

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL SANTA FE



INFORME PROYECTO FINAL

Tema: Diseño y Montaje Puerto Dreyfus LCD Timbúes

Profesor: Ing. Monti, Rubén

Alumna Regular: Bredice, Mariela.

Año 2022

Tabla de contenido

Índice de Figuras.....	2
Índice de planos.....	3
Introducción.....	4
Cálculo del transporte.....	6
Consideraciones generales.....	6
Material a transportar.....	7
Velocidad de transporte.....	7
Área de transporte.....	7
Selección del ancho de banda y el tipo de bastidor.....	9
Diseño de los bastidores y los módulos de las cintas transportadoras a granel.....	11
Bastidores para tríos de rodillos de carga y de retorno.....	11
Selección de los rodillos.....	13
Diseño de los módulos.....	15
Espaciamiento de los bastidores.-.....	16
Distancia de transición.....	17
Alineación.....	19
Bastidores autocentrantes.....	20
Consideraciones para la selección de la banda.....	21
Factores que intervienen en la composición de las correas transportadoras.....	23
Requerimientos básicos de potencia.-.....	28
Selección del grupo motriz.....	34
Tambor motriz y factor de abrace.....	35
Sistema De Limpieza De Banda.....	42
Sistema Tensor.....	43
Montaje de los equipos.....	46
Conclusión.....	47
Lista de Referencias.....	48
Apéndice.....	49
Planos obra Dreyfus.....	51

Índice de Figuras

Figura 1: Imagen satelital de Google.....	5
Figura 2: Componentes básicos de un transportador.....	6
Figura 3: Área de transporte.....	9
Figura 4: Trío en offset.....	10
Figura 5: Luz entre rodillos en línea - Interferencia en offset.....	10
Figura 6: Tríos a 45°. Capacidad y sección de transporte según ancho de banda	11
Figura 7: Bastidor para tríos de rodillos de carga en offset.....	12
Figura 8: Rodillos de carga.....	13
Figura 9: Clasificación de los rodillos de carga según el tipo de servicio.....	14
Figura 10: Imagen de plano típico para banda 60" y tríos 45°	15
Figura 11: Espaciamiento de los bastidores de tríos y retorno.....	17
Figura 12: Distancia de transición.....	18
Figura 13: Tabla y Distancia de transición en función del ancho de banda.....	19
Figura 14: Ángulo de inclinación de los bastidores.....	20
Figura 15: Distancias recomendables entre estaciones autoalineantes.....	20
Figura 16: Trío autocentrante.....	21
Figura 17 : Consideraciones para seleccionar una banda adecuada.....	22
Figura 18: Ejemplos de bandas transportadoras	24
Figura 19: Selección de la calidad de la cubierta.....	24
Figura 20: Tensiones máximas admisibles en las bandas.....	26
Figura 21: Carga máxima de trabajo en kg/cm de ancho y por tela.....	27
Figura 22: Gráfico de tensiones en un transportador.....	27
Figura 23: Valores de k_1 , k_2 y f	28
Figura 24: Esquema básico de las dimensiones cinta transportadora.....	29
Figura 25: Cuadro de orientación para tablas.....	30
Figura 26: Tabla 9.....	31
Figura 27: Tabla 12.....	32
Figura 28: Tabla 14.....	33
Figura 29: Expresión para obtener el diámetro mínimo del tambor motriz.....	36
Figura .30:.. Plano del conjunto del Rolo Motriz.....	37
Figura 31: Peso de las partes móviles.....	38
Figura 32: Rolo Motriz, montado en el reductor.....	38
Figura 33: Rolo Motriz.....	39
Figura 34: Ángulo de abrace para transportadores inclinados.....	39
Figura 35: Distribución de tensiones en el Tambor Motriz.....	40
Figura 36: Ángulo de abrace y coeficiente de fricción.....	40
Figura 37: Ubicación rascador con torsionador de poliuretano.....	42
Figura 38: Rascador con torsionador de poliuretano.....	42
Figura 39: Limpiador en V.....	43
Figura 40: Ubicación del Sistema Tensor por contrapesos.....	44
Figura 41: Montaje de cinta en túnel.....	48
Figura 42: Construcción de Foso de Quiebre.....	48
Figura 43: Armado del Cabezal Motriz en Fábrica.....	49
Figura 44: Montaje de cinta en galería	49

Índice de planos

Flowsheet Recepción, molienda y embarque.....	52
Implantación Cinta 058 MUC.....	53

Introducción

En el presente informe voy a desarrollar una obra de diseño y montaje que realicé mientras me desempeñaba como Dibujante Proyectista en la oficina técnica de la empresa INHSA (hoy Innova).

La obra se desarrolló en dos etapas, en las cuales tuve participación, en la primera como Dibujante-Proyectista y en la segunda como Líder de Proyectos.

Contexto:

Inaugurado en abril de 2010, el puerto Dreyfus Timbúes, perteneciente a la empresa LCD Argentina S.A. (ex Louis Dreyfus y Cía. Ltda.), está ubicado en la localidad de Timbúes, en el departamento de San Lorenzo, provincia de Santa Fe, sobre la margen derecha del Río Coronda, a la altura del Km. 464 del Río Paraná.

El Puerto Dreyfus Timbúes forma parte del Complejo Industrial Portuario LCD Argentina S.A. y se clasifica como particular, de uso privado y con destino comercial e industrial.

El Complejo Industrial está destinado a la molienda y procesamiento de oleaginosas, la exportación de subproductos de molienda (pellets y harinas) y la recepción acondicionamiento, almacenamiento y embarque de graneles sólidos y líquidos.

Esta obra portuaria, cuya línea de atraque se encuentra a 90 metros de la barranca costera, el muelle fue diseñado para recibir buques tanques y graneleros de hasta 270 metros de eslora (tipo Cape Size). La obra de atraque cuenta con tres torres de embarque vinculadas por las galerías de embarque de 48 metros cada una y por la galería de transferencia que aloja dos cintas transportadores; con capacidad de embarque de 1.200 tn/h, cada una; y se desarrolla entre el edificio de balanzas de embarque y la torre de embarque central de 122 metros aproximadamente.



Figura 1: Imagen satelital de Google.

El pliego de licitación, es de donde se toman los primeros datos para calcular y diseñar todo el sistema de transporte a granel de cereales. Éste provee un flowsheet con los equipos a construir, sus correspondientes TAGs, el caudal requerido, el largo aproximado y otros detalles constructivos a tener en cuenta.

Se realiza una planilla con los datos antes mencionados y se procede al cálculo de cada equipo. La empresa posee una planilla de cálculo de equipos que determina los componentes principales de las unidades. Luego cada Líder de Obra, verifica a partir de las dimensiones principales la potencia requerida, como detalle más adelante el procedimiento.

Para determinar el ancho de la cinta, los rodillos, la banda, el sistema motriz, el sistema tensor y los demás elementos constituyentes, se realizan los cálculos y la selección bajo Norma CEMA (Conveyor Equipment Manufacturers Association).

Desde el flowsheet se determina el tipo de cinta que se requiere ya que "...se pueden hacer diversas combinaciones en cuanto a rutas o caminos...Se tienen horizontales, verticales, inclinadas y curvas." (CEMA, pág.20).

Cálculo del transporte

Consideraciones generales

La obra a exponer consta en una primera etapa del diseño, cálculo, ejecución y montaje de 25 cintas transportadoras y 7 elevadores (norias). Como se puede observar en el flowsheet, el sistema transporta el material a granel desde la descarga de camiones, donde se recoge el material y se almacena en silos y se lleva hasta los 3 pescantes para realizar el embarque, previo pesaje. Una parte del material se transporta al sistema de molienda y desde allí también se distribuye a los pescantes de embarque. Desde los silos de almacenaje post molienda, el material se transporta a través de roscas que alimentan el circuito de carga.

En una segunda etapa, se realiza el circuito con los transportadores “mellizos” ubicados paralelamente a los primeros para incrementar el caudal de transporte.

Se debe tener en cuenta que algunos transportes se condicionan a elevar su capacidad o caudal de material a transportar. Es decir, algunas cintas que tienen como capacidad normal de transporte 1600 ton/h, se deben poder incrementar a 1800 ton/h como indica el flowsheet del pliego.

También se debe unificar la producción de los elementos constituyentes de las cintas por lo que los cálculos se basan en las capacidades máximas a transportar y en las pendientes máximas requeridas.

Todos los cálculos y consideraciones se basan en la Norma CEMA (Conveyor Equipment Manufacturers Association).

