REPOSO HASTA 45° O MAS | |
| ABRASIVIDAD | NADA ABRASIVO | |
| | MEDIO ABRASIVO | |
| | MUY ABRASIVO | |

TABLA No. "4"
OTRAS CARACTERISTICAS

CONTAMINABLE, AFECTA SU USO Y SU SALIDA
 HIGROSCOPICO
 CORROSIVIDAD ALTA
 CORROSIVIDAD MEDIA
 CEDE FUERA DE TIERRA, VAPORES Y MORTALES
 CONTIENE TIERRA, VAPORES Y MORTALES
 CONTIENE TIERRA EXPLOSIVA
 DESAGRADABLE, AFECTA SU USO Y SALIDA
 MUY LIGERO Y SUAVE
 ENTRELAZARSE O RESISTIRSE A ABANDONAR
 MUY FLUIDO AL PRINCIPIO
 SE DESPERDICIA BAJO PRESION

CAPITULO No. 5

BANDAS

Las bandas transportadoras pueden transportar toda clase de materiales, siendo condicionado su uso por las características de dichos materiales tales como:

5.1.- Viscosidad.-

La viscosidad puede llegar a ser muy elevada de tal forma que los materiales pueden adherirse a la banda o a los rodillos, poleas y tensoras. Algunos materiales extremadamente viscosos no deben ser descargados por una banda transportadora. Sin embargo, muchos materiales mas o menos viscosos y pegajosos, pueden ser manejados eficazmente siempre y cuando los rodillos, poleas, banda, artefactos de limpieza, inclinación y velocidad de la banda estén debidamente diseñados o seleccionados para asegurar una operación optima.

5.2 .- Temperatura.-

Cuando la temperatura del material que se transporta se excede de 66°C, usualmente se requieren bandas resistentes al calor. El deterioro de una banda esta algunas veces en proporción a la temperatura de trabajo. Sin embargo las bandas transportadoras están siendo usadas últimamente para transportar vaciados muy calientes o cuando ocasionalmente se mezclan materiales incandescentes en arena u otro material fino.

Cuando las temperaturas varían entre 121° C y 149° C, la economía de una banda puede ser comparada con otros tipos de transportadores.

5.3.- Acción Química.-

Algunos aceites, productos químicos, grasas y ácidos pueden ser dañinos para las bandas, poleas y rodillos. El neopreno u otros recubrimientos se pueden aplicar a las bandas, mientras que las poleas y rodillos pueden ser hechos o cubiertos con algunos tipos de sustancias para resistir la corrosión o la acción química.

5.4.- Materiales de Masas Grandes.-

El tamaño de las masas grandes y el porcentaje de un volumen total representado por estas masas, son dos de los factores que determinan el mínimo ancho de banda tal como se muestra en la tabla No.10.

Se puede encontrar ventajoso triturar las masas si estas requieren un ancho de banda grande; como se muestra en la tabla No. 18, el valor de la tensión de algunas bandas está determinado por el tamaño y peso de las masas.

5.5.- Angulos de Inclinación.-

El ángulo de inclinación al cual una banda transportadora deberá llevar un material específico, depende de las características de tamaño, contenido de humedad, y habilidad de fluir de este. Los factores del diseño que pueden afectar el comportamiento de los materiales en una banda inclinada, incluyen la velocidad de la banda, ya sea que el material este ascendiendo o descendiendo; las maneras en que se este cargando la banda ya sea continua e intermitentemente.

Cuando la inclinación tiene una pendiente muy grande algunas partes de la gama del material pueden resbalar, deslizarse, fluir o rodar hacia atrás, resultando una pérdida de material, también cuando la banda está demasiado inclinada, grandes montones de material esférico peletizado, serán desalojados de la cama, ya sea cerca del lado de la banda o en el extremo final del alimentador. Para grandes masas esta condición se dificulta cuando la banda lleva aproximadamente menos del 60% de su carga normal de sección transversal, también grandes y pesadas masas que se van separando, pueden rodar hacia atrás y golpear fuertemente creando un accidente.

La tabla No. 5, muestra los máximos ángulos conservativos, a los cuales las bandas transportadoras pueden llevar materiales a una capacidad específica, aún cuando se manejan a altas capacidades y cuando es cargada intermitentemente. Sin embargo, mejores y más seguras condiciones de operación resultarán con inclinaciones menores que estos máximos particularmente cuando se manejan a altas velocidades y cuando es cargada intermitentemente, o cuando se manejan materiales que contienen masas mayores de 10.16 cms. (4 pulgadas.)

El ángulo de inclinación y la velocidad de la banda, pueden no ser críticos, cuando un transportador de descenso va a descargar a un depósito de reserva o almacén donde los efectos de una posible avalancha no crearían un problema de limpieza.

En la gráfica "A" se pueden obtener el ángulo de inclinación y la longitud inclinada de la banda conociendo la distancia horizontal entre centros y la elevación de ésta.

TABLA No. "5"
MATERIAL TRANSPORTADO

| MATERIAL TRANSPORTADO ▲ | ○ ■ | MATERIAL TRANSPORTADO ▲ | ○ ■ |
|---|-----|---|---------|
| Alumina, seca libre de fluir | 18 | Piedras | 15 a 20 |
| Grano entero | 8 | Paquetes | 15 a 20 |
| Carbón, antracita | 16 | Pellets dependiendo el tamaño, material y concentración | 5 a 15 |
| Carbón, Bituminoso de más de 4" | 15 | Rocas | 15 a 20 |
| Carbón bituminoso de menos de 4" | 16 | Arena muy fina □ | 15 |
| Carbón bituminoso sin medida | 18 | Arena húmeda △ | 20 |
| Carbón bituminoso, fino, fácil de fluir ⊙ | 20 | Arena para fundición | 24 |
| Carbón bituminoso, fino, lento △ | 22 | Piedras en una sola medida, 4" en adelante | 15 |
| Carbón coke, de una sola medida | 17 | Piedras en una sola medida, mayores de 4" | 16 |
| Tierra de flujo fácil ⊙ | 20 | Piedra fina de 3/8 para abajo | 20 |
| Grava de un solo tamaño lavado | 12 | | |
| Grava de un solo tamaño sin lavar | 15 | | |
| Grava de varios tamaños | 18 | | |
| * Tierra de flujo lento △ | 22 | Viruta o aserrín | 27 |
| Grano | 15 | | |

○ Angulo máximo de inclinación en grados.

□ Muy húmedo o muy seco, con ángulo de reposo menor de 45°

▲ Vea la nota al pie de la Tabla No. 6, para definiciones de materiales de un sólo tamaño, de varios tamaños y finos.

■ Para transportadores ascendentes, cuando son uniformemente cargados.

⊙ Angulo de reposo de 30° a 45°

△ Angulo de reposo 45° ó más.

5.6.- Velocidad y Ancho de la Banda.-

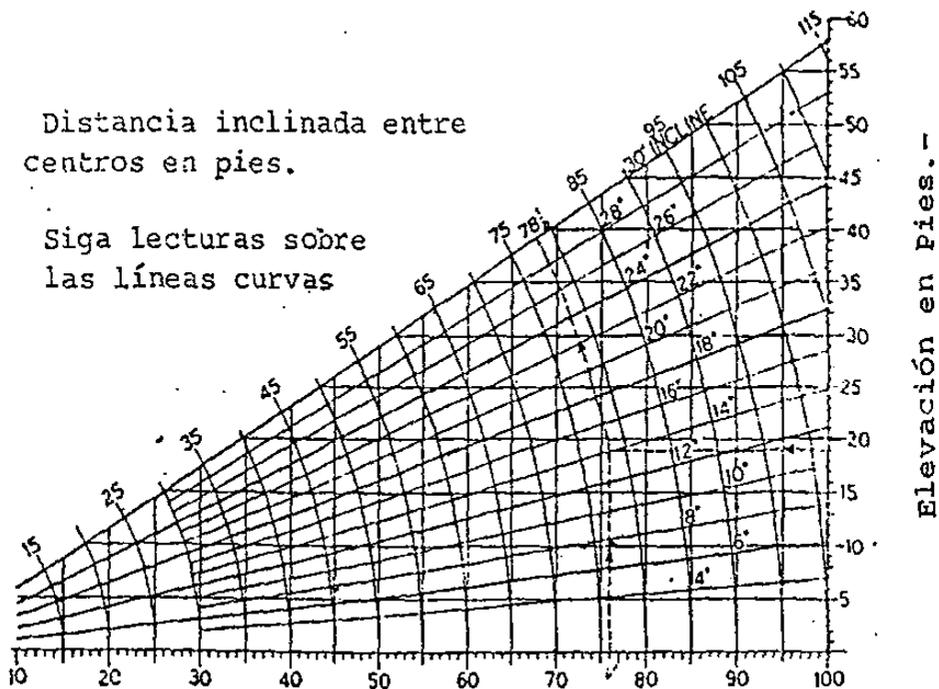
La velocidad de la banda depende de la capacidad, ángulo de inclinación, tensiones de la banda, tamaño del material que se va a manejar; debido al número de variaciones de éstas condiciones, es frecuentemente necesario considerar varias alternativas de velocidad y ancho de la banda, antes de establecer el diseño final. El incremento de la necesidad de manejar grandes capacidades a grandes distancias ha tenido como resultados el desarrollo de sistemas de transportadores de gran velocidad.

El costo inicial es usualmente bajo para el transportador angosto y de alta velocidad, pero las altas velocidades pueden crear problemas en los puntos de cargado o en las porciones inclinadas frecuentemente, el más bajo costo de operación se obtiene cuando se usa una banda ancha a baja velocidad, las condiciones que influyen en la selección del mejor ancho y velocidad de la banda son descritas a continuación:

GRAFICA "A"
ANGULO Y LONGITUD DE INCLINACION

Distancia inclinada entre
centros en pies.

Siga lecturas sobre
las líneas curvas



Distancia horizontal entre centros
en pies.

5.6.1.- Velocidad límite para el material de manejo.-

Cuando se transportan materiales abrasivos, es necesario encontrar la banda más angosta y la más alta velocidad permisible, la cual será a su vez la más económica.

Sin embargo, con algunos materiales y bajo ciertas condiciones pueden ser preferibles velocidades más bajas.

Algunas características y condiciones del material que influyen en la velocidad de la banda son:

Materiales Livianos, Finos y Blandos

Tales como cenizas de carbón y jabón en polvo deben ser transportados a bajas velocidades para prevenir que sean desalojados de la banda debido al viento o a la resistencia del aire.

Materiales Polvorientos, Finos y Secos

Tales como carbón pulverizado, deben ser transportados a baja velocidad para minimizar la dispersión de partículas en el aire.

Materiales Frágiles

Deben ser llevados lentamente, pero es necesario usar rodillos especiales, recubrimientos de hule, para evitar que el material se golpee entre sí, al ir avanzando por la banda transportadora.

Materiales Húmedos y Pesados

Tales como carbón mojado o arena húmeda, los cuales tienen una tendencia a adherirse o pegarse a la banda, deben ser transportados a altas velocidades para asegurar una mejor descarga.

Materiales Duros, Burdos, Pesados, de Forma Puntiaguda

Tales como terrones extraídos de una mina o piedras, deberán viajar a velocidades moderadas, para minimizar el daño a la banda en los puntos de cargado.

Materiales Abrasivos

Si estos son relativamente pequeños pueden limitar la velocidad de la banda, a pesar de la necesidad de una velocidad mayor.

Materiales de Superficie Lisa o Granos

Tales como frijol, semilla de algodón, etc. generalmente son llevados a más altas velocidades, que otros materiales.

Ancho de Banda

Generalmente para bandas anchas se usa una alta velocidad.

Tensiones de la Banda

Algunas veces se determina la velocidad de la banda, dentro del rango limitado por otros factores. Una alta velocidad con reducida área de carga, de sección transversal, puede permitir una banda más económica.

La tabla No. 6 muestra velocidades presentadas en la práctica y la experiencia, indicando cual debe ser la más práctica y la más económica, estas son sólo para usarse como una guía general, para tener un diseño bien balanceado; y deberán de considerarse muchos otros factores.

TABLA No. "6"
VELOCIDAD MÁXIMA RECOMENDABLE PARA BANDAS,
DETERMINADA POR EL MATERIAL MANEJADO

| MATERIAL | | | Máxima velocidad recomendada de la banda (en pies/min) | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|---|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| | | | Ancho de la banda en pulgadas | | | | | | | | | | | | |
| CARACTERÍSTICAS | | EJEMPLO DE MATERIAL | 14 | 16 | 18 | 20 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 | 60 | 72 | 84 |
| Máximo tamaño de masa de un solo tamaño o de varios | Poco abrasivo | Carbón, tierra | 300 | 300 | 400 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 600 | 650 | 650 | 650 | 65 |
| | Muy abrasivo, sin forma puntiaguda | Grava | 300 | 300 | 400 | 400 | 450 | 500 | 550 | 550 | 600 | 600 | 600 | 600 | 60 |
| | Muy abrasivo, puntiaguda | Piedras | 250 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 500 | 550 | 550 | 550 | 550 | 55 |
| Tamaño medio máximo de masas de una o varias medidas | Medio abrasivo | Carbón, tierra | 300 | 300 | 400 | 400 | 500 | 600 | 650 | 700 | 700 | 700 | 700 | 700 | 70 |
| | Muy abrasivo | Carbón, piedra, vidrio de desecho. | 300 | 300 | 400 | 400 | 500 | 600 | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 | 65 |
| Hojuelos | | Viruta de madera, corteza, pulpa de madera. | 400 | 450 | 450 | 500 | 600 | 700 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 80 |
| Granos de 1/8 a 1/2 de pulgada | | Arena, granos, carbón, semilla de algodón. | 400 | 450 | 450 | 500 | 600 | 700 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 80 |
| Granos finos | Liviano, seco polvoriento | Carbón pulverizado, Ceniza. |250 - 300 pies/min..... | | | | | | | | | | | | |
| | Pesado | Cemento, polvo. |250 - 300 pies/min..... | | | | | | | | | | | | |
| Materiales frágiles donde la degradación es perjudicial | | Carbón, carbón coke. |200 - 250 pies/min..... | | | | | | | | | | | | |
| | | Jabón granulado |150 - 200 pies/min..... | | | | | | | | | | | | |

5.6.2.- Clases de Cargado. Area de Sección Transversal y Volumen Determinados por el Material.

Una característica del material, que influye grandemente en la capacidad de la banda transportadora, es su ángulo de reposo o como está siendo transportado sobre la banda, y su ángulo de descarga. Algunos materiales finos tales como la arena pueden detenerse a un gran ángulo de sobrecarga, cuando estos contienen ciertas porciones de humedad, pero pueden desplomarse a pequeños ángulos, cuando el material está limpio y seco.

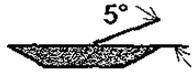
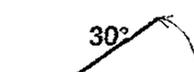
Generalmente los materiales fibrosos tienen un gran ángulo de sobrecarga. En la tabla No. 7 se muestran 3 clases de cargado "A", "B" y "C", para denotar el máximo ángulo de sobrecarga y el área de sección transversal a la cual algunos materiales representados, son normalmente transportados en bandas que viajan sobre soportes de rodillos.