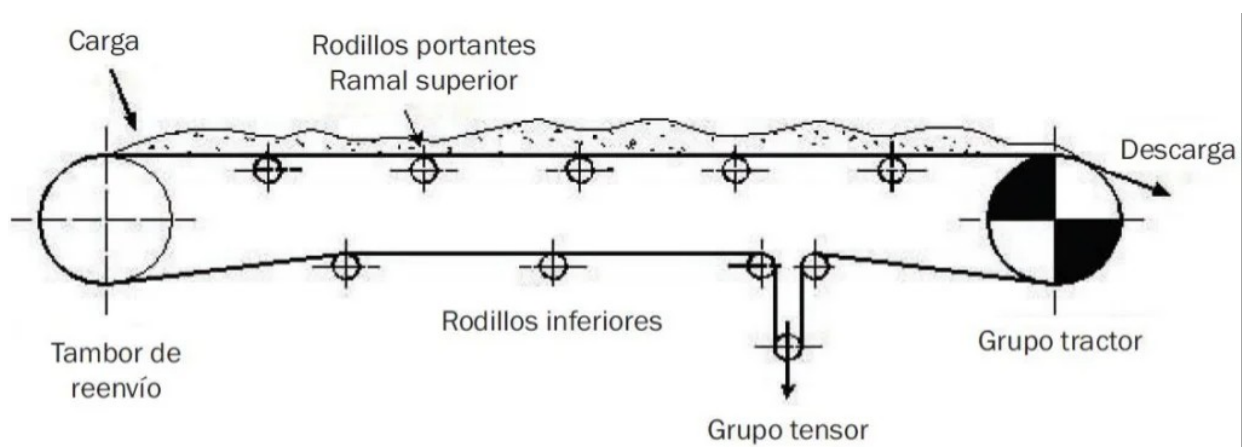


Figura 2: Componentes básicos de un transportador

Los elementos necesarios para comenzar a analizar la obra son: (Cálculo de Cintas Transportadoras - Pirelli, pág. 11, basados en las Normas CEMA):

1. Material a transportar
2. Caudal o capacidad requeridos
3. Disposición y longitud de cinta.

“...Es necesario tener pleno conocimiento de las características del material a transportar tales como la densidad, el tamaño del terrón y su proporción con respecto al fino, humedad, si es aceitoso, si es adherible, si es higroscópico, cuán abrasivo es, si produce daños a la salud, su aspecto físico, si es angular, redondo, duro, frágil, si se ha compactado, su temperatura, etc...” (CEMA, pág. 25).

Otro factor de fundamental importancia es la temperatura y la corrosividad de material a transportar que va a influir en la selección de la banda y los recubrimientos de las partes en contacto.

En el caso de necesitar un trato adecuado, que entregue la máxima protección al material que se transporta, (ej. en el manejo de semillas), se debe optar en lo posible por la utilización de cintas transportadoras, teniendo en cuenta que, todos los otros tipos de transportes, por su forma operativa, generan algún tipo de acción directa sobre el material transportado.

Material a transportar

El material a transportar es granos y harina de soja, por lo que, según la tabla 3-3 (CEMA, pág.38) se toma como densidad para soybeans whole $d=45-50 \text{ lbs/ft}^3$ o aprox. $d=720-800 \text{ kg/m}^3$, $12-16^\circ$ de inclinación máxima y $21-28^\circ$ de ángulo de reposo, considerado como material no abrasivo, Código: C27NW.

Velocidad de transporte

La velocidad máxima de transporte para cereales según la norma CEMA (pág. 43, tabla 4-1) varía para cereales entre 2,5 m/s y 4 m/s. Se adoptan 3 m/s, considerando que “...los materiales pulverulentos deberían ser transportados a bajas velocidades para minimizar el levantamiento de polvo, particularmente, en los puntos de carga y de descarga...” (CEMA, pág. 41).

Área de transporte

El caudal o capacidad de transporte está dada por la expresión:

$$Q = A * V * d$$

Donde:

A: Área de transporte

V: Velocidad de transporte

d: densidad del material a transportar

Entonces, para el caudal exigido por pliego para cada cinta, se despeja el área o sección transversal de transporte. Este área, según la norma CEMA está basado en dos condiciones, primero, que la carga de material sobre la cinta no llegue a los bordes de la correa o banda. Según la norma, la distancia aceptada desde el borde del material al borde de la correa es:

$$\text{Distancia estándar de borde} = 0,055 * b + 0,9 \text{ inch}$$

Donde b es el ancho de la banda en pulgadas

La segunda condición es que el borde superior de la carga del material será el arco de una tangente de círculo en los bordes de la carga, de donde parte el ángulo de carga. (CEMA, pág. 44).

En la práctica, se establece que para cereales, se utilizan tríos de rodillos a 45°. Esta configuración garantiza el acomodamiento del material a granel y optimiza el área de transporte.

“...Basado sobre un análisis hecho por ocho fabricantes de cintas, en bastidores acanalados tipo tres rodillos iguales, la longitud de la superficie plana del rodillo del centro promedia $0,371 \times b$, donde b es el ancho de la correa, en pulgadas...” (CEMA, pág. 44)

También la norma indica que sobre la banda, la distancia plana de la superficie de carga de la cinta encima del rodillo central del bastidor es $\frac{1}{4}$ inch más grande que la longitud del rodillo central.

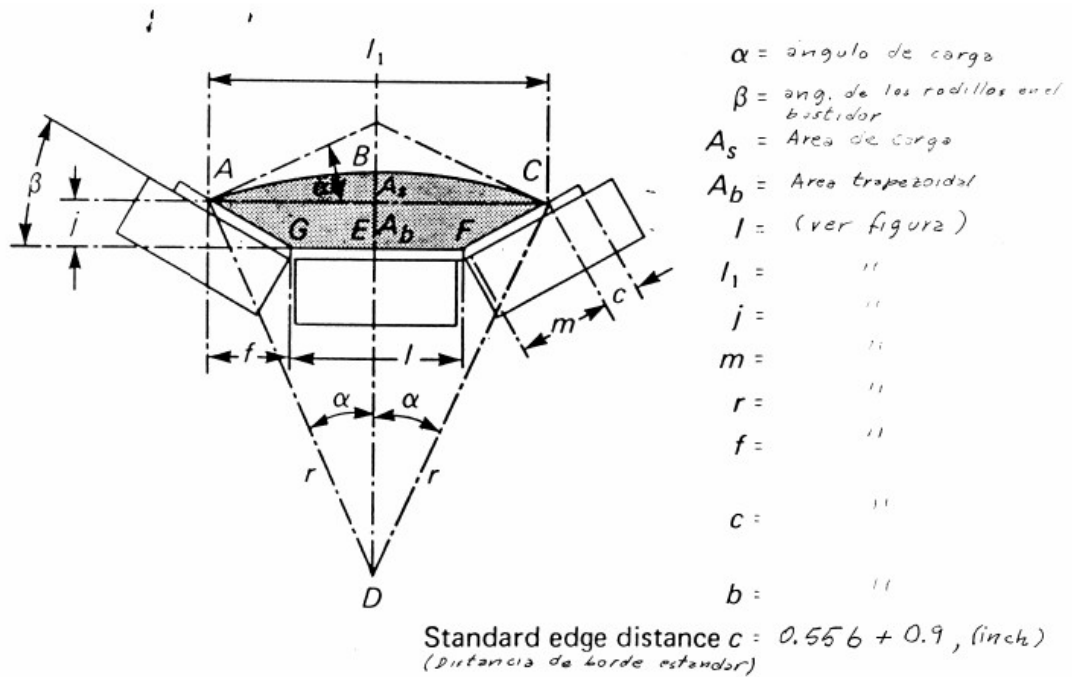


FIGURE 4.2. *Area of load cross section.*
 (Área de Carga de la sección transversal)

Figura 3: Área de transporte. Norma CEMA.

-45-

Sabiendo que:

$V = 3 \text{ m/s}$

$Q = 2000 \text{ t/h}$ (la mayor de todas las solicitadas)

$d = 800 \text{ kg/m}^3$

Hallamos el área requerida:

$A = Q/(V*d) = (2000*1000 \text{ kg/h} * 1/3600 \text{ s/h}) / (3 \text{ m/s} * 800 \text{ kg/m}^3) = 0,23 \text{ m}^2 = 2,5 \text{ ft}^2$

Selección del ancho de banda y el tipo de bastidor

Dicha área total, despejada del cálculo de la capacidad del transporte, se utiliza para ingresar a la tabla para determinar el ancho de banda del transportador. El procedimiento de selección del trío adecuado es a partir del área, la velocidad de la cinta adoptada y el ancho de banda seleccionado por tabla. La tabla también nos proporciona el valor del diámetro de los rodillos. Tabla 5-1, (CEMA, pág. 52).

Para el caso de esta obra, por pliego, la Empresa Louis Dreyfus & Cía. proveyó la banda de 60" para todas las cintas de esta Primera Etapa y la Segunda.

Los bastidores para tríos de rodillos de carga (donde se ubican los rodillos), poseen generalmente dos configuraciones a saber: rodillos en línea y offset. La más comúnmente difundida es la compuesta por tres rodillos en línea de igual longitud. En la configuración offset, los rodillos exteriores se encuentran ubicados en un plano distinto del plano del rodillo central horizontal. Esta configuración es muy popular en la industria del grano y en otras, donde se usan anchos de banda medios y pequeños como por ejemplo la industria de minería subterránea.

La ventaja de la configuración offset frente a la configuración en línea, es que se elimina por completo la luz entre rodillos, y por lo tanto la posibilidad de fatigas en esa zona. La ubicación del rodillo central, debe ser dispuesto de frente respecto al avance de la banda transportadora. Esto es debido a que el rodillo central eleva primero la banda y después esta entra en contacto con los rodillos laterales, acomodándose de ese modo a la forma abarquillada.

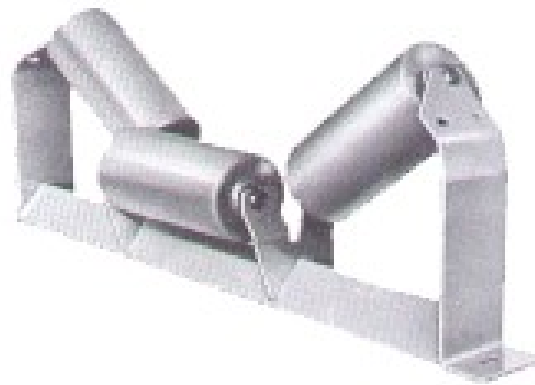


Figura 4: Trío en offset

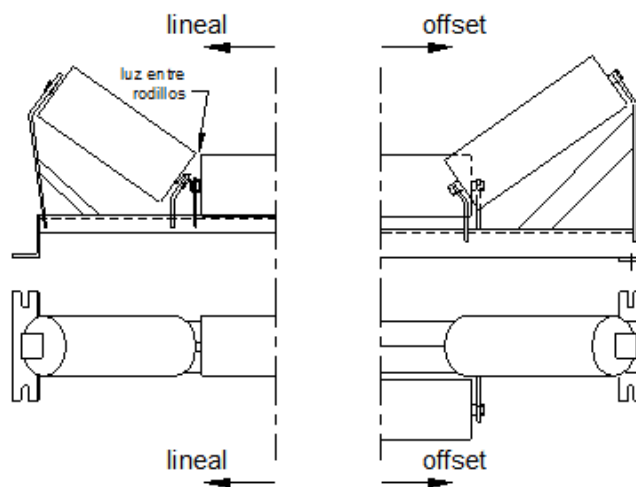


Figura 5: Luz entre rodillos en línea

Interferencia en offset

Teniendo en cuenta una reducción en el área real de transporte debido a la interferencia entre los rodillos, ingresamos a la tabla 4-4 para verificar los valores.

El Angulo de Reacomodamiento Dinámico "α" constituye también otra de las características propias del material pero en este caso con el mismo en "movimiento". Este nuevo ángulo (de aproximadamente 5° a 15° menor al de reposo) se da independientemente del tipo de geometría de la cama e inclinación de los rodillos del transportador.

Siendo el ángulo de acomodamiento estático del material entre 21° y 28°, disminuyéndolo en 10°, nos queda aproximadamente 10°, ingresando a la siguiente tabla, para 60" de banda tenemos el área calculada con la configuración de rodillos en offset con un margen de 10% en exceso.

La capacidad está determinada a una velocidad de 0,5 m/s, por lo que multiplicándola por 6, nos quedaría:

$$Q = 16.312 \text{ ft}^3/\text{h} * 6 = 97.872 \text{ ft}^3/\text{h} (2760 \text{ kg/h})$$

Regulando la velocidad de transporte, podemos variar el caudal al deseado.

TABLE 4-4. 45° Troughed Belt—Three Equal Rolls Standard Edge Distance = 0.055b + 0.9 Inch

Belt Width (Inches)	<i>A_c</i> - Cross Section of Load (Ft ²)							Capacity at 100 FPM (Ft ³ /Hr)						
	Surcharge Angle							Surcharge Angle						
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
18	.170	.184	.199	.214	.230	.245	.262	1021	1109	1198	1289	1380	1475	1572
24	.327	.355	.383	.411	.439	.469	.499	1967	2132	2299	2467	2638	2814	2996
30	.536	.580	.625	.670	.716	.763	.812	3218	3484	3752	4023	4299	4581	4873
36	.795	.860	.926	.992	1.060	1.129	1.200	4775	5165	5558	5955	6360	6775	7204
42	1.106	1.195	1.286	1.377	1.470	1.566	1.664	6636	7175	7717	8265	8824	9397	9987
48	1.467	1.585	1.704	1.825	1.948	2.074	2.204	8803	9514	10229	10953	11690	12445	13224
54	1.879	2.030	2.182	2.336	2.492	2.653	2.819	11276	12182	13094	14017	14957	15921	16915
60	2.342	2.529	2.718	2.909	3.104	3.303	3.509	14053	15179	16312	17458	18626	19823	21068
72	3.420	3.693	3.967	4.245	4.528	4.818	5.117	20524	22160	23807	25473	27171	28910	30705
84	4.702	5.076	5.452	5.832	6.220	6.617	7.027	28216	30458	32713	34997	37322	39706	42165
96	6.188	6.678	7.172	7.671	8.180	8.701	9.239	37128	40071	43032	46029	49081	52210	55437

Figura 6: Tríos a 45°. Capacidad y sección de transporte según ancho de banda

Diseño de los bastidores y los módulos de las cintas transportadoras a granel

Bastidores para tríos de rodillos de carga y de retorno

Los bastidores acanalados (abarquillados) son diseñados con el fin de montar los rodillos de carga de forma tal que la banda copie la geometría, definida anteriormente, que permite garantizar

el caudal deseado de material y que la banda corra en forma adecuada para que no se corte. Ya hemos visto que la configuración de los rodillos en offset llevan una pequeña modificación en los bastidores de los tríos.

El diseño de los tríos corresponde a la Norma CEMA Standard N° 502: Bulk Material Belt Conveyor. Trough an return Idlers. Seleccion and Dimensions whith Metric Conversion.

Las cintas de transporte de toda la obra son configuradas con tríos de rodillos de carga en offset de igual longitud y rodillos de retorno. "...La inclinación de los rodillos extremos sirve para levantar los bordes de la cinta, previniendo ó minimizando así el derramamiento..." (CEMA, pág.54)

La inclinación a 45° de los rodillos recomendados para el transporte a granel de cereales, permite un elevado caudal de transporte de material a una velocidad determinada por norma. Esto se transfiere al diseño y los materiales a adoptar ya que el peso del material transportado debe ser soportado por la estructura de la cinta.

En este tipo de equipos se debe tener en cuenta que los elementos constitutivos son sometidos a vibraciones y que se debe tratar que los componentes móviles sean balanceados correctamente para evitar roturas prematuras que podrían generar algún tipo de accidente indeseado.

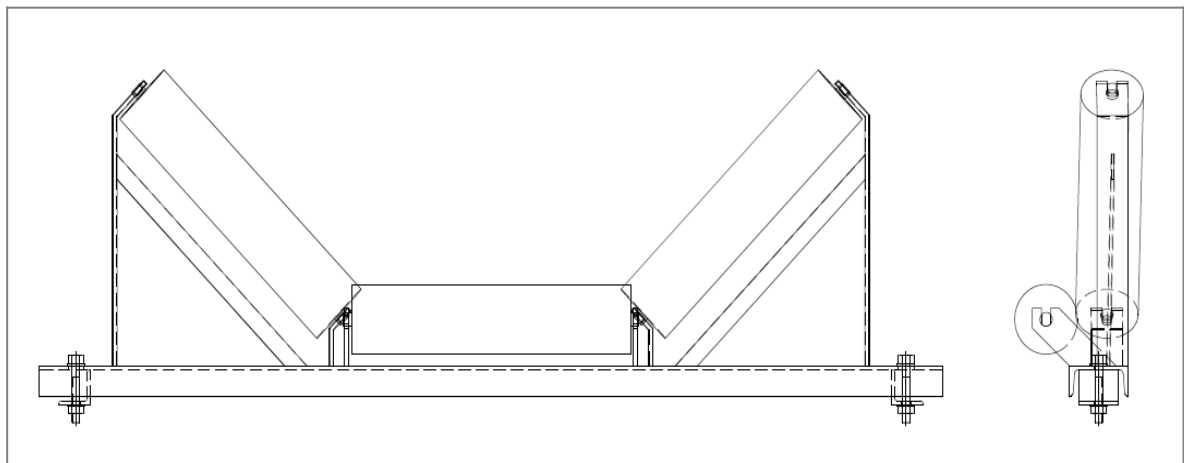


Figura 7: Bastidor para tríos de rodillos de carga en offset

Los bastidores de carga se confeccionan con perfiles normalizados PNU y chapa plegada, con correderas fresadas para permitir su alineación. Se selecciona el tamaño del perfil de soporte, como se ve en la figura, de acuerdo con el estudio de resistencia por viga simplemente apoyada teniendo en cuenta los pesos que inciden, las vibraciones y la luz entre apoyos. La disposición

"hacia abajo" impide la acumulación de material transportado y en suspensión, también la instalación de nidos de animales (palomas y roedores). Esto último es un factor fundamental a tener en cuenta en el diseño de todos los equipos ya que, además de contaminar el material transportado, los desechos causados por los animales, percuden los materiales y disminuye en consecuencia, la vida útil de la instalación..