El ángulo de sobrecarga, en conjunto con el ancho de banda, la forma de acanalamiento en la banda. La cantidad de material expresado en lbs/pie de banda o tonelada/pie de banda.

Tablas subsecuentes, para calcular las velocidades requeridas de la banda, están basadas en éstas clases de cargado.

Aún cuando los volúmenes mostrados son conservativos, estos no deben excederse especialmente en transportadores inclinados, sin la debida consideración de la capacidad de flujo, y el tamaño de las masas del material, velocidad y longitud de la banda, así como su ángulo de inclinación.

TABLA No. "7"
CLASES DE CARGADO

| Comparación de áreas de sección transversal | | | Características del material | Materiales Típicos |
|---|---|---|---|--|
| 20° | 45° | Plana | | |
|  |  | | Muy fácil de fluir, teniendo ángulo de reposo, menor de 30°. Semifluido ó muy seco ó muy húmedo, partículas pequeñas esféricas. | Grano entero. Semilla entera Frijol entero. Arena sílica seca. Concreto. Cemento Ceniza Hojuelas de mica |
|  |  |  | Mantiene un ángulo de reposo entre 30° y 35°. Las más grandes masas permitidas por el ancho de banda; ver tabla No. 10 | Carbón, cenizas. Arena, grava. Tierra, piedra. Masas de yeso Sal bruta, y granos triturados. |
|  |  |  | Masas de tamaño medio como el mostrado en la tabla No. 10. Mantienen ángulos de reposo sobre 40°. | Similar a los de la clase de cargado B. Viruta de madera, bagaso, semilla de algodón, arena de fundición, malta verde, lupulo, caña desmenzada |

▲ Máximo ángulo de carga a la cual el material debe ser transportado sobre bandas que viajan sobre soportes de rodillos.

5.6.3.- Ancho de la Banda Determinado por la Capacidad.

El mínimo ancho de la banda para llevar el volumen requerido de material, depende por lo general de la velocidad a la cual la banda deberá viajar, y el área de sección transversal permisible de la carga sobre la banda. El gasto del material que será manejado, está generalmente expresado en términos de **tons/hr**, **m³/hr.**, etc

Para asegurar que el volumen nunca sea más grande del que se ha planeado, será necesario usar placas limitadoras con alimentadores, o si no el flujo de material puede ser regulado por algunos otros métodos, tal como otros transportadores o equipos procesadores, la tabla No. 9 indica el área de sección transversal permisible de la carga sobre la banda, para varios tipos de soportes de rodillos y para varias clasificaciones de cargado; en términos de la cantidad por hora del material transportado cuando la velocidad de la banda sea (0.305 mts/min) es decir 1 pie/min. y el material es constante y uniformemente alimentado a la banda. Estos valores son 60 veces el volumen de material por cada pie lineal de banda. Mientras que la velocidad permisible de la banda, varia con diferentes condiciones y anchos de banda, más de un cálculo debe ser realizado, para llegar a la óptima condición y combinación de ancho y velocidad de banda. Por ejemplo cuando se usan soportes de 20° y la clase de cargado es "B" o "C", la velocidad de la banda debe ser determinada en tons/hr del material que será transportado; interpolando los valores de la tabla No. 8.

TABLA No. "8"
CAPACIDADES DE LAS BANDAS TRANSPORTADORAS
USANDO SOPORTE DE RODILLOS A 20°

| ⊖ | Ancho de banda en pulg. | Capacidad, clase de cargado "B". Toneladas cortas (2000 lbs) / hora | | | | | | | | Capacidad, clase de cargado "B". Toneladas cortas (2000 lbs) / hora | | | | | | | |
|-----|-------------------------|--|------|------|-------|-------|-------|-------|------|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | | Velocidad de banda en pies / min | | | | | | | | Velocidad de banda en pies / min | | | | | | | |
| | | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 |
| | | 14 | 16 | 32 | 48 | 65 | ... | ... | ... | ... | 16 | 32 | 48 | 65 | ... | ... | ... |
| 16 | 21 | 42 | 63 | 84 | 105 | ... | ... | ... | 23 | 46 | 69 | 92 | 115 | ... | ... | ... | |
| 18 | 27 | 54 | 81 | 108 | 135 | ... | ... | ... | 31 | 63 | 94 | 126 | 157 | ... | ... | ... | |
| 20 | 34 | 67 | 101 | 135 | 188 | ... | ... | ... | 39 | 79 | 118 | 158 | 197 | ... | ... | ... | |
| 50 | 24 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | ... | ... | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 | 360 | ... | ... |
| | 30 | 81 | 162 | 243 | 324 | 405 | 486 | 567 | ... | 97 | 194 | 291 | 389 | 485 | 582 | 680 | ... |
| | 36 | 117 | 235 | 352 | 470 | 587 | 704 | 822 | 940 | 147 | 295 | 442 | 590 | 737 | 884 | 1032 | 1180 |
| | 42 | 162 | 325 | 487 | 650 | 812 | 974 | 1137 | 1300 | 202 | 405 | 607 | 810 | 1012 | 1214 | 1417 | 1620 |
| | 48 | 220 | 440 | 660 | 880 | 1100 | 1320 | 1547 | 1760 | 275 | 550 | 825 | 1100 | 1375 | 1650 | 1925 | 2200 |
| | 54 | 285 | 570 | 855 | 1140 | 1425 | 1710 | 1995 | 2280 | 357 | 715 | 1072 | 1430 | 1787 | 2144 | 2500 | 2860 |
| | 60 | 360 | 720 | 1080 | 1440 | 1800 | 2160 | 2520 | 2880 | 450 | 900 | 1350 | 1800 | 2250 | 2700 | 3150 | 3600 |
| | 72 | 555 | 1110 | 1665 | 2220 | 2775 | 3330 | 3885 | 4440 | 690 | 1380 | 2070 | 2760 | 3450 | 4140 | 4830 | 5520 |
| | 84 | 775 | 1550 | 2325 | 3100 | 3875 | 4650 | 5425 | 6200 | 970 | 1940 | 2910 | 3880 | 4850 | 5820 | 6790 | 7760 |
| | 100 | 14 | 32 | 64 | 96 | 129 | ... | ... | ... | ... | 32 | 64 | 96 | 129 | ... | ... | ... |
| 16 | | 42 | 84 | 126 | 168 | 210 | ... | ... | ... | 46 | 92 | 138 | 184 | 230 | ... | ... | ... |
| 18 | | 54 | 108 | 162 | 216 | 270 | ... | ... | ... | 63 | 126 | 189 | 252 | 315 | ... | ... | ... |
| 20 | | 67 | 135 | 202 | 270 | 337 | ... | ... | ... | 79 | 158 | 237 | 316 | 295 | ... | ... | ... |
| 24 | | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | ... | ... | 120 | 240 | 360 | 480 | 600 | 720 | ... | ... |
| 30 | | 162 | 324 | 486 | 648 | 810 | 972 | 1134 | ... | 194 | 389 | 583 | 778 | 972 | 1166 | 1361 | ... |
| 36 | | 235 | 470 | 705 | 940 | 1175 | 1410 | 1645 | 1880 | 295 | 590 | 885 | 1180 | 1475 | 1770 | 2065 | 2360 |
| 42 | | 325 | 650 | 975 | 1300 | 1625 | 1950 | 2275 | 2600 | 405 | 810 | 1215 | 1620 | 2025 | 2430 | 2835 | 3240 |
| 48 | | 440 | 880 | 1320 | 1760 | 2200 | 2640 | 3080 | 3520 | 550 | 1100 | 1650 | 2200 | 2750 | 3300 | 3850 | 4400 |
| 54 | | 570 | 1140 | 1710 | 2280 | 2850 | 3420 | 3990 | 4560 | 715 | 1430 | 2145 | 2860 | 3575 | 4290 | 5005 | 5720 |
| 60 | 720 | 1440 | 2160 | 2880 | 3600 | 4320 | 5040 | 5760 | 900 | 1800 | 2700 | 3600 | 4500 | 5400 | 6300 | 7200 | |
| 72 | 1110 | 2220 | 3330 | 4440 | 5550 | 6660 | 7770 | 8880 | 1380 | 2760 | 4140 | 5520 | 6900 | 8280 | 9660 | 11040 | |
| 84 | 1550 | 3100 | 4650 | 6200 | 7750 | 9300 | 10850 | 12400 | 1940 | 3880 | 5820 | 7760 | 9700 | 11640 | 13580 | 15520 | |
| 150 | 14 | 48 | 96 | 144 | 192 | ... | ... | ... | ... | 48 | 96 | 144 | 192 | ... | ... | ... | ... |
| | 16 | 62 | 126 | 186 | 248 | ... | ... | ... | ... | 68 | 136 | 204 | 272 | 340 | ... | ... | ... |
| | 18 | 80 | 160 | 240 | 320 | 400 | ... | ... | ... | 94 | 188 | 282 | 376 | 470 | ... | ... | ... |
| | 20 | 102 | 204 | 306 | 408 | 510 | ... | ... | ... | 118 | 236 | 354 | 472 | 590 | ... | ... | ... |
| | 24 | 150 | 300 | 450 | 600 | 750 | 900 | ... | ... | 180 | 360 | 540 | 720 | 900 | 1080 | ... | ... |
| | 30 | 242 | 484 | 726 | 968 | 1210 | 1452 | 1694 | ... | 290 | 582 | 872 | 1164 | 1454 | 1744 | 2036 | 2320 |
| | 36 | 352 | 704 | 1056 | 1408 | 1760 | 2112 | 2464 | ... | 442 | 884 | 1326 | 1768 | 2210 | 2652 | 3094 | 3536 |
| | 42 | 486 | 972 | 1458 | 1944 | 2430 | 2916 | 3402 | ... | 606 | 1214 | 1820 | 2428 | 3034 | 3640 | 4248 | 4848 |
| | 48 | 660 | 1320 | 1980 | 2640 | 3300 | 3960 | 4620 | ... | 824 | 1650 | 2474 | 3300 | 4124 | 4948 | 5774 | 6592 |
| | 54 | 854 | 1708 | 2562 | 3416 | 4270 | 5124 | 5978 | ... | 1070 | 2144 | 3214 | 4288 | 5358 | 6428 | 7502 | 8560 |
| 60 | 1080 | 2160 | 3240 | 4320 | 5400 | 6480 | 7560 | ... | 1350 | 2700 | 4050 | 5400 | 6750 | 8100 | 9450 | 10800 | |
| 72 | 1665 | 3330 | 4995 | 6660 | 8325 | 9990 | 11655 | 13320 | 2070 | 4140 | 6210 | 8280 | 10350 | 12420 | 14490 | 16560 | |
| 84 | 2325 | 4650 | 6975 | 9300 | 11625 | 13950 | 16275 | 18600 | 2910 | 5820 | 8730 | 11640 | 14550 | 17460 | 20370 | 23280 | |

⊖ Referencia tabla No. 6, para la máxima velocidad.

■ Referencia tabla No. 10, para el mínimo ancho de banda, según el tamaño de la masa.

⊙ Referencia tabla No. 7, para determinar la clase de cargado.

⓪ Peso del material en lbs/pie³

TABLA No. "9"
VALOR DE CARGADO DE MATERIAL POR HORA PARA
UNA VELOCIDAD DE BANDA DE 1 PIE/MIN

| Ancho de banda, en pulgadas | Volumen por hora, para 1 pie/min de velocidad de banda V2 | | | | | | | | |
|--|---|--------|--------|----------------------------|-------|-------|--------------|--------|--------|
| | Pie ³ /hora Δ | | | Yardas ³ / hora | | | Bushels/hora | | |
| | Clase de cargado \circ | | | | | | | | |
| | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| ■ Rodillos planos | | | | | | | | | |
| 14 | ..... | 2.6 | 4.1 | ..... | 0.09 | 0.15 | ..... | 2.1 | 3.2 |
| 16 | ..... | 3.7 | 5.8 | ..... | 0.13 | 0.21 | ..... | 2.9 | 4.6 |
| 18 | ..... | 5.3 | 8.5 | ..... | 0.19 | 0.31 | ..... | 4.2 | 6.8 |
| 20 | ..... | 7.3 | 11.6 | ..... | 0.27 | 0.43 | ..... | 5.8 | 9.3 |
| 24 | ..... | 11.9 | 18.9 | ..... | 0.44 | 0.7 | ..... | 9.6 | 15.2 |
| 30 | ..... | 18 | 28.6 | ..... | 0.66 | 1.06 | ..... | 14.4 | 23.0 |
| 36 | ..... | 27.2 | 43.0 | ..... | 1.00 | 1.59 | ..... | 21.8 | 34.6 |
| 42 | ..... | 38.2 | 60.6 | ..... | 1.42 | 2.24 | ..... | 30.7 | 48.7 |
| 48 | ..... | 48.3 | 76.4 | ..... | 1.78 | 2.83 | ..... | 38.8 | 61.5 |
| 54 | ..... | 59.2 | 94.7 | ..... | 2.20 | 3.50 | ..... | 47.6 | 76.0 |
| 60 | ..... | 74.5 | 111.9 | ..... | 2.75 | 4.12 | ..... | 60.0 | 89.2 |
| 72 | ..... | 107.0 | 157.0 | ..... | 3.90 | 5.80 | ..... | 85.0 | 125.0 |
| 84 | ..... | 142.0 | 210.0 | ..... | 5.20 | 7.70 | ..... | 113.0 | 167.0 |
| ■ Soportes de Rodillos a 20° | | | | | | | | | |
| 14 | 3.35 | 6.48 | 6.48 | 0.13 | 0.24 | 0.24 | 2.70 | 5.20 | 5.2 |
| 16 | 5.04 | 8.40 | 9.2 | 0.19 | 0.31 | 0.36 | 4.05 | 6.75 | 7.4 |
| 18 | 6.9 | 10.80 | 12.9 | 0.25 | 0.4 | 0.46 | 5.55 | 8.70 | 10.1 |
| 20 | 8.85 | 13.50 | 15.60 | 0.33 | 0.5 | 0.58 | 7.12 | 10.85 | 12.9 |
| 24 | 13.50 | 20.00 | 24.00 | 0.5 | 0.74 | 0.89 | 10.85 | 16.10 | 19.3 |
| 30 | 22.60 | 32.40 | 38.90 | 0.84 | 1.2 | 1.44 | 18.10 | 26.00 | 31.2 |
| 36 | 33.50 | 47.00 | 59.00 | 1.24 | 1.74 | 2.18 | 27.00 | 37.80 | 47.5 |
| 42 | 47.60 | 65.00 | 81.00 | 1.76 | 2.41 | 3.00 | 38.80 | 52.20 | 65.00 |
| 48 | 63.00 | 88.00 | 110.00 | 2.23 | 3.26 | 4.07 | 50.50 | 71.00 | 88.50 |
| 54 | 80.00 | 114.00 | 143.00 | 2.96 | 4.22 | 5.30 | 64.20 | 91.50 | 115.00 |
| 60 | 98.00 | 144.00 | 180.00 | 3.62 | 5.33 | 6.65 | 79.00 | 116.00 | 145.00 |
| 72 | 145.00 | 222.00 | 276.00 | 5.35 | 8.23 | 10.20 | 116.00 | 177.00 | 220.00 |
| 84 | 200.00 | 282.00 | 385.00 | 7.40 | 10.40 | 14.20 | 160.00 | 226.00 | 307.00 |
| ■ Rodillos a 45°, con desigual longitud de rol | | | | | | | | | |
| 24 | 19.8 | 26.4 | 30.4 | 0.74 | 0.98 | 1.13 | 15.9 | 21.2 | 24.4 |
| 30 | 32 | 42.6 | 50 | 1.18 | 1.58 | 1.85 | 25.7 | 34.2 | 40.2 |
| 36 | 41.5 | 55.2 | 70 | 1.54 | 2.15 | 2.58 | 33.4 | 44.5 | 56.2 |
| 42 | 57.5 | 76.8 | 96 | 2.12 | 2.83 | 3.56 | 46.2 | 61.5 | 77.2 |
| 48 | 78 | 103.8 | 126.5 | 2.88 | 3.85 | 4.7 | 62.8 | 83.0 | 102 |
| ■ Rodillos a 45°, con iguales longitudes de rol | | | | | | | | | |
| 24 | 22.0 | 28.7 | 33.0 | 0.81 | 1.06 | 1.22 | 17.5 | 22.9 | 26.3 |
| 30 | 36.0 | 48.0 | 54.2 | 1.33 | 1.77 | 2.00 | 28.8 | 38.5 | 43.7 |
| 36 | 53.0 | 70.8 | 80.0 | 1.96 | 2.62 | 2.96 | 42.5 | 56.5 | 64.2 |
| 42 | 74.5 | 99.6 | 116.0 | 2.76 | 3.68 | 4.30 | 59.5 | 79.5 | 93.5 |
| 48 | 104.2 | 139.8 | 149.0 | 3.85 | 5.15 | 5.52 | 84.0 | 112.0 | 120.0 |
| 54 | 135.0 | 180.0 | 193.0 | 5.00 | 6.67 | 7.15 | 108.0 | 144.0 | 155.0 |
| 60 | 173.0 | 231.0 | 243.0 | 6.40 | 8.55 | 8.65 | 139.0 | 185.0 | 195.0 |
| 72 | 262.0 | 349.0 | 355.0 | 9.70 | 12.90 | 13.10 | 210.0 | 260.0 | 265.0 |