La sujeción a los largueros de los módulos se realiza en forma simple con un perfil angular sujeto con un bulón no menor a 1/2" galvanizado, como especifica la norma. Este sistema permite la alineación de los tríos para no tensionar la banda y le produzca roturas o la desvíe.

Los bastidores de retorno soportan la cinta en el camino de regreso y están suspendidos debajo de la estructura del módulo por medio de unos plegados de chapa, de modo que queden visibles y de fácil acceso para su recambio o mantenimiento.

Selección de los rodillos

"La selección del diámetro del rodillo y el tamaño del cojinete y el eje, están basados en el tipo de servicio, condición de operación, llevado de la carga, y la velocidad de la cinta" (CEMA, pág. 51).

La vida de los rodillos está determinada por una combinación de muchos factores tales como sellos, cojinetes, espesores del tubo, mantenimiento, condición ambiental, y densidad de la carga. Si bien es cierto que a menudo se toma la vida del cojinete como indicador de la vida del bastidor, no es menos cierto que existen otras variables que pudieran ser mas importantes como mejor indicador (Ej. efectividad de los sellos).



Figura 8: Rodillos de carga

En la próxima tabla (CEMA, pág. 51) podemos observar la clasificación de los rodillos según el tipo de esfuerzo al que está sometido y el diámetro en pulgadas.

TABLE 5-1. Idler Classification

<i>Classification</i>	<i>Former series no.</i>	<i>Roll diameter (inches)</i>	<i>Description</i>
A4	I	4	Light duty
A5	I	5	" "
B4	II	4	" "
B5	II	5	" "
C4	III	4	Medium duty
C5	III	5	" "
C6	IV	6	" "
D5	NA	5	" "
D6	NA	6	" "
E6	V	6	Heavy duty
E7	VI	7	" "

Figura 9: Clasificación de los rodillos de carga según el tipo de servicio

Los rodillos , aptos para servicio pesado, con un diámetro exterior según cálculo bajo Norma CEMA C5, son construidos con tubo de acero SAE 1010 con costura y espesor mínimo de 6mm fijados con cojinetes rodamientos rígidos de bolas (SFK) y sellos antifricción, y montados sobre ejes de Diámetro de 25mm para cintas hasta ancho 30” y 30mm para superiores. Éstos a su vez, van ubicados en las cavidades correspondientes en el bastidor.

“ ...La resistencia a la fricción de los rodillos de los bastidores influye sobre la tensión de la cinta, y en consecuencia, con los requerimientos de potencia del transportador. El diámetro del rodillo, el diseño del cojinete, y los requerimientos de sellado, constituyen los mayores componentes que afectan la resistencia friccional....” (CEMA, pág. 51)

El término vida útil (BU) será usado en vez de los términos comunes para la vida del cojinete B -10 ó L-10. BU es mas largo en tiempo que B-10 ó L-10, y representa el punto estadístico en horas donde un mínimo del 90% de los cojinetes estará todavía funcional sin incremento en el torque, ó de ruido. Las tablas 5-8 a 5 -12 (CEMA, pág. 68), muestran la capacidad de carga para bastidores con rodillos de igual longitud A, B, C, D, y E . Estas capacidades están basadas en vida BU del cojinete de 90000 horas mínimo a 500 rpm.

Los rodillos, al igual que la mayoría de los elementos constitutivos de los equipos, deben diseñarse para obtener la mayor estandarización con el fin de reducir el stock de repuestos y facilitar el mantenimiento.

Éstos se construyen con tubos sin costura SCH40 Diámetro 5" espesor:6,55 mm, de 566 mm de largo y son provistos por la empresa pero no diseñados en la Oficina Técnica

Diseño de los módulos

Los módulos estandarizados son estructuras simples donde se montan los soportes de tríos de carga, de retorno, los tríos autocentrantes, los rascadores y demás constitutivos de la cinta transportadora. Tiene el ancho adecuado para la colocación de los elementos mencionados, como se puede apreciar a continuación:

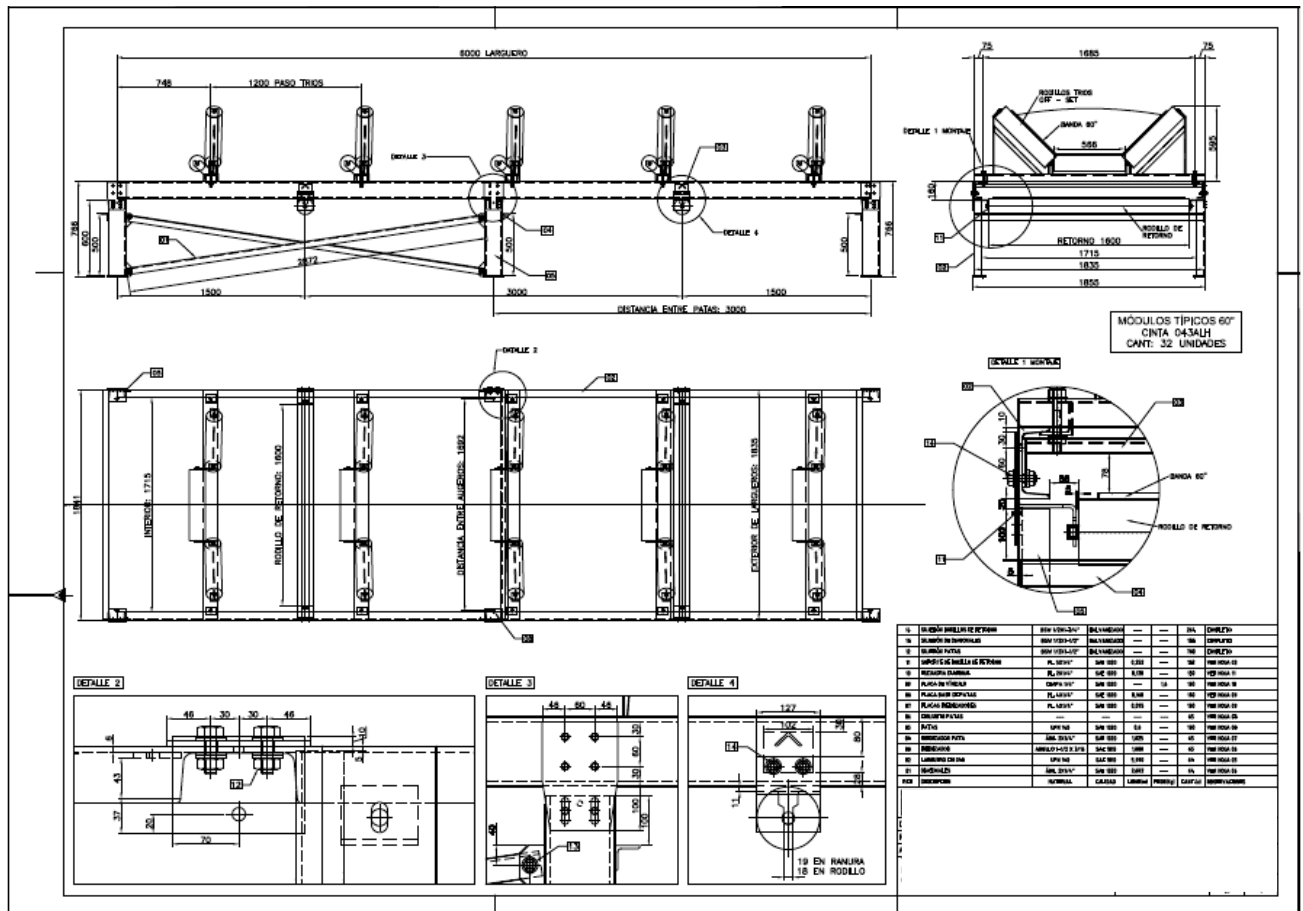


Figura 10: Imagen de plano típico para banda 60" y tríos 45°

Estos módulos se diseñan de 6 m de longitud, se construyen en serie y, llegando al cabezal de cola, se realiza un módulo de ajuste.