\circ Referencia tabla No. 7 para determinar la clase de cargado.

■ Selección de los soportes de rodillos (ver punto "E" de introducción al diseño , capítulo 2).

Δ Pies³/hora = tons/hora X lbs/tons/peso del material, en lbs/pie³

Generalmente la más económica de operar es la banda permisiblemente más angosta, a una máxima velocidad admisible, sin embargo, cuando se calcula la carga de sección transversal permisible a la máxima velocidad permisible se maneja la sección transversal de carga y se selecciona una velocidad suficiente para transportar el volumen requerido de material.

El ancho y velocidad que han sido determinados, pueden ser considerados como una tentativa; mientras las tensiones de la banda son establecidas, para esto puede ser necesario incrementar el ancho para proveer suficiente tensión de carga, de tal manera que se reduzca la tensión requerida. Otra consideración que debe tomarse en cuenta después para influenciar en el ancho y velocidad de la banda, es el acalamiento de la banda; el cual es determinado por el espesor de la banda y el material de dicha banda.

5.6.4.- Ancho determinado por el tamaño de la masa.-

El tamaño de la masa que se va a transportar, puede determinar el mínimo ancho de banda particularmente para transportadores de alta capacidad, cuando un pequeño porcentaje de masas grandes requiere una banda substancialmente ancha, es necesario emplear algunos métodos especiales de cargado, como una tolva, con sistema triturador de materiales. También bajo ciertas condiciones se pueden usar bandas angostas, si ocasionalmente las masas grandes son limitadas por guardas, o cubiertas de seguridad.

Las bandas que tienen un ancho muy amplio, usualmente justifican su costo inicial por ahorros subsecuentes en limpieza y seguridad, particularmente en transportadores de longitud moderada. En transportadores muy largos o sistemas de transportadores es aconsejable triturar las masas extremadamente

grandes o dividir estas y manejarlas separadamente. En la **tabla No. 10** se muestran los mejores datos prácticos con respecto al máximo tamaño de las masas para banda de anchos dados, sin considerar las series de los soportes de rodillos o la tensión de la banda. La **tabla No. 11** ilustra la influencia del tamaño de las masas en la selección de los soportes de rodillos, en la **tabla No. 18**, muestra la necesidad de considerar el tamaño de las masas con respecto a la tensión de las bandas.

CAPITULO No. 6

SELECCION Y ESPACIAMIENTO DE LOS SOPORTES DE RODILLOS

6.1.- Selección de Soportes de Rodillo.-

El tipo y espaciamento de los soportes de rodillos del transportador tiene influencia en la vida de estos, de la banda y en menor grado en el requerimiento de la potencia. La selección del más satisfactorio soporte de rodillo, requiere de consideraciones del material manejado, capacidad y condiciones de servicio.

El tipo de soporte de rodillo es determinado por la función que va a ejecutar, ya sea cuando traslada la carga, o cuando soporta el retorno de la banda vacía, por el comportamiento de la banda y el amortiguamiento del impacto de la carga. La selección del soporte del rodillo ya sea para banda plana o curva, peso y capacidad y tipo del material que será manejado.

Varias series de cada tipo de soporte de rodillo son fabricadas con el fin de cubrir una amplia variedad de condiciones de operación. La selección de las series se determina por las condiciones tales como tipo y frecuencia de servicio, grado de abrasividad en la atmósfera existente, el peso/m³ del material, y el tamaño de las masas que van a ser transportadas y también por las

condiciones de carga y descarga, así como la velocidad, ancho y espesor de la banda.

TABLA No. "10"
MAXIMO TAMAÑO RECOMENDADO DE LA MASA, PARA
CADA ANCHO DE BANDA Y SOPORTES DE RODILLOS DE 20°

| Clase de material | Clase de cargado | Máximo tamaño de las masas [⊙] | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------|---|-------|----|-------|-------|-------|----|-------|-------|----|----|-------|----|
| | | Ancho de banda, (pulgadas) | | | | | | | | | | | | |
| | | 14 | 16 | 18 | 20 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 | 60 | 72 | 84 |
| Varios tamaños | B ● | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 27 | 32 |
| | B □ | .. | .. | .. | .. | .. | 12 | 16 | 20 | 22 | 24 | 28 | 33 | 38 |
| | C | .. | .. | 1 | 1 1/8 | 2 | 3 | 4 | 5 | * 0.7 | 10 | 12 | 15 | 18 |
| Un solo tamaño | B ● | 2 | 2 1/4 | 3 | 3 1/2 | 4 1/2 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 19 | 22 |
| | C | .. | .. | | 3/4 | 1 | 1 1/2 | 2 | 2 1/2 | 3 1/2 | 5 | 6 | 7 1/2 | 9 |

Varios tamaños: Se le llama a una mezcla uniforme de material, el cual no más del 10% son masas de tamaño máximo de la mitad de la masa mayor; otro 75% son masas de cualquier tamaño.

Un solo tamaño: Se le llama a una mezcla uniforme, en la cual no más del 20% son masas de la mitad de la masa mayor, y el 80% son masas que mantienen un tamaño uniforme.

- Clases de cargado que se explican en la tabla No. 7
- Basado en material que fluye libremente a través de las placas inferiores, cuando las condiciones de cargado y la distancia entre estas, es la recomendada.
- ⊙ Tamaño de la masa que puede determinar la serie de soportes de rodillos, como se muestra en la tabla No. 11, y el valor de la tensión de la banda en la tabla No. 18.
- Basado en consideraciones especiales de las clases de cargado y operaciones del transportador.

El tipo y serie de soporte de rodillo de los transportadores, puede ser seleccionado basándose en las condiciones de operación en la tabla No. 13, sin embargo, para condiciones poco usuales puede ser ventajoso usar uno más liviano y más resistente a los mostrados en la tabla anterior. Entonces, algunas series de rodillos livianos, pueden ser satisfactorios para manejar grandes pesos, materiales granulares, etc. En un transportador provisional o de poco uso, considerando la misma serie esta puede ser económica para uso continuo, de lo contrario cuando se manejan grandes capacidades, los soportes de rodillos resistentes, son mas seguros y son frecuentemente más económicos para su uso continuo.

Los soportes de los rodillos están hechos en varios diámetros y materiales, tales como acero, hierro, etc, con recubrimiento de hule ya que cuando se emplean bandas de alta velocidad y se manejan grandes diámetros, estos pueden prolongar la vida de los soportes de los rodillos y las bandas.

Los rodillos de acero son usados para el manejo de la mayoría de los materiales, pero los de acero gris son los más satisfactorios bajo ciertas condiciones corrosivas, los rodillos con recubrimiento de hule, son usados para absorber impactos y también suelen usarse en los rodillos de retorno de la banda, cuando se manejan materiales pegajosos o corrosivos.

El tamaño de masa para varios soportes de rodillos, es mostrado en la tabla No. 11, pero la selección del soporte de rodillo, esta también influenciado por la máxima masa para el ancho de banda, según la tabla No. 10 y la tensión de la banda según la tabla No. 18. El peso de las partes giratorias de algunos soportes de rodillos, es necesario para determinar los requerimientos de potencia y tensión de la banda, las cuales se muestran en la tabla No. 14.

6.2.- Espaciamiento de los Soportes de Rodillos.-

El espaciamiento de los soportes de rodillos a lo largo de la banda transportadora, es un factor muy importante, en la economía del sistema, puesto que el espaciamiento influye grandemente en la vida de la banda, y la cantidad de soportes de rodillo; el espaciamiento puede también influenciar en el requerimiento de potencia, así como en el valor de la tensión y costo de la banda. Si la distancia entre los soportes de rodillo a lo largo del transportador es muy grande, la banda puede tender excesivamente, causando derramamiento de material, así como la pérdida de potencia y disminución de la vida de la banda.

El espaciamiento de los soportes de rodillos bajo las placas inferiores de la tolva de carga; deben ser reducido para impedir la pérdida de material así como para impedir o evitar que las masas de material pesadas y puntiagudas, puedan causar daño a las bandas que trabajan a alta velocidad, debido al gran impacto que causa el caer.

La cantidad de tensión requerida por la banda para prevenir el excesivo pandeo se reduce por el acercamiento de los soportes de rodillos, tal como se muestra en la gráfica "E".

Cuando ocasionalmente grandes piezas se incrustan en granos finos y son cargados centralmente sobre una banda que viajan a bajas velocidades, estas causarán un daño menos severo, sobre los soportes de rodillo, debido a que los granos finos producen un efecto amortiguante. Las masas no cargadas centradamente que viajan a alta velocidad, tienen un efecto destructivo mayor. La tabla No. 12 con sus notas al pie, muestra el espaciamiento promedio, recomendado de los soportes de rodillo, basados en un criterio determinado por muchos años de experiencia.

TABLA No. #11^a
MAXIMO TAMAÑO DE MASAS, RECOMENDADO PARA
CADA SERIE DE SOPORTES DE RODILLOS.

| Tipo de soporte de rodillo | Series de rodillos | Peso del material lbs/pie ³ | Máximo tamaño recomendado de las masas en pulgadas  | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------------------|---|--|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|-------|----|----|--|
| | | | Ancho de banda, en pulgadas | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 14 | 16 | 18 | 20 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 | 60 | 72 | 84 | |
| A | 5000 | 36 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | | | | | | | | |
| | | 50 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | | | | | | |
| | | 100 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | | | | |
| | 6000 | 50 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 12 | 16 | | | | | | | |
| | | 70 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 12 | 14 | | | | | | | |
| | | 100 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | | | | | | | |
| | 7000 | 50 | .. | .. | 5 | 6 | 8 | 12 | 16 | 20 | 20 | | | | | |
| | | 100 | .. | .. | 5 | 6 | 8 | 12 | 14 | 16 | 16 | | | | | |
| | | 150 | .. | .. | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 14 | | | | | |
| | 8000 | 36 | .. | .. | .. | .. | 8 | 12 | 16 | 20 | 20 | 20 16 | 20 16 | | | |
| | | 50 | .. | .. | .. | .. | 8 | 12 | 14 | 16 | 16 | | | | | |
| | | 100 | .. | .. | .. | .. | 8 | 10 | 12 | 14 | 14 | | | | | |
| 9000 | 36 | .. | .. | .. | .. | .. | .. | 16 | 20 | 22 | 24 | 28 | 33 | 38 | | |
| | 50 | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | .. | | |
| | 100 | .. | .. | .. | .. | .. | .. | 16 | 20 | 22 | 24 | 26 | 27 | 32 | | |
| B | 6000 and 8000 |  | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 5000 6000 7000 8000 9000 |  | | | | | | | | | | | | | | |

-  El tamaño de las masas también puede ser determinado por el ancho de la banda (tabla 10), ó por la tensión de la banda y el peso del material (tabla 18). Otras consideraciones incluyen las características del material, clases de cargado, velocidad de la banda y condiciones de cargado.
-  El tamaño y peso de las masas, es usualmente limitado por el tipo de banda. Consultar a la Cía. Link - Belt, cuando el material pese más de 50 lbs/pie³.
-  Cuando se usan otros materiales finos o granulares, el tamaño máximo de las masas u objetos, depende de su forma y peso, también el espaciamiento de los soportes de rodillos, velocidad de la banda y otras consideraciones. Consultar a la Cía. Link - Belt.

TABLA No. 12
ESPACIAMIENTO DE LOS SOPORTES DE RODILLOS
DE CADA TIPO Y SERIE

| Tipo de soporte de rodillo | Series de rodillo | Peso del material lbs/ pie ³ | Espaciamiento promedio recomendado de soportes de rodillos, en pies.  | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------|---|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|--|
| | | | Ancho de banda, en pulgadas | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 14 | 16 | 18 | 20 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 | 60 | 72 | 84 | |
| A | 5000 | 35 | 5 1/2 | 5 1/2 | 5 | 5 | 4 1/2 | 4 1/2 | | | | | | | | |
| | | 50 | 5 1/2 | 5 | 5 | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 | | | | | | | | |
| | | 100 | 5 | 5 | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 | 4 | | | | | | | | |
| | 6000 | 50 | 5 1/2 | 5 1/2 | 5 | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 1/2 | | | | | | | |
| | | 75 | 5 | 5 | 5 | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 | 4 1/2 | | | | | | | |
| | | 100 | 5 | 5 | 5 | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 | 4 1/2 | | | | | | | |
| | 7000 | 50 | ... | ... | 5 | 5 | 5 | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 | | | | | |
| | | 100 | ... | ... | 5 | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 | 4 | 4 | | | | | | |
| | | 150 | ... | ... | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 1/2 | 3 1/2 | 4 | | | | | |
| | 8000 | 50 | ... | ... | ... | ... | 5 | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 | 4 | 3 1/2 | | | |
| | | 100 | ... | ... | ... | ... | 4 1/2 | 4 | 4 | 4 | | | | | | |
| | | 150 | ... | ... | ... | ... | 4 | 4 | 3 1/2 | 3 1/2 | 4 | 3 1/2 | 3 1/2 | | | |
| 9000 | 100 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 | 4 | 3 1/2 | 3 1/2 | | |
| | 150 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | | |
| B | 6000 | 35 | ... | ... | ... | ... | 5 | 5 | 5 | 4 1/2 | 4 1/2 | | | | | |
| | | 50 | ... | ... | ... | ... | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 | | | | | |
| | 8000 | 35 | ... | ... | ... | ... | 5 1/2 | 5 | 5 | 5 | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 | 4 | | |
| | | 50 | ... | ... | ... | ... | 5 | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 1/2 | 4 | 4 | 3 1/2 | 3 1/2 | | |

A.- Soportes de rodillos a 20° (inclinados)

B.- Soportes de rodillos a 45° (inclinados)

 El espaciamiento recomendado para los soportes de rodillos de retorno, es a intervalos de 10 pies, para todos los anchos de banda. Los soportes de rodillos con guías, deben estar colocados aproximadamente a 50 pies de cada terminal ó polea curva, y aproximadamente 100 pies entre sí. Los soportes de rodillos en los puntos de cargado deben ser colocados a espacios muy reducidos, para prevenir el excesivo pandeo; tal como se muestra en la figura No. 19.

6.3.- Alineación de la Banda en los Soportes de Rodillos.

Es importante que la banda transportadora opere prácticamente centrada con respecto a los soportes de rodillos para prevenir el daño en los extremos de la banda, debido al rozamiento que pueda haber con estructuras adyacentes, para asegurar la operación de centrado de la banda, deben instalarse propiamente junto a los soportes de rodillos, rodillos tensores y estructuras perfectamente alineadas.

También el material manejado debe ser cargado de una forma centrada sobre la banda, en resumen; la instalación cuidadosa es necesario para asegurar un buen comportamiento de la banda en anticipación a las subsecuentes variaciones de las condiciones de alineamiento y cargado. Algunos efectos de autoalineación en la carrera de transporte se pueden obtener, instalando los soportes de rodillos, con un declive hacia adelante en la dirección del sentido del flujo de la banda, no mayor de 2°.

El método más eficiente para mejorar la alineación de la banda, cuando el desalineamiento no es excesivo; es con el uso de soportes de rodillos autoalineables

CAPITULO No. 7

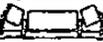
REQUERIMIENTOS DE POTENCIA Y TENSIONES DE LA BANDA.

7.1.- Análisis de Fuerzas.-

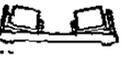
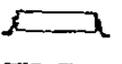
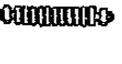
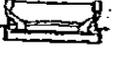
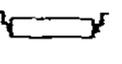
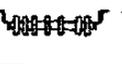
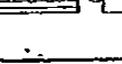
La potencia requerida para mover una banda transportadora es una consideración importante en el diseño, esta da las bases para una selección del motor, controles y otras componentes motrices; así como para calcular el consumo de potencia, y esta determina la tensión y esfuerzo requerido en la banda y ocasionalmente su ancho. También el diseño de otras partes mecánicas o estructuras, que se vean afectadas por fuerzas, las cuales contribuyen o son el resultado de requerimientos de potencia.

Estas fuerzas se describen a continuación, así como los símbolos convencionales y sus definiciones, las cuales encontramos en este punto. También la relación de potencia como la tensión propia de la banda y la selección de la banda, estarán incluidas en este inciso.

TABLA No. 13
SELECCION DEL TIPO Y SERIE DE SOPORTES DE RODILLOS

| Tipo de soporte de rodillo | Serie | Proyecto de ancho de banda, en pulgadas | Diámetro del rodillo, en pulgadas | Condiciones de operación |
|--|-------|---|-----------------------------------|--------------------------|
| (1)  | 5000 | 14-30 | 4 | A |
| | 6000 | 14-34 | 4.5 | B |
| | 7000 | 18-48 | 5 | C |
| | 8000 | 24-60 | 6 | D |
| | 9000 | 36-84 | 6.7 | E |
| (2)  | 6000 | 14-34 | 5 | F |
| | 7000 | 18-48 | 5 | |
| | 8000 | 24-60 | 6 | |
| | 9000 | 36-84 | 7 | |
| (3)  | 6000 | 14-34 | 4.5 | G |
| | 7000 | 18-48 | 5 | |
| | 8000 | 24-60 | 6 | |
| | 9000 | 36-84 | 6.7 | |
| (4)  | 7000 | 18-48 | 5 | H |
| | 8000 | 24-60 | 6 | |
| | 9000 | 36-84 | 6.7 | |
| (5)  | 8000 | 24-60 | 6 | I |
| | 9000 | 36-84 | 6.7 | |
| (6)  | 7000 | 24-48 | 5 | J |
| | 8000 | 24-60 | 6 | |
| (7)  | 8000 | 24-60 | 6 | K |
| (8)  | 7000 | 24-48 | 5 | L |
| | 8000 | 24-60 | 6 | |
| (9)  | 6000 | 24-48 | 4.5 | M |

CONTINUACION DE LA TABLA No. 13.....

| Tipo de soporte de rodillo. | Series | Promedio de ancho de banco, en pulgadas | Diámetro del rodillo en pulgadas | Condiciones de operación. |
|---|--------------------------------------|---|----------------------------------|---------------------------|
|  (a) | 6000 | 24-48 | 4-5 | I |
|  (b) | 8000 9000 | 24-60 36-84 | 5-6 6-7 | II |
|  (c) | 5000 6000 7000 8000 9000 | 14-30 14-33 18-48 24-60 36-84 | 4 4-5 5 6 6-7 | III |
|  (d) | 8000 9000 | 24-60 36-84 | 6 7 | IV |
|  (e) | 8000 9000 | 24-60 36-84 | 6 7 | V |
|  (f) | 6000 7000 8000 | 14-36 18-48 24-60 | 4-5 5 6 | VI |
|  (g) | 5000 6000 7000 8000 9000 | 14-30 14-36 18-48 24-60 36-84 | 4 4-5 5 6 6-7 | VII |
|  (h) | 6000 7000 8000 9000 | 14-36 18-48 24-60 36-84 | 4-5 5 6 6 | VIII |
|  (i) | 6000 7000 8000 9000 | 14-36 18-48 24-60 36-84 | 4-5 5 6 6-7 | IX |
|  (j) | 8000 9000 | 24-60 36-84 | 6 6 | X |
|  (k) | 8000 9000 | 24-60 36-84 | 6 7 | XI |

Continuación de la Tabla No.13

- A)** Soporte de rodillos para operación intermitente, relativamente a bajas capacidades y para materiales de poco peso y de tamaño de masas limitadas.

- B)** Soporte de rodillos para operación intermitente, a capacidades medias y de peso moderado, materiales semiabrasivos que contienen masas más grandes y más pesadas que las manejadas por la serie 5000; o para operación continua cuando se manejan materiales finos y livianos.

- C)** Soporte de rodillos para operaciones continuas, a grandes capacidades y de gran peso, materiales abrasivos donde el tamaño de las masas esta limitado por el ancho de banda.

- D)** Soporte de rodillos para operación continua, para grandes capacidades y para grandes pesos, materiales abrasivos donde el tamaño de las masa esta limitado por el ancho de banda. Son de rodillos más resistentes y más pesados, con un diámetro de 6 pulgadas a una larga vida, bajo las más severas condiciones de servicio, y son adaptables para bandas más anchas.

- E)** Soporte de rodillos para operación continua, grandes capacidades y materiales más pesados y burdos.

- F)** Soporte de rodillos usados para proteger la banda debido a que absorbe el impacto en los puntos de cargado, especialmente cuando se transportan materiales de masas grandes y pesadas.

- G)** Soporte de rodillos usados para guiar la banda de operación en una sola dirección y para proteger las orillas de las bandas del deterioro debido al desalineamiento.
- H)** Soporte de rodillos usados para guiar la banda, la cual viaja a ambas direcciones y proteger la banda debido al desalineamiento.
- I)** Soporte de rodillos usado para transportadores alimentadores o recolectores.
- J)** Soporte de rodillos usado para servicio continuo. Este tipo de soporte, transporta máximo volumen de material y esta limitado sólo por la construcción de la banda.
- K)** Soporte de rodillos usados para proteger la banda del impacto causado bajo los puntos de cargado, especialmente cuando se transportan grandes y pesadas masas.
- L)** Soporte de rodillos usados para guiar la banda cuando ésta opera en una sola dirección y para proteger las orillas de la banda del deterioro debido al desalineamiento.
- M)** Soporte de rodillos para operación continua, para manejo de materiales livianos tales como granos y semillas, etc., en mayor volumen que los de 20°.

Continuación de la Tabla No.13

1. Soporte de rodillos inclinados a 20°
2. Soporte de rodillos inclinados a 20° con cubierta de hule (ahulados).
3. Soporte de rodillos inclinados a 20°, con guías.
4. Soporte de rodillos inclinados a 20°, con guías de disco.
5. Soporte de rodillos inclinados a 20°, para alimentadores.
6. Soporte de rodillos inclinados a 45°, con cubiertas iguales.
7. Soporte de rodillos inclinados a 45°, con cubierta de hule.
8. Soporte de rodillos inclinados a 20°, con guía.
9. Soporte de rodillos inclinados a 45°, con rodillos desiguales.

Continuación de la Tabla No.13

- I. Rodillo transportador para guiar la banda que opera en una sola dirección y para proteger las orillas de la banda de daños causados por desalineamiento.
- II. Rodillo transportador usado para reducir la tensión en las orillas de las bandas que se esfuerzan grandemente durante su transmisión del rodillo transportador a la polea. Los rodillos son ajustables al contorno de la banda.
- III. Rodillo transportador plano usado para materiales terrosos tales como arena de fundición y semillas de algodón, donde se desea descargar el material en uno a más puntos. También es usado en la transportación de paquetes.
- IV. Rodillo transportador plano con recubrimiento de hule, usado para proteger a la banda de daños causados por el impacto del material en los puntos de cargado.
- V. Rodillo transportador plano con recubrimiento de hule, usado para proteger a la banda de daños causados por el impacto del material en los puntos de cargado. Usado para servicios pesados.
- VI. Rodillo transportador plano usado para guiar a la banda que opera en una sola dirección, y para proteger las orillas de las bandas de perjuicios ocasionados por el desalineamiento.
- VII. Rodillo transportador para retorno de banda vacía.

- VIII.** Rodillo transportador para retorno de banda, usado cuando se manejan materiales húmedos o pegajosos que se adhieren a la banda, o donde se requiere resistencia a la corrosión o acción química.
- IX.** Rodillo transportador para retorno de banda que opera en una dirección y para proteger las orillas de daños causados por el desalineamiento.
- X.** Rodillo transportador para retorno de banda que opera en una dirección cuando se manejan materiales que se adhieren a la banda.
- XI.** Rodillo transportador para retorno de banda y usado para ayudar a remover las cantidades excesivas de ciertos materiales que tienen a adherirse a la banda.

Continuación de la Tabla No.13

- A)** Soporte de rodillo inclinado a 45° de acción positiva y desigual longitud de los roles.
- B)** Soporte de rodillo inclinado variable.
- C)** Soporte de rodillo inclinado plano.
- D)** Soporte de rodillo inclinado plano, con recubrimiento de hule, con la flecha fija.
- E)** Soporte de rodillo inclinado plano, con recubrimiento de hule, con la flecha móvil.
- F)** Soporte de rodillo inclinado plano, de acción positiva.
- G)** Soporte de rodillo de retorno.
- H)** Soporte de rodillo de hule.
- I)** Soporte de rodillo de retorno, de acción positiva.
- J)** Soporte de rodillo de retorno de hule, tipo ajustador.
- K)** Soporte de rodillo de retorno batidor.

TABLA No. "14"
PESOS DE LAS PARTES GIRATORIAS DE LOS SOPORTES DE RODILLOS

| Ancho de bandas en pulgadas | Soporte de rodillos inclinados | | | | | | | | | | | | Ancho de bandas en pulgadas | Soporte de rodillos inclinados | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------|------------|----|----|------------|----|----|------------|-----|-----|------------|-----|-----------------------------|--------------------------------|------------|----|----|------------|----|----|------------|----|-----|------------|-----|
| | Peso por soporte de rodillo | | | | | | | | | | | | | Peso por soporte de rodillo | | | | | | | | | | | |
| | Serie 5000 | Serie 6000 | | | Serie 7000 | | | Serie 8000 | | | Serie 9000 | | | Serie 5000 | Serie 6000 | | | Serie 7000 | | | Serie 8000 | | | Serie 9000 | |
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | | |
| 14 | 13 | 15 | 19 | 14 | | | | | | | | | 14 | 12 | 12 | 15 | 11 | | | | | | | | |
| 16 | 15 | 17 | 20 | 15 | | | | | | | | | 16 | 13 | 14 | 16 | 12 | | | | | | | | |
| 18 | 16 | 18 | 22 | 17 | 25 | 20 | | | | | | | 18 | 14 | 16 | 18 | 13 | 22 | 17 | | | | | | |
| 20 | 17 | 19 | 24 | 19 | 26 | 23 | | | | | | | 20 | 15 | 17 | 20 | 14 | 24 | 18 | | | | | | |
| 24 | 20 | 22 | 27 | 22 | 32 | 27 | 41 | 64 | 57 | | | | 24 | 17 | 19 | 23 | 15 | 28 | 20 | 36 | 59 | 24 | | | |
| 30 | 23 | 26 | 32 | 27 | 36 | 31 | 48 | 76 | 68 | ↓ | | | 30 | 21 | 23 | 27 | 17 | 34 | 24 | 43 | 71 | 29 | ↓ | | |
| 36 | | 31 | 38 | 32 | 41 | 35 | 55 | 89 | 79 | 55 | 108 | 128 | 36 | | 27 | 31 | 19 | 40 | 28 | 50 | 83 | 33 | 50 | 96 | 64 |
| 42 | | | | | 46 | 40 | 64 | 103 | 93 | 106 | 122 | 141 | 42 | | | | | 46 | 32 | 57 | 96 | 37 | 98 | 110 | 69 |
| 48 | | | | | 52 | 48 | 71 | 115 | 104 | 118 | 136 | 156 | 48 | | | | | 52 | 36 | 65 | 108 | 42 | 111 | 124 | 75 |
| 54 | | | | | | | 78 | 128 | 116 | 131 | 150 | 171 | 54 | | | | | | | 72 | 121 | 46 | 123 | 138 | 81 |
| 60 | | | | | | | 86 | 140 | 125 | 143 | 164 | 186 | 60 | | | | | | | 79 | 133 | 51 | 135 | 152 | 87 |
| 72 | | | | | | | | | | | 168 | 192 | 216 | 72 | | | | | | | | | 160 | 178 | 100 |
| 84 | | | | | | | | | | | 193 | 220 | 246 | 84 | | | | | | | | | 165 | 204 | 109 |