Las dimensiones del módulo corresponden a la longitud estándar de comercialización de los perfiles constitutivos, para las cintas de 60" son los UPN 140.. La selección de dichos perfiles refiere a varios ítems a saber:

- Verifican por resistencia a las cargas propias del módulo, los materiales a transportar, las tensiones ejercidas por la banda y las vibraciones ocasionadas por la carga del material, la detención del equipo, el arranque, la fluctuación de la carga.
- El diseño facilita la incorporación de los plegados y placas soportes de los diferentes elementos: rodillos de retorno, soporte de tríos, patas, rigidizadores y placas de fijación.
- Las patas comparten el material para unificarlos y facilitar la compra en cantidad.
- La disposición con las alas hacia adentro evita que el material se acumule en los laterales. También evita la instalación de roedores y palomas.

Las placas soporte de los rodillos de retorno son plegadas y tienen un punzonado para que el eje del rodillo calce sobre ésta sin dificultad, a través de un aplanamiento en la punta de los ejes de los rodillos.

Las placas para soportar las patas se diseñan con correderas para permitir la regulación de altura del módulo y el alineamiento del equipo.

Las placas que tocan el piso tienen una perforación para abulonarla al inserto destinado a tal fin.

Las patas entre pares paralelos se sujetan mediante un perfil angular para rigidizar la estructura.

Los módulos cuentan con un refuerzo de perfil ángulo en diagonal, ubicado en medio módulo, para reducir las tensiones ocasionadas por el movimiento.

Ambos refuerzos se ubican con la cavidad angular hacia abajo para evitar la acumulación de material.

Espaciamiento de los bastidores.-

Los factores a considerar para la selección del espaciamiento de los bastidores son: el peso de la correa, el peso del material, la clasificación del bastidor, la flecha, la vida del bastidor, capacidad de la correa, y la tensión de la correa.(CEMA, pág.60) Los espaciamientos recomendados en la norma se detallan en la siguiente tabla para los bastidores de carga y los de retorno.

TABLE 5-2. Suggested Normal Spacing of Belt Idlers (S_i)*

Belt Width (Inches)	Troughing idlers Weight of material handled, lbs per cu ft						Return Idlers
	30	50	75	100	150	200	
18	5.5 ft	5.0 ft	5.0 ft	5.0 ft	4.5 ft	4.5 ft	10.0 ft
24	5.0 ft	4.5 ft	4.5 ft	4.0 ft	4.0 ft	4.0 ft	10.0 ft
30	5.0 ft	4.5 ft	4.5 ft	4.0 ft	4.0 ft	4.0 ft	10.0 ft
36	5.0 ft	4.5 ft	4.0 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.5 ft	10.0 ft
42	4.5 ft	4.5 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
48	4.5 ft	4.0 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
54	4.5 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
60	4.0 ft	4.0 ft	3.5 ft	3.0 ft	3.0 ft	3.0 ft	10.0 ft
72	4.0 ft	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	2.5 ft	2.5 ft	8.0 ft
84	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	2.5 ft	2.5 ft	2.0 ft	8.0 ft
96	3.5 ft	3.5 ft	3.0 ft	2.5 ft	2.0 ft	2.0 ft	8.0 ft

* Spacing may be limited by load rating of idler. See idler load ratings in Tables 5-8—5-12.

Figura 11: Espaciamiento de los bastidores de tríos y retorno

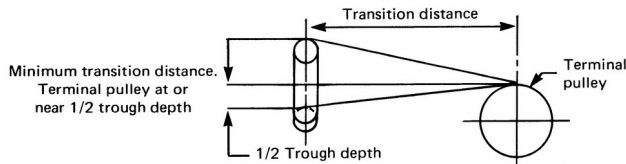
Podemos comprobar en el plano típico que, la distancia entre tríos para el material transportado, por norma es de 4 ft= 1,219 m y se ubican a 1200 mm. De la misma forma, los rodillos de retorno tienen que tener una distancia mínima entre sí de 10 ft =3.048 m y se colocan a 3000 mm.

Normalmente los bastidores de carga, en la zona de cargado, son espaciados a la mitad (ó menos) del espaciamiento normal sugerido en la tabla 5-2.(CEMA, pág. 62)

Distancia de transición

La tabla 5-3 (CEMA, pág. 63) muestra las distancias de transición recomendadas para varios ángulos de canal, tensión de cinta, y tipos de correaje. En ningún caso debería excederse la capacidad del bastidor.

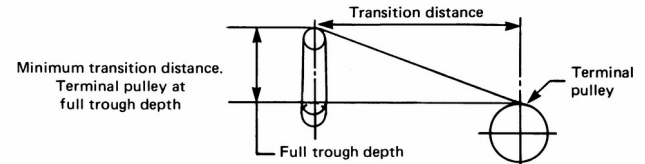
TABLE 5-3. Recommended Minimum Transition Distances



Idler Angle	% Rated Tension	Fabric Belts	Steel Cable Belts
20°	Over 90	.9b	2.0b
	60 to 90	.8b	1.6b
	Less than 60	.6b	1.0b
35°	Over 90	1.6b	3.4b
	60 to 90	1.3b	2.6b
	Less than 60	1.0b	1.8b
45°	Over 90	2.0b	4.0b
	60 to 90	1.6b	3.2b
	Less than 60	1.3b	2.3b

b = Belt width (transition distance will be in the same units as those used for b).

TABLE 5-3. continued. Recommended Minimum Transition Distances



Idler Angle	% Rated Tension	Fabric Belts	Steel Cable Belts
20°	Over 90	1.8b	4.0b
	60 to 90	1.6b	3.2b
	Less than 60	1.2b	2.8b
35°	Over 90	3.2b	6.8b
	60 to 90	2.4b	5.2b
	Less than 60	1.8b	3.6b
45°	Over 90	4.0b	8.0b
	60 to 90	3.2b	6.4b
	Less than 60	2.4b	4.4b

b = Belt width (transition distance will be in the same units as those used for b).

Figura 12: Distancia de transición

La transición no es más que el cambio de planos de la correa, es decir el pasaje de plano a abarquillado o viceversa. En la transición la correa está sometida a un desequilibrio de tensiones entre los bordes y el centro de la banda. Y para evitar una tensión excesivamente alta de borde, la distancia de transición debe ser cuidadosamente analizada.

En estos puntos la transición puede ser de dos tipos, utilizamos el segundo criterio donde la transición es más suave y la correa no se encuentra excesivamente sometida a un desequilibrio de tensiones.

Caso B - Línea media coincidente con parte superior del rolo: Cuando la línea de trabajo media (centro medio del acanalado) coincide con la línea superior del tambor (motriz o tensor) y la línea superior del rodillo horizontal.

Angulo de incl. rodillos laterales [°]	Porcentaje de T ad. %	Transición min. en función del ancho de banda L
20	>90	.9 L
	60 a 90	.8 L
	<60	.6 L
35	>90	1.6 L
	60 a 90	1.3 L
	<60	1.0 L
45	>90	2 L
	60 a 90	1.6 L
	<60	1.3 L

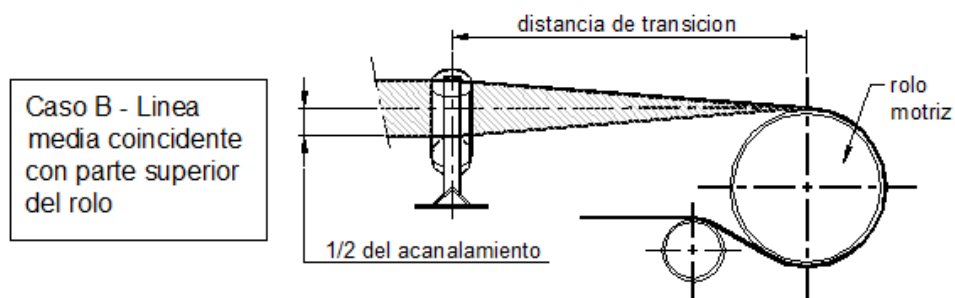


Figura 13: Tabla y Distancia de transición

Para acompañar la transición, se colocan tríos de 35° y 20° en esta longitud.

Alineación

Algunos de los bastidores pueden ser sesgados tal que el rodillo horizontal del bastidor tenga una pequeña desviación angular con el center-line de la cinta. Las ménsulas que soportan el ensamble de los rodillos del bastidor tienen huecos alargados tal que el movimiento de los bastidores sea posible (OJO: esto no aplica a transportadores reversibles).

Algunos ó todos los rodillos de los bastidores acanalados no deberían inclinarse más de dos grados con la vertical en la dirección del viaje de la cinta (OJO: a los bastidores acanalados que tienen la inclinación incorporada no deberían dárseles inclinación).

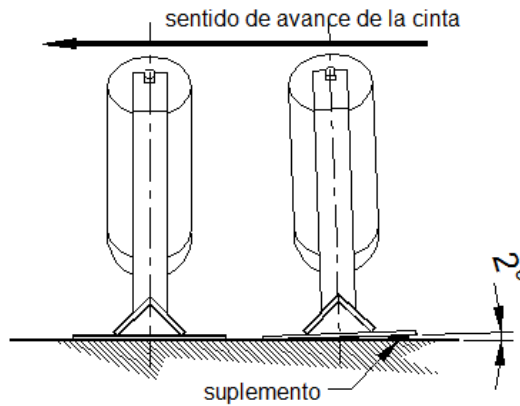


Figura 14: Ángulo de inclinación de los bastidores

En el caso de transportadores reversibles, los bastidores no deberían ser inclinados, ya que la desalineación de la correa se acentuaría cuando ésta corriera en dirección reversa.

Los bastidores guía pueden ser instalados para reemplazar uno que otro bastidor de carga ó retorno sin dificultad, solamente en un área donde otras medidas correctivas no fueran adecuadas. Estos bastidores deberían estar normalmente cuando menos a 50 ft de los terminales, ó de poleas deflectoras.

Bastidores autocentrantes

Estos bastidores se utilizan para evitar que a banda se desalinee. Estos cuentan con un trío montado sobre un pivote central. También cuenta con unos rodillos laterales que estimula que la banda regrese a la línea central.

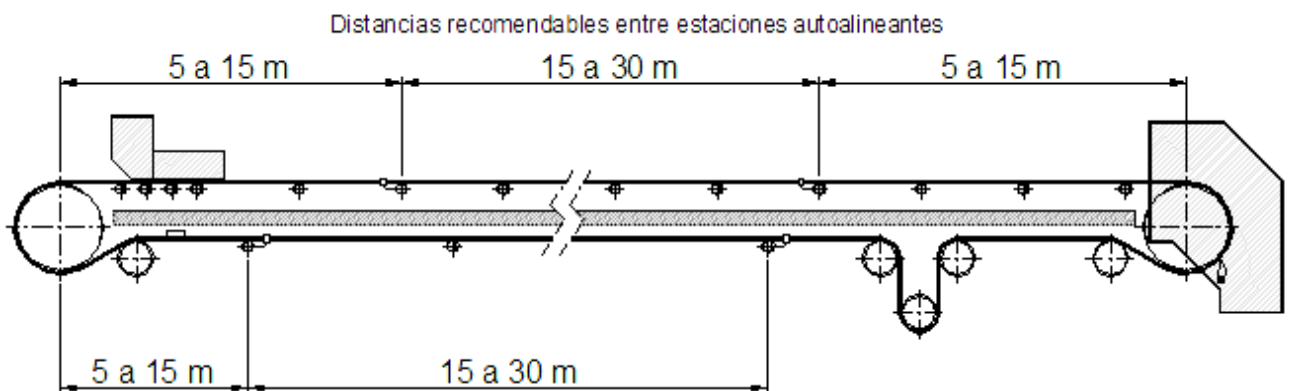


Figura 15: Distancias recomendables entre estaciones autoalineantes



Figura 16: Trío autocentrante

Consideraciones para la selección de la banda

Para la selección de la banda adecuada se debe tener claro conocimiento de los requerimientos del transportador, es decir que, para determinar las especificaciones de la cinta, se deben conocer los siguientes detalles:

- 1.- Material a transportar: Densidad, Tamaño del terrón, Presencia de aceite ó químicos (si hay), Temperatura máxima (si el material es caliente), Resistencia al fuego.
- 2.- Máxima rata de carga (capacidad)
- 3.- Ancho de cinta
- 4.- Velocidad
- 5.- Perfil del transportador: Distancia, elevación, inclinaciones, localización y radio de las curvas verticales.
- 6.- Tipos de accionamiento: Simple o doble, Poleas (superficie, diámetros), Tipo de arranque.
- 7.- Compensador: Tipo, Localización
- 8.- Bastidores: Tipos, Rodillos, Ángulo del canal, Espaciamiento.
- 9.- Cargas y descargas.
- 10.- Tipos de empalmes.
- 11.- Condiciones ambientales (Temperatura más baja de operación, etc.).

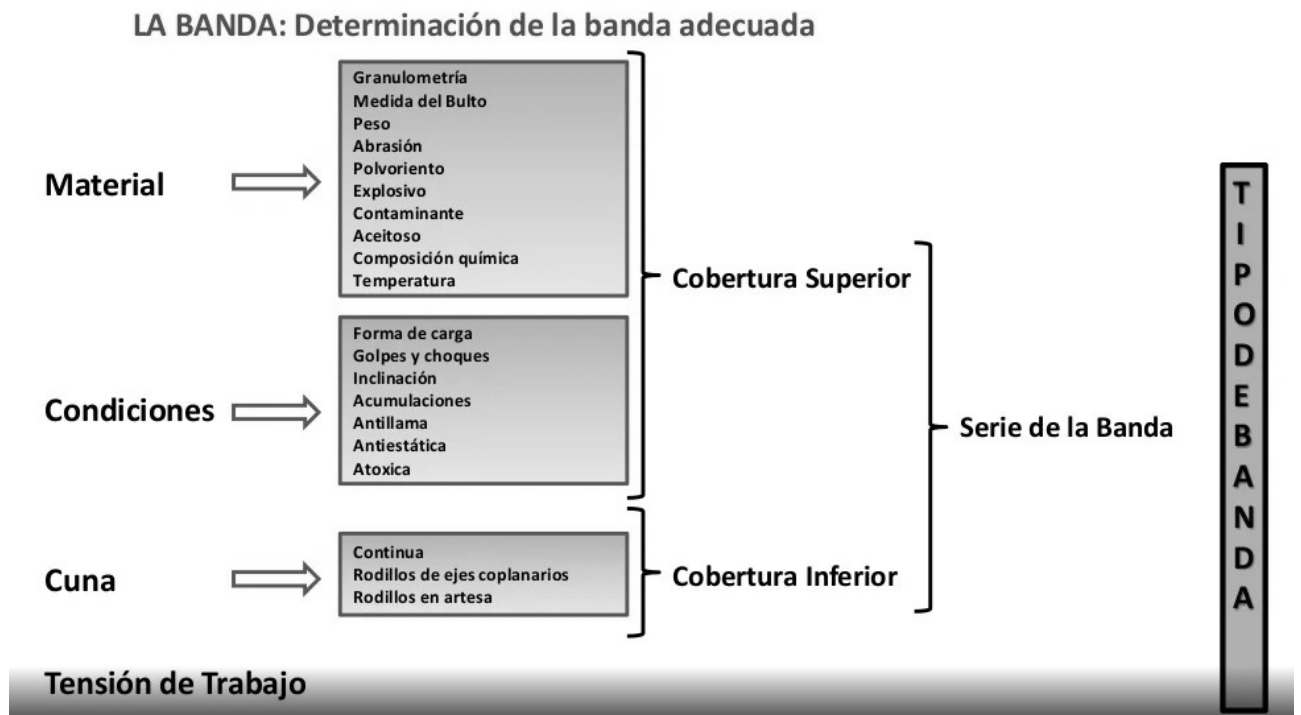


Figura 17 : Consideraciones para seleccionar una banda adecuada

En la actualidad se pueden encontrar en el mercado bandas especiales que resisten ángulos de abarquillado de hasta 90°. Esta es una solución que puede ser tenida en cuenta ante falta de espacio o necesidad de grandes volúmenes de material a transportar.

En tanto más inclinación se utilice, mayor es el volumen a transportar con un mismo ancho de banda, pero también, mayor es la tensión transversal que se genera en la banda, por lo cual se debe analizar con sumo cuidado el número y tipo de telas que admitan el trabajo bajo cada uno de los abarquillados propuestos, para lo cual intervienen la separación entre cada estación de trío, la velocidad, y el peso específico del material.