- | | | | |
|---|---|---|--------------|
| Soportes de rodillos | A.- Rodillo de acero de 4 pulgadas. | → Serie 5000 | |
| | B.- Rodillo de acero de 4 pulgadas. | → Serie 6000 | |
| | C.- Rodillo de acero de 5 pulgadas. | → Serie 6000 | |
| | D.- Rodillo recubierto de hule de 5 pulgadas. | → Serie 7000 | |
| | E.- Rodillo de acero de 5 pulgadas. | → Serie 8000 | |
| | F.- Rodillo recubierto de hule de 5 pulgadas. | → Serie 8000 | |
| | G.- Rodillo de acero de 6 pulgadas. | → Serie 8000 | |
| | H.- Rodillo de fierro vaciado de 6 pulgadas. | → Serie 8000 | |
| | I.- Rodillo recubierto de hule de 6 pulgadas. | → Serie 9000 | |
| | <hr/> | | |
| | Soportes de retorno | J.- Rodillo de acero de 6 pulgadas. | → Serie 9000 |
| | | K.- Rodillo de acero de 7 pulgadas. | → Serie 9000 |
| | | L.- Rodillo recubierto de hule de 7 pulgadas. | → Serie 9000 |
| | | M.- Rodillo de acero de 4 pulgadas. | → Serie 5000 |
| | | N.- Rodillo de acero de 4 pulgadas. | → Serie 6000 |
| | | O.- Rodillo de acero de 5 pulgadas. | → Serie 6000 |
| | | P.- Rodillo recubierto de hule de 5 pulgadas. | → Serie 7000 |
| Q.- Rodillo de acero de 5 pulgadas. | | → Serie 7000 | |
| R.- Soporte con ruedas de 5 pulgadas. | | → Serie 8000 | |
| S.- Rodillo de acero de 6 pulgadas. | | → Serie 8000 | |
| T.- Rodillo de fierro vaciado de 6 pulgadas. | → Serie 8000 | | |
| U.- Soporte con ruedas de hule de 6 pulgadas. | → Serie 9000 | | |
| V.- Rodillo de acero de 6 pulgadas. | → Serie 9000 | | |

Se pueden considerar 2 métodos, para el cálculo de los requerimientos de potencia, estos son: el método analítico y el método *gráfico*. **El método gráfico** es usado en diseños pequeños, transportadores simples o para hacer una aproximación de los requerimientos de potencia. Para transportadores de gran capacidad. **El método analítico**, es empleado cuando se necesitan resultados precisos en transportadores de gran capacidad y velocidad; o con pasos complejos de viaje.

Existen 3 tipos de fuerzas que determinan los requerimientos de potencia y tensiones de la banda, en cualquier tipo de transportadores de banda, después que este corre a una velocidad uniforme, dichas fuerzas son:

- A) Fuerzas de fricción
- B) Fuerzas gravitatorias
- C) Fuerzas de inercia.

7.1.1.- Fuerzas de fricción.-

Son las fuerzas requeridas para mover el material y la banda horizontalmente y para hacer girar todas las partes rotatorias del transportador de banda. Esta fuerza de fricción, siempre se opone al movimiento de la banda y es igual a la suma de las siguientes fuerzas:

- 1) Peso total del material, por el factor de fricción del material.
- 2) Peso total de la banda, por el factor de fricción de ésta.
- 3) Peso total de las partes giratorias, de los soportes de rodillos, por el factor de fricción de éstos.

Algunas fuerzas de fricción, que se pueden considerar o incluir a la flecha, en la motriz son: la fricción de los baleros en los extremos del transportador, la fricción del material sobre las placas guías inferiores de cargado del transportador y otros factores que absorben menos potencia.

Para transportadores de moderada longitud y pasos de viaje; estas fuerzas pueden ser incluidas, sumando un valor empírico, L_o . Este término L_o , representa una fuerza resultante de sumar teóricamente 45.7 mts. (150 pies), entre los centros del transportador cargados horizontalmente.

El valor de L_o de 45.7 mts. Es decir 150 pies es conservador para transportadores que tienen en los rodillos, baleros de bola o baleros de rodillos, en la terminal de la flecha de la polea. Si las flechas de la polea están equipadas con baleros de bola y se aseguran de una buena alineación y mantenimiento; el valor de L_o puede ser reducido a 36.6 mts. (120 pies).

Nótese que el valor de L_o no incluye pérdidas de fricción, entre el motor y la polea motriz del transportador; resultantes del equipo de transmisión de potencia, tales como reductores de velocidad, bandas cadenas o engranes. Estas pérdidas de fricción influyen en el diseño y selección de la banda, soportes de rodillos, poleas y flechas.

Otras fuerzas fraccionales, que pueden exceder el valor nominal de L_o , y deben recibir especial consideración son: las que resultan de arreglos complicados en terminales, disipadores múltiples y curvas convexas, cargadas grandemente.

Los factores mostrados en la tabla No. 15, están basados, en un diferente factor para el material de una banda vacía, y son conservadores para transportadores equipados con soportes de rodillos, de alto grado de antifricción

sobre estructuras bien alineadas, operando en temperaturas alrededor de 29° C. (20 ° F), recibiendo un buen cuidado, buen mantenimiento y lubricación. Para estructuras alineadas temporalmente o a altas temperaturas, estos factores pueden ser incrementados entre 10% y 25 %, dependiendo de las condiciones. No obstante grasas especiales pueden ayudar a bajar la temperatura.

TABLA No. "15"
FACTORES DE FRICCIÓN

| PARTE EN DONDE SE ORIGINA LA FRICCIÓN | FACTORES DE FRICCIÓN |
|--|----------------------|
| Partes giratorias de los soportes de los rodillos con Baleros de bola o rodillo. | 0.02 |
| Banda vacía sobre soportes de rodillos con baleros De bola o rodillo. | 0.02 |
| Material sobre la banda con soporte de rodillos de anti - fricción | 0.025 |
| Poleas de cola, curvas, de recubrimiento o revestimiento y flechas. | 0.01 |
| Poleas de cola, curvas y de retención y flechas con baleros de doble hilera. | 0.02 |
| Tensor de contra peso con baleros de bola o rodillos. | 0.01 |
| Tensor o contra peso con baleros de doble hilera. | 0.02 |
| Polea motriz con baleros de bola o rodillos. | 0.01 |
| Banda incluyendo el material transportado. | 0.025 - 0.30 |

⊙ Esta tabla muestra los factores de fricción basados en razonables cuidados de mantenimiento y lubricación por operación en temperaturas por encima de los -20° F.

7.1.2.- Fuerzas Gravitatorias.-

Además de las fuerzas de fricción existen fuerzas que son requeridas para elevar o bajar la banda y el material sobre las porciones inclinadas de transportador, a estas fuerzas se les llama: **Fuerzas Gravitatorias**.

Las fuerzas gravitatorias están determinadas, por la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{l} \text{(Peso de la banda) + (Peso del material) = } \quad \text{viaje vertical en metros o pies.} \\ \text{(Por mto. o pie) \quad (Por mto. o pie de banda)} \end{array}$$

El resultado debe ser sumado a las fuerzas de fricción de bandas inclinadas, de inercia.

7.1.3.- Fuerzas de Inercia.-

Estas fuerzas se definen, como el incremento de tensiones que operan dentro de la aceleración y desaceleración, de la banda. La magnitud de estas tensiones, es calculada por el uso de una fuerza de inercia unitaria, la cual está determinada, por el peso total equivalente de todas las partes móviles, el par disponible por la aceleración y una consideración cuidadosa de la distribución de estas fuerzas. Por eso se dice que esta puede ser afectada, ya sea por la tensión en el lado tirante T_1 , es muy grande o la razón T_1/T_2 es excesivo, o la banda puede levantarse de los soportes de rodillos, en una curva cóncava.

El cálculo y la aplicación de las fuerzas de inercia no son usados con frecuencia, sin embargo, las fuerzas de inercia se pueden tomar en cuenta, para considerar sus efectos cuando se diseñen transportadores con las siguientes características:

- 1) Transportadores largos, cargados pesadamente y de alta velocidad.
- 2) Transportadores horizontales, donde la longitud del transportador, es un factor importante.
- 3) Transportadores descendentes, que requieren frenos.
- 4) En transportadores de transferencia, entre alimentadores y transportadores de alta velocidad; o gran variación de longitudes e inclinaciones.

CAPITULO No. 8

METODOS PARA CALCULAR

EL CABALLAJE

El caballaje necesario para mover una banda transportadora, es igual a la suma de los siguientes puntos:

- “ HP “ Para mover el transportador vacío.
- “ HP “ Para elevar o bajar el material
(Está deberá ser sumada o restada, según sea el caso)
- “ HP “ Para mover el material horizontalmente.
- “ HP “ Para vencer las “Fuerzas Adicionales – Fricción” y otras fuerzas de fricción mencionadas anteriormente

Existen dos métodos para calcular el caballaje y tensión en la banda del transportador. El uso de estos métodos requiere de un entendimiento de las tensiones a que esta sujeta la banda. Los dos métodos considerados, para el análisis de caballaje y las tensiones son:

- A) El Método Gráfico**
- B) El Método Analítico**

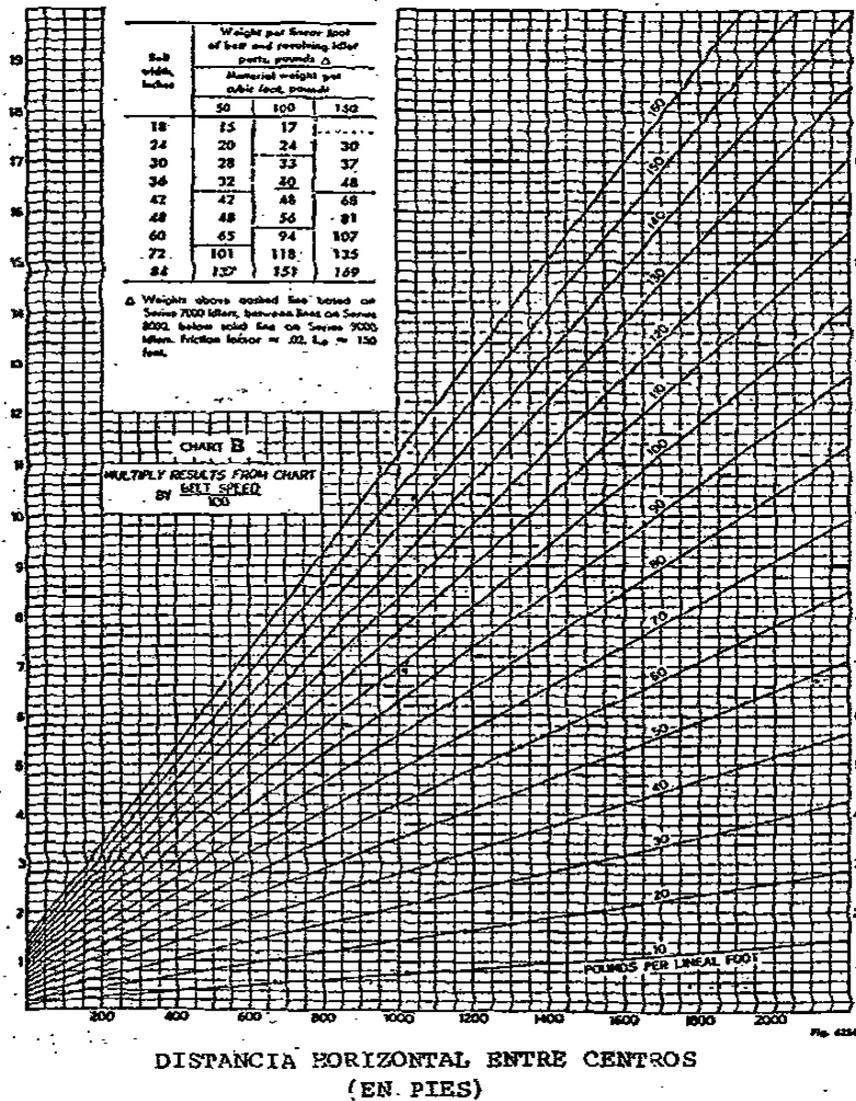
135197

8.1.- A) Método Gráfico:

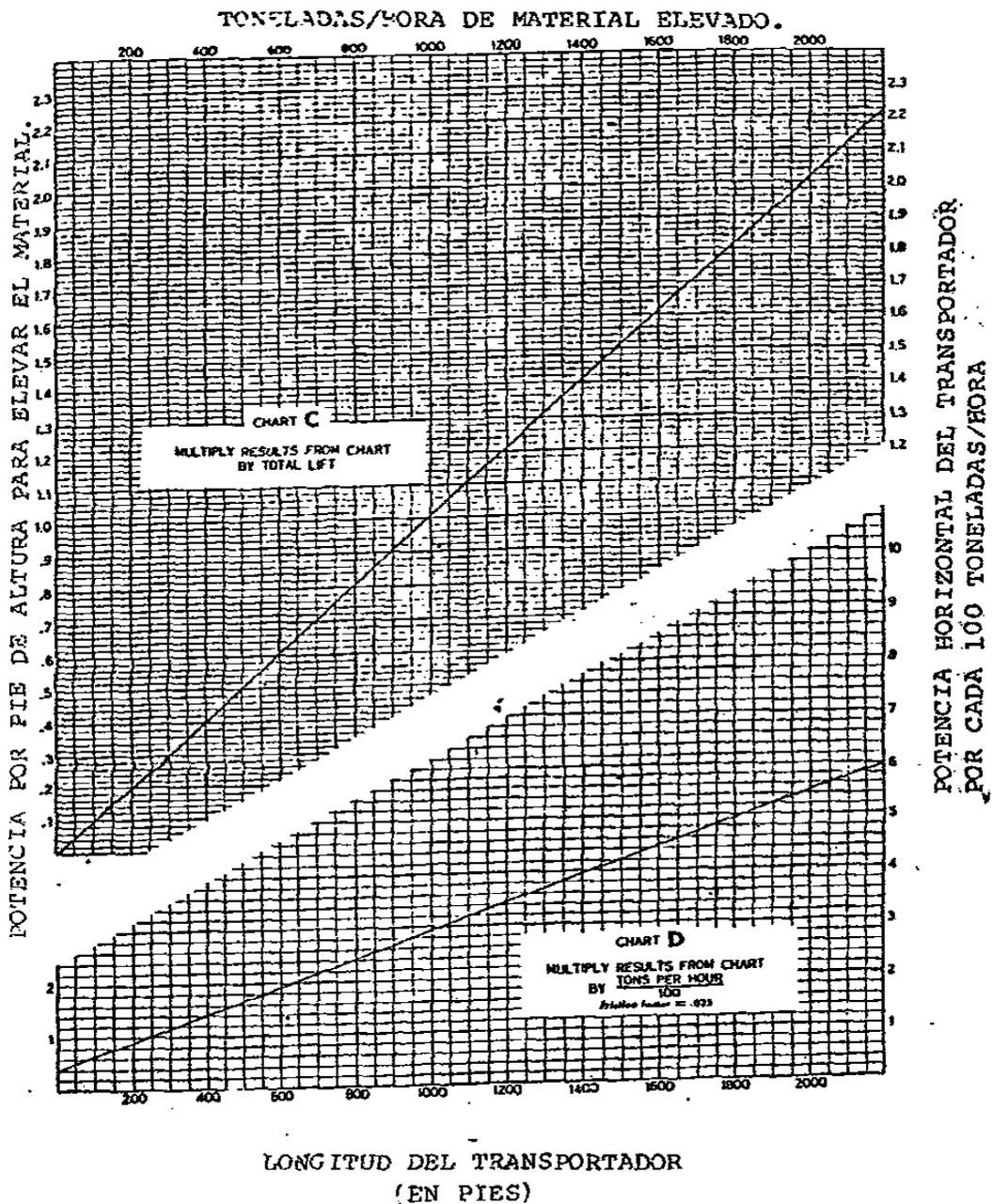
Este método da los por menores para obtener el caballaje total directamente de las gráficas "B", "C" y "D" y las tensiones de la banda, pueden ser calculadas por el caballaje resultante. Este método es aconsejable para transportadores de capacidad moderada teniendo pasos de viaje relativamente rectos. Los resultados deben ser más precisos, cuando se consideran los pasos de la banda y las partes móviles, en la gráfica "B", sin embargo para determinar tentativamente o aproximadamente el caballaje, es conveniente sobreponer, una tabla de pesos típicos sobre la carga "B".

GRAFICA "B"
**POTENCIA REQUERIDA PARA MOVER EL
 TRANSPORTADOR VACIO**

POTENCIA MOTRIZ EN VACIO; DEL TRANSPORTADOR POR
 CADA 100 PIES/MINUTO DE VELOCIDAD DE LA BANDA.



GRAFICA "C" .- POTENCIA REQUERIDA PARA ELEVAR EL MATERIAL.
GRAFICA "D" .- POTENCIA REQUERIDA PARA MOVER EL TRANSPORTADOR HORIZONTALMENTE.



El método gráfico no es aconsejable, para cálculos finales de caballaje para transportadores que tienen porciones inclinadas, curvas convexas, gran capacidad o arreglos complejos en las terminales. Por otro lado este método, es muy usado para operaciones tentativas de caballaje bajo estas condiciones y para una comprobación aproximada, de resultados obtenidos por el método analítico.

8.2.- B) Método Analítico:

Este método esta basado en el cálculo de las tensiones de la banda, considerando la forma en éstas, las cuales actúan a lo largo del transportador y siendo calculado el caballaje, a partir de la tensión efectiva resultante e en la polea motriz. Este método es generalmente usado en transportadores que van más lejos de los límites del método gráfico. El método analítico proporciona una precisión similar al gráfico, pero tiene la ventaja de poder informarnos sobre la tensión en los puntos intermedios del transportador.

Los cálculos finales para el método analítico, deben de estar basados en los pesos actuales de la banda, y las partes giratorias seleccionadas finalmente. Sin embargo, el peso aproximado de la banda, para cálculos tentativos, se puede obtener usando el método gráfico para determinarse aproximadamente el caballaje, para el cual la tensión en el lado tirante T_1 , puede ser establecida, y el peso se puede obtener en la tabla No. 23.

8.3.- *Formulas para Determinar las Tensiones y las Potencias de la Banda.*

Las siguientes definiciones y descripciones, se aplican a transportadores de banda, después de que estos logren sus velocidades normales, sin considerar las fuerzas de inercia mencionadas con anterioridad.

Por conveniencia, a continuación enlistamos los símbolos usados, así como una definición del mismo.

H: Caballaje requerido para mover el transportador.

S: Velocidad del transportador, en mts/min. (Pies/min.)

E: Tensión efectiva requerida para mover el transportador.

T₁: Tensión en el lado tirante de la polea primaria motriz.

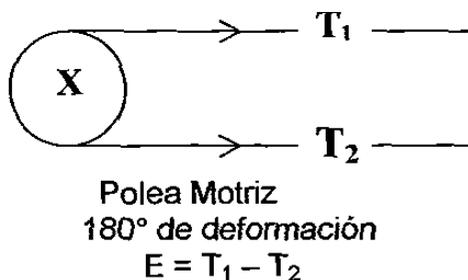
T₂: Tensión en el lado flojo de la polea primaria motriz.

T₃: Tensión en el lado flojo de la polea motriz primaria, de un sistema motriz doble y el tirante tensor de la polea motriz secundaria.

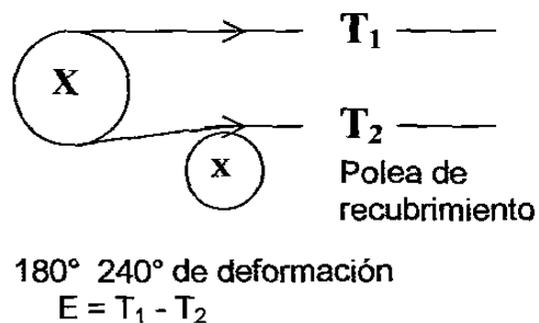
T_{máx}: Máxima tensión de la banda, dondequiera que esta ocurra.

T_s : Tensión de pandeo, entre los soportes de rodillos cargados.

Polea Motriz Sencilla



Poleas Motriz y de retención



"E" es la tensión efectiva o caballaje de estiramiento, es la tensión en Kgs. (o en Lbs) hacia la polea – motriz requerida, para estirar o mover el transportador.

Esto es igual a la suma algebraica de todas las fuerzas actuantes sobre el transportador, mientras este está trabajando, "E" puede ser calculada a partir de las tensiones de la banda por el método analítico descrito anteriormente, o si el caballaje de operación es obtenido en las gráficas "B", "C" y "D".

Entonces:

$$E = \frac{H \times 33,000}{S}$$

Donde:

H: Potencia del motor en HP

S: Velocidad de la banda en fts/min.

CTE: $33,000 \frac{\text{lb-ft/Min.}}{\text{HP}}$

O también:

$$E = \frac{H \times 4537}{S}$$

H = Potencia del motor en HP

S = Velocidad de la Banda en fts/min

CTE = $4,573 \frac{\text{Kg} - \text{mt/min}}{\text{HP}}$

Esto hace notar, que "E" es la tensión suficiente para estirar la banda, esta no es la máxima tensión ni la tensión en el lado tirante.

T_2 , la tensión en el lado flojo, es la tensión requerida para ejercer suficiente presión entre la banda y la polea motriz, para transmitir la potencia, sin pérdida de velocidad, debido al resbalamiento.

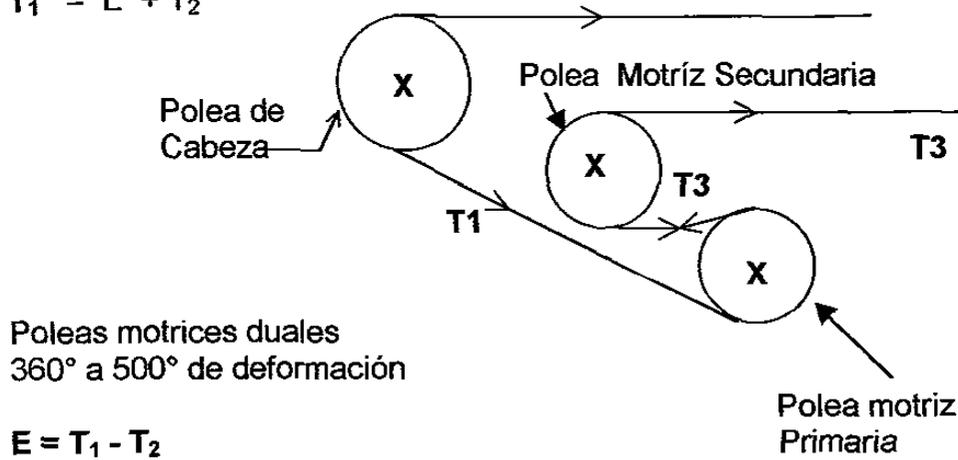
La cantidad de tensión requerida para ejercer suficiente presión entre la banda y la polea motriz, para transmitir la potencia, sin pérdida de velocidad, debido al resbalamiento. La cantidad de tensión requerida en el lado flojo T_2 , depende del arco de contacto, entre la banda y la polea motriz o poleas, y también del coeficiente de fricción entre la banda y las poleas.

La Tabla No. 16 muestra factores por los cuales la fuerza neta de estiramiento "E" debe ser multiplicada para determinar la cantidad mínima de tensión en el lado flojo T_2 , a su vez se muestran las relaciones constantes de T_1 / T_2 para poleas motrices lisas y recubiertas y para varios arcos de contacto entre la banda y la polea.

Mientras la relación de T_1 / T_2 , depende del coeficiente de fricción y el arco de contacto, esta determina el valor de "E", siendo los únicos dos factores que tienen influencia directa en el efectivo manejo de potencia, la cual una polea debe desarrollar. Un coeficiente de fricción muy grande se puede obtener mediante poleas recubiertas, y para tener grandes arcos de contacto, se puede usar una polea de retención, o con el uso de sistemas motores en serie o duales, tal y como se muestra en las figuras siguientes:

T_1 , la tensión en el lado tirante, es la tensión en la banda a la polea motriz y esta expresada por:

$$T_1 = E + T_2$$



T_3 , es la tensión en el lado flojo, para la polea motriz primaria, de un sistema motor doble y es también la tensión en el lado tirante de la polea secundaria motriz.

TABLA No. "16"
CONSTANTES Y FACTORES DE TENSION

| MOTRIZ | | T1/T2 para polea singular motriz . | | Factor requerido de tensión en el lado flojo para mover la banda | |
|------------------------------|---|---|---------------------|---|---------------------|
| | | T1/T2 para ambas poleas de un sistema motor. | | Tensor de gravedad | |
| Tipo | Arco de contacto de la banda sobre la polea motriz | Polea lisa | Polea recubierta | Polea lisa | Polea recubierta |
| | | Polea Singular | 180 | 2.19 | 3 | 0.85 | 0.5 |
| Polea de revestimiento | 200 | 2.39 | 3.39 | .72 | .42 |
| | 210 | 2.50 | 3.61 | .67 | .38 |
| | 215 | 2.55 | 3.72 | .64 | .36 |
| | 220 | 2.61 | 3.83 | .62 | .35 |
| | 230 | 2.73 | 4.07 | .58 | .33 |
| Polea dual | 360 | 4.80 | 9.02 | .26 | .13 |
| | 380 | 5.25 | 10.19 | .23 | .11 |
| | 400 | 5.72 | 11.51 | .21 | .09 |
| | 420 | 6.25 | 13.00 | .19 | .08 |
| | 450 | 7.12 | 15.27 | .16 | .07 |
| | 500 | 8.86 | 21.21 | .13 | .05 |

- Los valores para los tensores de tomillo no están dados aquí, debiéndose tomar un valor empírico debido a lo incierto del ajuste manual. Cuando se usan tensores de tomillo se usa un factor del 50% al 100% más grande que el mostrado por los tensores de gravedad.
- Para determinar el mínimo valor de T_0 , multiplique la tensión efectiva "E" por factor de tensión en el lado flojo.
- Basado en el coeficiente de fricción entre la banda y la polea motriz de 0.25 para la polea lisa y de 0.35 para la polea recubierta.

Las dos poleas motrices de un sistema dual deben girar a diferentes velocidades angulares, para compensar la diferencia de velocidad, resultante en la banda por la contracción de esta debida al decremento de carga, entre las dos poleas.

$T_{m\acute{a}x}$, es la tensión máxima en la banda, y para la mayoría de los transportadores, esta ocurre en la polea motriz, (como T_1), y T_s , es la tensión de pandeo y se considera, como la mínima tensión que deba haber en cualquier parte de la banda durante la carrera de transporte, para prevenir el excesivo pandeo de la banda, entre los soportes de rodillo. El excesivo pandeo puede ocurrir y requerir más potencia y causar un uso adicional de la banda debido al disturbio del material que está siendo transportado y que pasa entre y sobre los soportes de rodillo.

La cantidad de pandeo, en cualquier punto a lo largo de la banda, varia con el espaciamiento de los soportes de rodillos, el valor de la tensión en este punto y el peso por metro, de la banda cargada. Por lo tanto, el pandeo puede ser reducido cerrando, el espaciamiento de los soportes de rodillos, o poniendo más tensión en la banda mediante la polea tensora. La tabla No. 12 muestra el espaciamiento promedio recomendado para varias series de soportes de rodillos para diferentes pesos de materiales, y varios anchos de banda

Se recomienda no exceder los espacios indicados en las tablas, para lograr que la instalación trabaje con una mayor eficiencia y economía, sólo se aceptan cuando las tensiones de la banda, sean suficientes para prevenir el excesivo pandeo a gran distancia. Lo práctico es limitar la cantidad de pandeo a no más de 2% de la distancia, entre los soportes de rodillos, excepto en el punto donde la banda viaja bajo vertedores triangulares. La gráfica E, puede ser usada para determinar el espaciamiento requerido de los soportes de rodillos, para cualquier tensión permitida en la banda o puede ser usada para encontrar

la tensión requerida en la banda, para varios espaciamentos de soportes de rodillos, para prevenir más del 2% de pandeo. Cualquier tensión que sea agregada para reducir el pandeo, debe ser sumada a todas las tensiones a lo largo de la banda.

CAPITULO No. 9

SELECCION DE LA BANDA

La selección de la banda es uno de los puntos más importantes en el diseño de un transportador de banda.

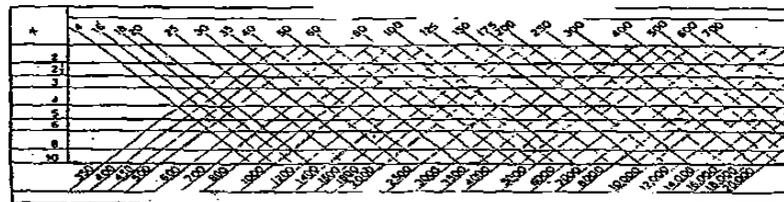
La banda transporta el material y transmite la potencia para mover la carga, siendo por consiguiente la más sujeta a uso y remplazo. La vida de una banda depende de los materiales manejados, así como del diseño de otras partes del transportador, tales como soportes de rodillos, poleas, artefactos de cargado, disparadores, vertedores y limpiadores. Pero un buen mantenimiento contribuye mucho a la prolongación de la vida de la banda. Muchos tipos de banda son disponibles para propósitos específicos, tales como altas temperaturas, resistentes a los ácidos, productos alimenticios, para resistir impactos y abrasión, para partes y paquetes, etc. Entre algunos tipos se encuentran la banda de acero plano, malla de alambre, lona tratada y cubierta de hule. Las bandas cubiertas de hule, son generalmente usadas para manejar materiales terrosos de gran volúmen; los datos de esta sección se aplican particularmente a este tipo de banda.

En la actualidad, las bandas se fabrican en varios tipos, en cuanto al tejido y cuerdas, usando materiales tales como fibras sintéticas, tejidos de algodón, cable de acero, etc. o combinaciones de estos materiales. Cada banda es capaz de soportar, un máximo esfuerzo de tensión.