A manera de ejemplo, una banda que fuera a manejar soja y pellet, en idéntica capacidad volumétrica, se deberá considerar que el peso ejercido por la soja, que es superior, es la que genera la selección de la banda. Cada fabricante de bandas debe indicar la capacidad máxima de distanciamiento de estaciones para cada inclinación de rodillos laterales, en función del caudal (en toneladas por hora), y de la velocidad de la banda.

Factores que intervienen en la composición de las correas transportadoras

Si bien es cierto que una cinta transportadora está compuesta de muchas partes importantes, ninguna es más importante económicamente que la cinta misma del transportador, la cual en la mayoría de los casos representa una parte sustancial del costo inicial. Por lo que la selección de la correa debe hacerse con el mayor cuidado y criterio posible.

En general una correa transportadora consiste en tres elementos: la cubierta superior, el tejido, y la cubierta de fondo:

- El armazón textil le confiere a la banda resistencia mecánica.
- La cobertura superior se elige de acuerdo con las características del producto a transportar.
- La cobertura inferior debe asegurar el rozamiento entre la banda y el tambor.
- Puede ser lisa o presentar nervaduras con el propósito de facilitar el transporte en planos inclinados, o para individualizar el posicionado de los productos transportados.

Cubiertas

El propósito fundamental de las cubiertas es el de proteger el tejido de la cinta contra daños en la operación y el manejo de los materiales, y cualquier factor deteriorante que pudiera estar presente en el ambiente de trabajo. El tejido de la correa carga con las fuerzas de tensión presentes en el arranque y movimiento de la cinta cargada, absorbe la energía de impacto en el cargado del material, y provee la estabilidad necesaria para el propio alineamiento y soporte de la carga sobre los bastidores bajo cualquier condición de carga.

Ya que la función primordial de la cubierta es proteger el tejido, ésta debe resistir a los efectos, de la abrasión y el ranurado debido al uso, que varían de acuerdo al tipo de material transportado.

La cubierta superior generalmente es más grande en espesor que la de fondo ya que estará sometida a mayor desgaste por pertenecer al lado de carga. No obstante, dependiendo de las características especificadas del material a transportar y las condiciones de operaciones podría requerirse una correa con igual espesor en sus cubiertas superior y de fondo.

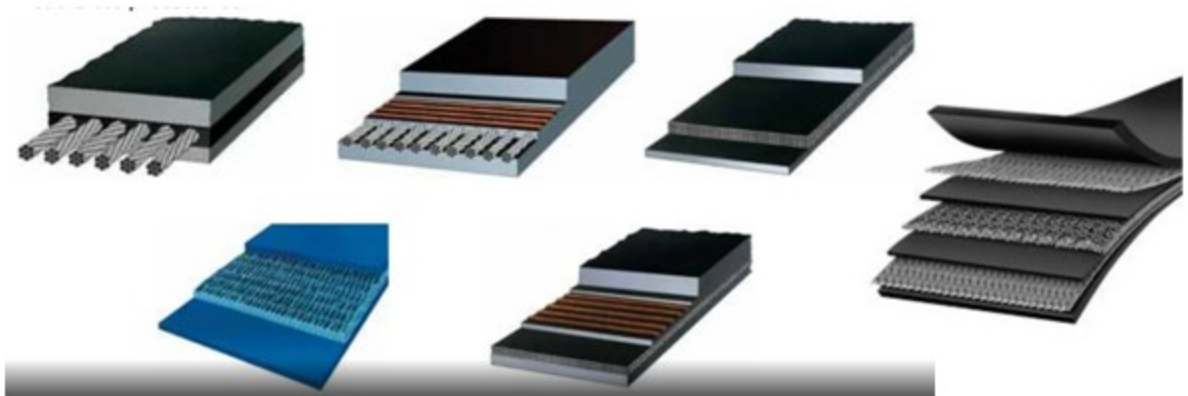


Figura 18: Ejemplos de bandas transportadoras

Compuestos de goma ó imitación suelen usarse para la cubierta superior y de fondo en la correa y para el acabado junto a varios componentes del tejido.

Estos compuestos son producidos por la mezcla de gomas y elastómeros con varios químicos a fin de obtener el reforzamiento y desarrollo de las propiedades físicas necesarios para cumplir con las condiciones de servicio.

La tabla 7-1 provee información concisa para asistir la selección de la calidad de la cubierta de la cinta.

TABLE 7-1. Conveyor Belt Cover Quality Selection

Cover grade	Major advantages			General applications
	Cut & tear resistance	Abrasion resistance	Oil resistance	
<i>General Service</i>				
Grade 1	Excellent	Excellent	Not recommended	Large size ore, sharp cutting materials. For extremely rugged service.
Grade 2	Good	Excellent	Not recommended	Sized materials with limited cutting action—primarily abrasion. For heavy duty service.
<i>Oil & chemical service</i>				
Chloroprene oil resistant (commonly called Neoprene)	Good	Very good	Very good for petroleum oils fair for vegetable & animal oils	Heavily oil sprayed coal (petroleum oil up to 20% aromatics, No. 2 Diesel fuel). Any material treated with or containing large amounts of petroleum oil.
Buna N oil resistant	Good	Good	Very good for petroleum vegetable & animal oils	Oily grain or seed service (soybeans, crushed corn, etc.) Food handling. Greasy, oil sprayed coal (petroleum oil up to 40% aromatics, No. 2 heating oil).
Medium oil resistant	Good	Good	Limited for petroleum, vegetable & animal oils	Lightly sprayed coal, mildly oily grains and feeds, wood chips, phosphates.

Figura 19: Selección de la calidad de la cubierta

Innova provee variedad de bandas transportadoras en función de su aplicación, construidas con varios tipos de cubiertas:

- *Standard (ST)*
- *Alta Abrasión (AB)*
- *Extra Abrasión (EAB)*
- *Alta Temperatura (ALT)*
- *Alta Temperatura Súper (ALTS)*
- *Óleos y Ácidos (OA)*
- *Autoextinguible (IGN)*
- *Sanitaria Natural (SAN)*
- *Extra Abrasión Cítrica (EAC)*
- *Extra Absorción Resinas (EAR)*
- *Transporte de Granos (TRG)*
- *Transporte de Granos Súper (TRGS).*

Tejidos de la correa

El tejido de la correa es el elemento de tensión de la cinta transportadora. Es el principal refuerzo para, la resistencia al desgarramiento de la correa, la resistencia al impacto, soportar la carga, y la habilidad para el sostenimiento de los sujetadores mecánicos.

La mayoría de los tejidos son hechos de uno ó más pliegues de malla de tela. Algunos tejidos para alta tracción emplean una simple capa de cables de acero paralelos.

Aunque cuando en algunos casos puede utilizarse fibra de vidrio, amianto, cáñamo, acero, etc., las fibras mas utilizadas usualmente son: algodón, rayón, poliamida y poliéster

- **Algodón;** proporciona buena resistencia a la humedad, en cambio, la banda de tejido de algodón carece de estabilidad dimensional y de flexibilidad. Tiene poca resistencia mecánica.
- **Rayón;** confiere a la banda alta flexibilidad y, por tanto, gran resistencia a los esfuerzos de flexión y al desgarre. En ambientes con elevados índices de humedad puede perder hasta un 30% de su resistencia mecánica.
- **Poliamida;** se emplea en la fabricación de tejidos para bandas por su elevada resistencia a la tracción y al desgarre.
- **Poliéster;** elevada resistencia frente a la acción de los productos químicos, gran estabilidad dimensional y elevada resistencia mecánica.

Empalmes

Acerca de los empalmes de las cintas, se puede decir que básicamente los hay vulcanizados y de sujeción mecánica. El sistema vulcanizado provee mayor resistencia y más larga vida de servicio, no obstante, en muchos casos el sistema de sujeción mecánica es preferible.

Se debe respetar en lo posible, los diámetros de las poleas recomendados.

A continuación se muestra la tensión de trabajo máxima permisible para cintas con construcción multipliegue, con empalme mecánico o vulcanizado:

TABLE 7-2. Tension Rating of Multiple-Ply Belts

Fabric Identification	Tension ratings, lbs per inch per ply	
	Normal mechanical-fastener splice	Normal vulcanized splice
Multiple-ply 35	27	35
Multiple-ply 43	33	43
Multiple-ply 50	40	50
Multiple-ply 60	45	60
Multiple-ply 70	55	70
Multiple-ply 90	—	90
Multiple-ply 120	—	120
Multiple-ply 155	—	155
Multiple-ply 195	—	195
Multiple-ply 240	—	240

Figura 20: Tensiones máximas admisibles en las bandas

De forma práctica podemos determinar el número de telas a partir de la siguiente expresión (Pirelli, pág. 35).

$$N^{\circ} \text{ de telas} = \frac{T_{\text{máx}}}{L \times T_e}$$

Donde:

T_{máx}: Tensión máxima de la banda

L: Ancho de la Banda en cm

T_e: carga de trabajo de la Banda en kg/cm y por tela.