En las tablas Nos. 17,18,19,20 y 21 se muestran esfuerzos de tensión o rangos de esfuerzos de tensión, para relacionar diferentes datos conocidos y así determinar los cálculos necesarios para lograr una selección tentativa de la banda más indicada.

GRAFICA "E"
ESPACIAMIENTO RECOMENDADO PARA SOPORTES DE RODILLO, PARA
EVITAR EL EXCESIVO PANDEO DE LA BANDA

PESO EN LIBRAS / PIE DE CARGA EN LA BANDA



Tensión de banda en libras, requerida para limitar el pandeo de la masa a un 2% de su valor; entre soportes de rodillos.

* *Espaciamiento de los soportes de rodillos (en pies)*

La adecuada selección de la banda, requiere de las siguientes consideraciones:

- 1.- Armazón de la banda
- 2.- Cubiertas de la banda.
- 3.- Habilidad del acanalamiento
- 4.- Dilatamiento de la banda
- 5.- Uniones de la banda
- 6.- Pesos de la banda

9.1.- Armazón de la Banda.-

La armazón de la banda, da el esfuerzo longitudinal para transmitir la potencia, además da el esfuerzo lateral para resistir impactos y transportar la carga. La armazón está hecha de varias capas de cuerdas, y éstas están unidas entre sí por hule elástico. Los valores de tensión dependen de los materiales y construcción de la armazón, pero la calidad de la banda, está determinada por su coeficiente de fricción. La tabla No. 18, muestra valores de tensión de bandas sobre soportes de rodillos a 20°, con respecto al ancho y la forma en que estos están influenciados por el tamaño de las masas, características y peso del material. Las tensiones permisibles de operación, están limitadas al tipo de unión de la banda y características del tipo de control, para acelerar la banda cuando se arranca con carga, como se muestra en la tabla No. 17.

La estructura, esta hecha con diferentes materiales y grados de fricción requeridos, según sea la severidad de servicio y frecuencia de flexión de la banda, alrededor de varias poleas, longitud del transportador, velocidad de la banda, número de capas y cantidad de tensiones en la banda. Un revestimiento de hule entre las capas, que están sujetas fricción es necesario donde la

frecuencia de esfuerzos de flexión es alto, tal como transportadores cortos y de alta velocidad o donde existen poleas con sobre medida. La tabla No. 19, muestra valores de fricción recomendados para soportes de rodillos a 20° y 45° para varias condiciones de servicio, también la tabla No. 20 muestra la marca de banda recomendada, influenciada por la longitud y tensión de la banda.

9.2.- Cubiertas de Banda.-

La cubierta de banda, da una capa protectora, para la armazón; están hechas en varios grados, basados en diferentes espesores de tensión, para citar condiciones tales como:

- a) Abrasividad del material manejado
- b) Tamaño de la masa y su tendencia a rasgar y cortar la cubierta.
- c) Características del material manejado, tales como: *calor, aceite, ácidos, humedad, etc.*
- d) Longitud y velocidad del transportador.
- e) Método de cargado del transportador.

La tabla No. 19, muestra el tipo de cubierta recomendada para varias condiciones de servicio. La tabla No. 21, muestra también los espesores recomendados de cubiertas para varias condiciones de servicio

9.3.- Habilidad de Acanalamiento.-

La habilidad de la banda de acanalarse propiamente, cuando esta cargada sobre los soportes de rodillos, depende del material, ancho, espesor y armazón de la banda.

9.4.- Dilatación de la Banda.-

Los cambios en la longitud de la banda debidos a condiciones climatológicas, son usualmente despreciables, pero el dilatación debido a la tensión, es importante para determinar la cantidad de viaje requerida del tensor.

La tabla No. 22, muestra el viaje recomendado para los tensores, para bandas con armazón sintética y de algodón, que trabajan con valores de tensiones de operación alrededor de 75% y 100% de las tensiones de la banda.

Algunos problemas de consideración que van más allá del viaje del tensor, son los siguientes:

1. Cuando se necesita conocer la cantidad de dilatación de la banda, en algún punto intermedio del transportador.
2. En sistemas que comprenden varios transportadores largos y/o cargados pesadamente, la dilatación de la banda puede influir en el retardo requerido para arrancar cada banda del sistema, en orden para prevenir el derramamiento del material.

9.5.- Uniones de la Banda.-

El esfuerzo de un transportador de banda, esta limitado al esfuerzo de la unión, la cual junta los extremos de la banda, entre sí. La unión vulcanizada, es la mejor y es recomendada para todas las instalaciones de la banda transportadoras. Una unión vulcanizada cuando esta hecha debidamente, puede hacer lo siguiente:

TABLA No. "17"
TENSION PERMISIBLE DE OPERACION

| Valor de tensión de banda, en lbs. / pulg. de ancho de banda | Tensión permisible de operación, por pulgada de ancho de banda. | | | |
|--|---|---------------------|-------------------------|---------------------|
| | Unión metálica | | Unión vulcanizada | |
| | Aceleración de arranque | Aceleración gradual | Aceleración de arranque | Aceleración gradual |
| 0-300 | 65% | 80% | 80% | 100% |
| 300-500 | 65% | 75% | 80% | 100% |
| 500-1000 | ... | ... | 80% | 100% |

TABLA No. "18"
VALOR DE TENSION EN SOPORTES DE RODILLOS A 20° DETERMINADO POR EL TAMAÑO DE MASAS Y PESO DEL MATERIAL

| Valor de tensión de banda, en lbs./pulg. de ancho de banda. | Tamaño de las masas, en pulgadas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|---|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | Ancho de banda, en pulgadas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 18 | | | | | | | | | | | | | | 24 | | | | | | | | | | | | | | 30 | | | | | | | | | | | | | | 36 | | | | | | | | | | | | | | 42 | | | | | | | | | | | | | | 48 | | | | | | | | | | | | | | 54 | | | | | | | | | | | | | | 60 | | | | | | | | | | | | | | 72 | | | | | | | | | | | | | | 84 | | | | | | | | | | | | | |
| | Peso del material | | | | | | | | | | | | | | Lbs. /pie3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 50 | 100 | 150 | 50 | 100 | 150 | 50 | 100 | 150 | 50 | 100 | 150 | 50 | 100 | 150 | 50 | 100 | 150 | 50 | 100 | 150 | 50 | 100 | 150 | 50 | 100 | 150 | 50 | 100 | 150 | 50 | 100 | 150 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-100 | G | G | - | G | G | - | G | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 100-150 | 4 | 2 | G | 6 | 2 | G | 6 | 2 | G | 4 | 2 | G | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 150-200 | 4 | 4 | G | 6 | 5 | G | 6 | 4 | G | 6 | 2 | G | 6 | G | G | 6 | G | G | 6 | G | G | 6 | G | G | 6 | 2 | G | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 200-250 | ... | ... | ... | 8 | 7 | 4 | 8 | 6 | 2 | 8 | 5 | 2 | 8 | 4 | G | 6 | 4 | G | 6 | 4 | G | 6 | 4 | G | 6 | 2 | G | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 250-300 | ... | ... | ... | 8 | 8 | 8 | 12 | 8 | 6 | 10 | 8 | 6 | 10 | 8 | 6 | 10 | 8 | 6 | 10 | 8 | 6 | 10 | 8 | 6 | 10 | 8 | 4 | G | G | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 300-350 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 12 | 12 | 10 | 14 | 10 | 8 | 14 | 10 | 8 | 14 | 10 | 8 | 14 | 10 | 8 | 14 | 10 | 8 | 14 | 10 | 8 | 6 | 3 | 8 | 4 | G | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 350-400 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 12 | 12 | 12 | 16 | 12 | 10 | 20 | 12 | 10 | 18 | 12 | 8 | 16 | 12 | 8 | 16 | 12 | 8 | 16 | 12 | 8 | 6 | 12 | 8 | 6 | 10 | 6 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 400-500 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 16 | 16 | 12 | 20 | 20 | 16 | 22 | 16 | 12 | 20 | 16 | 12 | 20 | 16 | 12 | 20 | 16 | 12 | 16 | 10 | 20 | 16 | 10 | 20 | 14 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500-600 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 16 | 16 | 16 | 20 | 20 | 20 | 22 | 22 | 18 | 24 | 18 | 14 | 22 | 16 | 10 | 20 | 16 | 10 | 20 | 16 | 10 | 20 | 14 | 10 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 600-750 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 22 | 22 | 22 | 24 | 24 | 18 | 26 | 20 | 16 | 26 | 20 | 16 | 26 | 20 | 14 | 26 | 20 | 14 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 750-1000 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 24 | 24 | 24 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 20 | 33 | 26 | 18 | 38 | 24 | 16 | 16 | 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

- Granular = G
- Máximo tamaño de masa de ciertos materiales que pueden ser incrementados a los límites mostrados en la tabla No. 10, bajo condiciones de cargado más favorables.
- Para bandas con masas ruidosas de carrera corta a través de la línea, checar con la Cía Link - Belt, para la habilidad de acanalamiento.

TABLA No. 19
MARCAS DE CUBIERTAS DE HULE PARA BANDAS "LINK - BELT" DETERMINADAS POR EL TIPO DE SERVICIO Y SOPORTE DE RODILLOS.

| Servicio para los cuales son recomendadas la clase de marca | Material para las clases de marcas de banda, recomendados | Tipos de soporte de rodillo. | Marca de banda y valor de fricción y adhesión, en libras | Cubierta desnuda | Marca de cubierta y fuerza de la en libras |
|--|---|------------------------------|--|--|--|
| Condiciones destructivas y de severo impacto en la cubierta. | Pesados, puntiagudos y masa dentadas. | 20° | Foultless | Sobre bandas con 3/32 de pulgada por encima de | Foultless |
| | | 45° | 20-24 | | 3500-4000 |
| Resistencia al desgaste y uso de la cubierta y al impacto. | Medios puntiagudos. Masas con punta, carbón, arena, grava, | 20° | Lion 16-19 | | Lion 2500 |
| | | 45° | Lion Δ 16-19 | | 3000 |
| Donde la flexibilidad y abrasividad no son muy severas. | Materiales ligeros y medios pesados, carbón, arena, soda, granos, | 20° | Service 16-19 | Ninguna | Service |
| | | 45° | Lion Δ 16-19 | | 800-1000 |

Δ Bajo ciertas condiciones, otras marcas de fricción son muy necesarias. Consultar a la Cía Link - Belt.

TABLA No. "20"

MARCAS RECOMENDADAS PARA BANDAS, SEGÚN LA LONGITUD, VELOCIDAD Y TENSION

| Distancia horizontal entre centros del transportador, en pies. | Marca de Banda | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|---------|-----------|-----|-----|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Valor de Tensión de banda | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Valor de Tensión de banda 50% | | | | | | | | | Valor de Tensión de banda 100% | | | | | | | | |
| | Velocidad de banda en pies/ min | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 600 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 600 |
| 25 | | | | | | | | ▲ | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | FAULTLESS | | | | | | | | | | | ▲ |
| 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 100 | | | | | | | LION | | | | | | | | | | | |
| 150 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 300 | | | | | | SERVICE | | | | | | | | | | | | |
| 400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 600 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

 Basado en bandas de servicio continuo , con poleas que operan dentro de los diámetros mostrados en la tabla No. 24 . La selección debe chequearse antes en la tabla No. 19. Si esta indica un mayor grado de servicio de la banda, escoja esa recomendación.

 La marca Faultless, puede ser usada pero tiene poca vida.

TABLA No. "21"

ESPEORES MINIMOS RECOMENDADOS DE CUBIERTAS DE HULE, PARA BANDAS TRANSPORTADORAS

| Clase de material cargado por la banda | | | Espesores de cubierta de hule en pulgadas  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|--------------------------------|---|------|------|------|------|------------|------|------|------|------|---------------|------|------|----------------------------|------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Grado de abrasividad | Ejemplos | Tamaño de la masa en pulgadas. | Cargado sobre la cara de la banda | | | | | | | | | | | | | Carga inferior de la banda | | | | | | | | | |
| | | | Marca Fautless | | | | | Marca Lion | | | | | Marca Service | | | Marca Fautless | Marca Lion | Marca Service | | | | | | | |
| L/S  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Moderada | I | a | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 1.0 | 2.0 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 1.0 | 2.0 | 0.3 | 0.5 | 1.0 | 2.0 | 1/16 | 1/16 | 1/16 | | | | | | |
| abrasividad | | b | 1/16 | 1/16 | 1/16 | 1/16 | 1/16 | 3/22 | 1/16 | 1/16 | 1/16 | 1/16 | 1/16 | 3/32 | 1/16 | 1/16 | | | | 1/16 | 1/16 | 1/16 | 1/16 | | |
| | | c | 1/8 | 3/32 | 3/22 | 3/22 | 3/22 | 3/16 | 1/8 | 3/22 | 3/32 | 3/32 | 3/16 | 1/8 | 3/32 | 3/32 | | | | 1/16 | | | | 1/16 | 1/16 |
| | | d | 1/4 | 3/16 | 1/8 | 1/8 | 1/8 | 3/16 | 3/16 | 3/16 | 1/8 | 1/8 | 9/23 | 3/16 | 1/8 | 1/8 | | | | | | | | | |
| | e | 5/16 | 1/4 | 3/16 | 3/16 | 3/16 | 3/8 | 1/4 | 3/16 | 3/16 | 3/16 | 3/8 | 1/4 | 3/16 | 3/16 | 1/16 | 1/16 | 1/16 | | | | | | | |
| Muy abrasivo | II | f | 1/8 | 3/22 | 1/16 | 1/16 | 1/16 | 3/16 | 1/16 | 1/16 | 1/16 | 1/16 | 3/16 | 1/8 | 1/16 | | | | 1/16 | | 1/16 | 1/16 | 1/16 | | |
| | | g | 1/4 | 3/36 | 1/8 | 1/8 | 1/8 | 3/8 | 1/4 | 1/8 | 1/8 | 1/8 | 3/32 | 3/16 | 1/8 | | | | 1/8 | 1/16 | | | | 1/16 | 1/16 |
| | | h | 3/8 | 1/4 | 3/16 | 3/32 | 3/22 | — | 1/4 | 1/4 | 3/16 | 3/32 | — | 3/16 | 3/16 | | | | 3/32 | | | | | | |
| | | i | 3/8 | 5/14 | 1/4 | 3/16 | 3/16 | — | 3/8 | 3/14 | 1/4 | 3/14 | — | 3/8 | 1/4 | 3/16 | 1/16 | 1/16 | 1/16 | | | | | | |
| III | j | 1/4 | 1/8 | 1/16 | 1/16 | 1/16 | 3/16 | 3/16 | 3/22 | 1/16 | 1/16 | 3/8 | 3/16 | 1/8 | 1/8 | 1/16 | | | | | 1/16 | 1/16 | | | |
| | k | 3/8 | 1/4 | 1/8 | 1/8 | 1/8 | — | 3/16 | 3/16 | 1/8 | 1/8 | — | — | — | — | | | | | 1/16 | | | 1/16 | 1/16 | |
| | l | 3/8 | 3/8 | 1/4 | 3/14 | 3/14 | — | — | 3/8 | 3/16 | 3/16 | — | — | — | — | | | | | | | | | | 1/16 |
| | m | 3/8 | 3/8 | 3/8 | 1/4 | 1/4 | — | — | — | 3/8 | 1/4 | — | — | — | — | | 1/16 | 1/16 | 1/16 | | | | | | |

- A) Puede desarrollar esfuerzos muy cercanos a los máximos de la banda.
- B) Puede mantener la superficie de la banda, en ambos lados, formando un transportador liso y continuo.
- C) Puede viajar fácilmente, sobre los rodillos.
- D) Puede curvarse alrededor de las poleas, sin afectar a las bandas.
- E) Puede permitir que los limpiadores de la banda operen a su óptima eficiencia.
- F) Puede sellar los extremos de la banda, para que no se introduzcan en la banda la humedad y materiales finos.

Los sujetadores de metal, pueden ser usados donde el gasto de una unión vulcanizada no este justificado, y la tensión de la banda, lo permita. Un sujetador de metal, puede ser corto y flexible y a su vez ser capaz de curvarse, alrededor de las poleas y suficientemente flexible en el otro sentido, para permitir a la banda acanalarse debidamente. Estas uniones pueden ser cubiertas con hule, para evitar que entre el polvo y la humedad a la armazón de la banda. La tabla No. 17 muestra las tensiones permisibles de operación, para uniones vulcanizadas y de metal en el arranque y en la aceleración gradual.

9.6.- Pesos de la Banda.-

Los pesos de la banda, mostrados en la tabla No. 23 son promedios para los valores indicados de tensión y los pesos de cubierta son estándar, para el espesor indicado en la parte inferior de la, misma tabla, estos pesos son necesarios para cálculos tentativos de requerimientos de potencia, cuando se emplea el método gráfico y para valores tentativos de tensión, cuando se emplea el método analítico, pero varios ajustes en los cálculos deben ser hechos para el peso de la banda, finalmente seleccionada.

Este es particularmente importante, cuando se usas el método analítico en relación con el diseño de:

- A) Transportadores descendentes.
- B) Curvas convexas y cóncavas.
- C) Bandas horizontales, extremadamente grandes.

TABLA No. "22"
REQUERIMIENTOS DE VIAJE DEL TENSOR

| Tensión de operación de la banda, en % del valor de la tensión de la banda | Minima longitud del tensor, en % de distancia entre centros del transportador | |
|--|---|-------------------|
| | ARMAZON DE ALGODON | ARMAZON SINTETICA |
| | <i>PROMEDIO</i> | <i>PROMEDIO</i> |
| 100 | 1 1/2 → 2 | 3/4 → 1 1/4 |
| 75 | 1 → 1/2 | 1/2 → 1 |

TABLA No. "23"
PESOS DE BANDA APROXIMADOS 0

| VALOR DE TENSION DE BANDA, EN LBS/PULG. DE ANCHO | PESO EN LBS/PIE DE LONGITUD Y POR PULGADA DE ANCHO |
|---|---|
| 0-100 | 0.184 |
| 150 | 0.189 |
| 200 | 0.204 |
| 250 | 0.214 |
| 300 | 0.229 |
| 350 | 0.239 |
| 400 | 0.254 |
| 500 | 0.279 |
| 600 | 0.299 |
| 750 | 0.319 |
| 1000 | 0.364 |

0 Todos los pesos, están basados en 1/8 de pulgada de cubierta superior y 1/32 de pulgada inferior. Sumar 0.017 libras por cada 1/32 de pulgada de diferencia de espesor de cubierta.

CAPITULO No. 10

SELECCION DEL EQUIPO DE LAS TERMINALES

La selección del equipo adecuado de las terminales puede contribuir mucho en la prolongación de la vida de la banda, y del transportador en general. El equipo de las terminales, tiene el propósito de mover la banda, tenerlo en tensión y de cambiar la dirección de su viaje.

La terminal motriz, consiste en una polea o poleas con sus flechas, baleros, unidades mecánicas de la transmisión de la potencia, motores y controles. La terminal del tensor incluye polea, flecha con tensores de tornillo o con mecanismos tensor de contra peso.

El arreglo general de varias terminales, está influenciado por la trayectoria del transportador, las tensiones de la banda en varios puntos a lo largo del transportador o por restricciones del espacio.

El equipo motriz no debe instalarse en los extremos del transportador, para aplicaciones reversibles, generalmente el sistema motriz debe de estar instalado en el centro.

Idealmente la dirección del viaje de la banda debe ser donde esta la polea motriz para crear un efecto de que se esta estirando la carga.

En transportadores largos, cargados pesadamente, y de alta velocidad, se pueden usar bandas, con valores bajos de tensión, si los esfuerzos de aceleración, están limitados a un arranque gradual, como se indica en la tabla No. 17.

Algunas de las consideraciones más importantes en el diseño y selección del equipo de terminales es el siguiente:

1) Poleas

2) Tensores

- a) Tipos de tensores
- b) Localización
- c) Cantidad de estiramiento y
- d) Viaje requerido de los tensores.

10.1.- Poleas.-

La selección de las poleas, es de considerable importancia en el diseño de un transportador de banda, debido a que las poleas afectan la tensión disponible, y vida de la banda, tamaño de flechas y baleros, tamaños y relación de velocidad del equipo reductor.

10.1.1.- Diámetro de las Poleas

El diámetro de las poleas, debe ser lo suficientemente grande, para prevenir la separación de las capas de la banda y el esfuerzo excesivo en estas, cuando la banda pasa alrededor de las poleas, mientras que las poleas requieren más espacio y un mayor par, y las relaciones de velocidad del equipo de reducción, estos usualmente se justifican por ahorros en costos de inversión y reemplazo de la banda.

La tabla No. 24. Muestra diámetros mínimos recomendados, de poleas, para varias funciones y basadas en el valor de tensión de la banda a la polea. Para materiales extremadamente calientes los diámetros de las poleas deben de ser un poco mayores que los recomendados por la tabla No. 24, estos incrementan la vida de la banda; además decrece el esfuerzo entre las capas de la banda y ayudan a compensar la deterioración del compuesto que mantiene unidas las capas.

10.1.2.- Ancho de las Poleas.-

El ancho de las poleas debe ser mayor que el ancho de la banda. El ancho estándar de las poleas excede al ancho de la banda por 5.08 cms. (2 pulgadas) para bandas hasta 106.68 cms. (42 pulgadas) y 7.62 cms. (3 pulgadas) para bandas entre 106.68 y 152.40 (42 y 60 pulgadas) y 10.16 cms (4 pulgadas) para bandas más anchas de 152.40 cms. (60 pulgadas).

Sin embargo, las poleas con caras más anchas que la estándar, son deseable para transportadores que tienen arreglos de terminales complejos o que manejan materiales pegajosos.

10.1.3.- Poleas de Retención.-

Estas son usadas para dar un enrollamiento adicional alrededor de la polea motriz y para llevar el regreso de la banda en línea con los rodillos de retorno.

10.1.4.- Poleas con Revestimiento.-

Son especialmente ventajosas para transmitir la potencia a la banda transportadora, debido a que la carrera de transporte, se obtiene una mayor tensión que con las poleas comunes y en lado flojo se proporcionan menores tensiones por el bajo valor de factor de tensión, tal como se muestra en la tabla No. 16. El revestimiento, también ayuda a lograr que las poleas se auto-limpiesen de algunos materiales que tienen la tendencia de adherirse a la superficie de la polea.

10.1.5.- Poleas con Separador Magnético.-

Son usadas con frecuencia, para remover las rebabas de algunos materiales transportados y para proteger el equipo giratorio de roturas.

10.1.6.- Velocidad de las Poleas

Esta velocidad se expresa en rev./min. Y se encuentra dividiendo la velocidad de la banda en mts./min. (pies/min.) Entre la circunferencia de la polea, en mts. (pies), como se muestra en la tabla No. 25 esta no toma en cuenta el espesor de la banda, tampoco considera el deslizamiento o el arrastre de la banda, sobre la polea, la cual puede algunas veces impedir el incremento de la velocidad y hace imposible lograr la velocidad calculada teóricamente.

TABLA No. "24"
DIAMETRO MINIMO RECOMENDADO, EN POLEAS 0

| VALOR DE TENSION DE BANDA, EN LBS/PULG DE ANCHO. | FUNCION DE LA POLEA Y ARMAZON DE LA BANDA | | | | | |
|--|---|----|---|----|----------------------------|----|
| | MOTRIZ DE LA CABEZA | | TENSOR DE COLA Y DE ALTA TENSION DE RECUBRIMIENTO | | CURVA Y DE BAJA TENSION | |
| | A | B | A | B | A | B |
| | DIAMETRO EN PULGADAS | | | | | |
| 0-100 | 16 | 16 | 15 | 15 | 12 | 12 |
| 100-150 | 20 | 20 | 18 | 16 | 16 | 16 |
| 150-200 | 20 | 20 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| 200-250 | 24 | 20 | 20 | 18 | 20 | 18 |
| 250-300 | 30 | 24 | 24 | 20 | 24 | 20 |
| 300-350 | 36 | 30 | 30 | 24 | 24 | 20 |
| 350-400 | 42 | 36 | 36 | 24 | 24 | 20 |
| 400-500 | 48 | 42 | 36 | 30 | 30 | 24 |
| 500-600 | 54 | 48 | 36 | 36 | 36 | 30 |
| 600-750 | 60 | 54 | 54 | 42 | 36 | 30 |
| 750-1000 | 72 | 60 | 60 | 48 | 48 | 36 |

- 0 Donde la tensión de la banda en la polea, es menor que el 50% del valor de tensión de banda.
- 0 Use poleas con diámetros para bandas de algodón y para todas las bandas con armazón combinada de algodón y sintética.

A= Algodón

B= Sintética

TABLA No. "25"
CIRCUNFERENCIA DE POLEAS

| DIAMETRO DE LA POLEA EN PULGADAS | CIRCUNFERENCIA DE POLEA EN PIES | DIAMETRO DE LA POLEA EN PULGADAS | CIRCUNFERENCIA DE POLEA EN PIES |
|--|---------------------------------------|--|------------------------------------|
| 16 | 4.19 | 42 | 11.00 |
| 20 | 5.24 | 48 | 12.56 |
| 24 | 6.28 | 54 | 14.13 |
| 30 | 7.85 | 60 | 15.71 |
| 36 | 9.42 | 72 | 18.84 |

10.2.- Tensores.-

El uso de tensores es necesario para:

1. Mantener la debida tensión en el lado flojo T_2 , presionar la banda a las poleas motrices, para transmitir la potencia requerida, para mover la banda.
2. Para mantener la tensión requerida en el punto de cargado de la banda, y los otros lugares a lo largo de la banda, para prevenir el pandeo excesivo.
3. Para compensar la dilatación o encogimiento de la banda.

10.2.1.- Tipos de Tensores.-

Generalmente se emplean dos tipos de tensores, que son:

A) TENSOR DE TORNILLO

Estos son usados para transportadores ligeros, con corta distancia entre centros, transportadores portátiles o en aquellos donde no se requiere un viaje largo del tensor o de ajustes frecuentes. Estos se pueden usar solamente, cuando debido a limitaciones de espacio, sea imposible o impractico, usar el tipo de gravedad.

Para reducir la frecuencia de ajustes y asegurar una presión suficiente sobre la polea, es necesario tener una gran tensión en la banda, mediante el tensor de tornillo. Esta cantidad desconocida y variante de exceso de tensión, incrementa las cargas y el desgaste en flechas y baleros, y se considera propiamente, puede algunas veces necesitarse, una banda más resistente y costosa.

Los tensores de tornillo, no deben ser usados, cuando la temperatura o cambios climatológicos cambian rápidamente o varían lo suficiente para producir grandes variaciones en la longitud de la banda.

B) TENSOR DE GRAVEDAD

Estos tensores cumplen todos los requisitos que debe tener un sistema tensor en la banda transportadora, teniendo ventajas, **tales como:**

1. *Mantienen constante la tensión seleccionada de la banda, sin necesidad de ajustes.*
2. *No requieren mas tensión que la necesaria para dar la debida presión a la banda. Sobre las poleas motrices y para prevenir el excesivo pandeo.*
3. *Minimizan los requerimientos de potencia y el desgaste de flechas, baleros y equipo motor.*
4. *Ahorran ajustes manuales.*
5. *Reducen el número de veces que la banda, debe ser acortada y unida nuevamente, debido al dilatamiento permanente.*

10.2.2.- Localización de los Tensores.-

La localización de los tensores, algunas veces esta determinada por conveniencia en la localización de los soportes y accesos de mantenimiento.

Cuando una de las poleas (al fin o principio del transportador), es usada como polea tensora, se reduce el número de poleas usadas, y el número de veces que la banda se curva sobre la polea, dando como resultado; el incremento de la vida de la banda.

Para evitar el deslizamiento y consecuentemente el desgaste de la banda, se recomienda colocar la polea tensora, tan cerca como sea posible de la polea motriz, para que prácticamente no se presente ninguna dilatación en la banda, causado por el arranque.

Los tensores de tornillo y los de gravedad horizontales son usualmente colocados en el extremo inferior del transportador. Cuando el tensor; no es posible colocarlo en el extremo del transportador, debe usarse un tensor vertical de gravedad en algún punto intermedio a lo largo del transportador.

10.2.3.- Cantidad de Estiramiento Requerida.-

La cantidad de estiramiento requerida depende de:

- a) La máxima tensión de la banda, al punto donde el tensor sea colocado.
- b) Ángulo de envolvimiento de la banda, alrededor de la polea tensora.
- c) Pendiente de la línea de viaje del tensor.

La tabla No. 26 muestra factores por lo cual la tensión de la banda puede ser multiplicada para encontrar las cargas resultantes de la polea, para varios ángulos de envolvimiento.

Cuando la línea de viaje del tensor de gravedad es vertical, el peso total de la polea, flechas baleros, y estructura es utilizada para producir el estiramiento y de este modo, la cantidad necesaria de estiramiento producida por el contrapeso, debe ser el la diferencia entre el estiramiento resultante requerido y el peso de estas partes. Cuando la línea de viaje del tensor es horizontal o ligeramente inclinada, la cantidad de estiramiento requerido por el tensor de gravedad debe ser la carga resultante en la polea tensora, mas la cantidad requerida para mover el peso de la terminal tensora, a lo largo de sus pistas o guías. Los diámetros de las poleas tensoras, son seleccionados por medio de la tabla No. 24.

10.2.4.- Longitud de Viaje del Tensor.-

La longitud de viaje del tensor, debe ser suficiente para:

- 1) Compensar la dilatación de la banda, cuando se aplica carga completa.
- 2) Compensar el dilatamiento permanente de la banda.
- 3) Compensar la elongación o contracción de la banda, debido a grandes variaciones en la temperatura u otras condiciones climatológicas.

En la tabla No. 22 se muestran porcentajes suficientes para compensar los requerimientos mencionados anteriormente, bajo la mayoría de las condiciones de operación.

Algunas veces ambos sensores, el del tornillo y el de gravedad, son usados en un mismo transportador; el sensor de gravedad asegura una constante fluctuación en la tensión de operación y el de tornillo se usa para ajustes ocasionales.