Las cargas de trabajo según el tipo de tejido, en relación a las condiciones de instalación se especifican en la siguiente tabla (Pirelli, pág. 35).

TIPO DE TEJIDO	Carga de trabajo máxima recomendada de la cinta en kilogramos por centímetros de ancho y por tela	
	Unión metálica	Unión vulcanizada
L = Algodón de 28 onzas	4,5	5
M = Algodón de 32 onzas	5,5	6
CN6 = Algodón-Nylon	5,5	6
P = Algodón de 35 onzas	6,5	7
CN7 = Algodón-Nylon	6,5	7
Ny 12,5 = Nylon-Nylon	12,5	12,5
Ny 20 = Nylon-Nylon	20	20
Ny 31,5 = Nylon-Nylon	25 (*)	31,5
Ry-Ny 10 = Rayón-Nylon	7,5 (**)	10
Ry-Ny 16 = Rayón-Nylon	12 (**)	16
Ry-Ny 20 = Rayón-Nylon	14 (**)	20

(*) Requiere grampas especiales; consultar a nuestros técnicos.
 (**) No apto para trabajar a la intemperie o en medios húmedos.

Figura 21: Carga máxima de trabajo en kg/cm de ancho y por tela

El Manual de Pirelli, en la pág. 16 podemos ver representado en forma esquemática, el análisis de las tensiones en toda la cinta según la configuración adoptada.

Transportador horizontal con cabeza motriz anterior y tensor en la misma extremidad
 Gráfico de tensiones

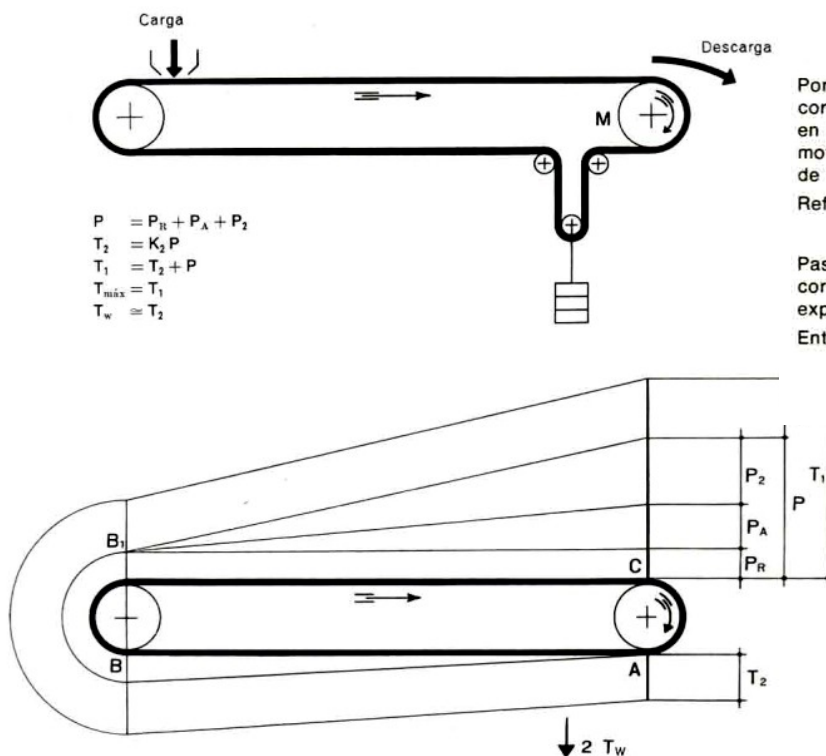


Figura 22: Gráfico de tensiones en un transportador

Por la teoría de transmisión de potencia con correas planas se sabe que el esfuerzo periférico en la llanta de la polea motriz corresponde al par motriz transmitido y depende de la diferencia de tensiones entre ramal tensado y ramal flojo.

Refiriéndonos a las figuras, tendremos:

$$P = T_1 - T_2$$

Pasando del punto A al punto B, la tensión de la correa pasa, siguiendo una ley de variación exponencial, del valor T_1 al valor T_2 .

Entre T_1 y T_2 existe la notable relación:

$$\frac{T_1}{T_2} \leq e^{\alpha}$$

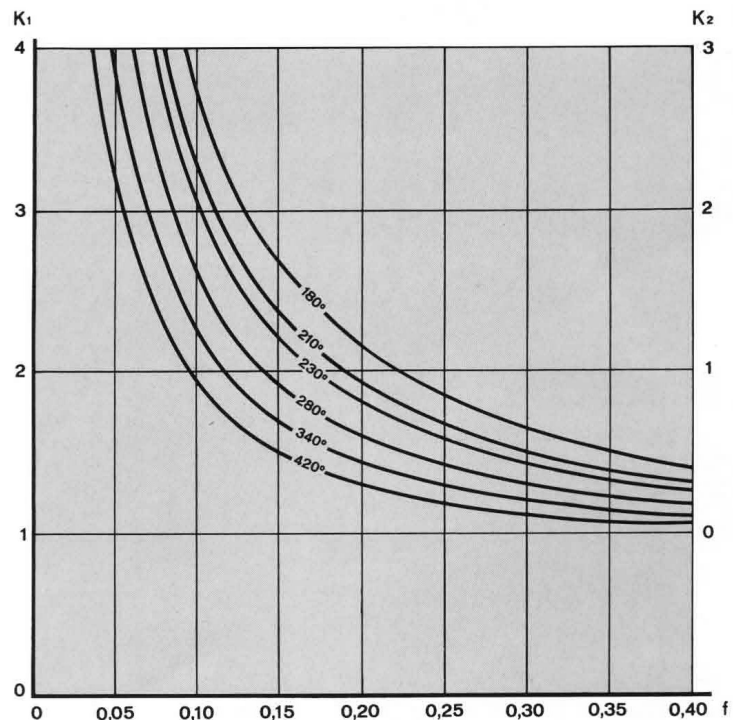


Figura 23: Valores de k_1 , k_2 y f

Los valores de k_1 y k_2 , que son en función del arco de abrace α (que puede llegar a 420° cuando se tiene un doble tambor motriz) y el coeficiente de rozamiento f , se pueden obtener del diagrama.

Debido a que los cálculos iniciales se realizan en el sector de cotizaciones y ventas, previo paso por la oficina técnica, con motivo de realizar los presupuestos, es función de dicha oficina verificar los datos y seleccionar los reductores apropiados y los accesorios.

A continuación, se expone el cálculo de verificación de la Potencia de diseño a través de tablas.

Requerimientos básicos de potencia.-

En términos generales, se realiza una verificación rápida de la potencia necesaria para accionar cada transportador.

Nos basamos en el Manual de cálculo de cintas transportadoras de Pirelli.

La Potencia absorbida por cada equipo deriva de las resistencias de rozamientos de los elementos constituyentes y, si ésta está inclinada, también depende de la elevación de material transportado.

La Potencia Total está constituida por las Potencias Parciales siguientes:

P_1 : Potencia necesaria para mover la cinta descargada. Depende conjuntamente de la proyección horizontal de la distancia entre ejes de los tambores terminales, del ancho, de la velocidad y peso de la cinta, del tipo de rodamientos, del peso de los rodillos portantes y los de retorno, guías y, por último, de su mantenimiento.

P_2 : Potencia para mover horizontalmente el material transportado. Depende conjuntamente de la proyección horizontal de la distancia entre ejes de los tambores terminales, de la capacidad horaria del transporte, del tipo de rodamientos y del mantenimiento.

P_3 : Potencia necesaria para elevar el material transportado. Depende de la proyección vertical del intereje entre los tambores terminales y de la capacidad horaria de transporte de la cinta.

P_4 : Potencia absorbida por cada carro descargador (fijo o móvil). Depende del ancho de la cinta y la capacidad horaria.

Verifiquemos una de las cintas para comprobar la potencia absorbida determinada por tabla de ingreso de datos a la Oficina Técnica:

La cinta a verificar es la CIN058 MUC.

De la tabla de datos, extraemos los siguientes datos:

Largo horizontal: 0m

Largo inclinado: 229m

Altura de elevación: 34,3m

Inclinación: 8.62°

Se realiza un esquema de la cinta para determinar la proyección horizontal:

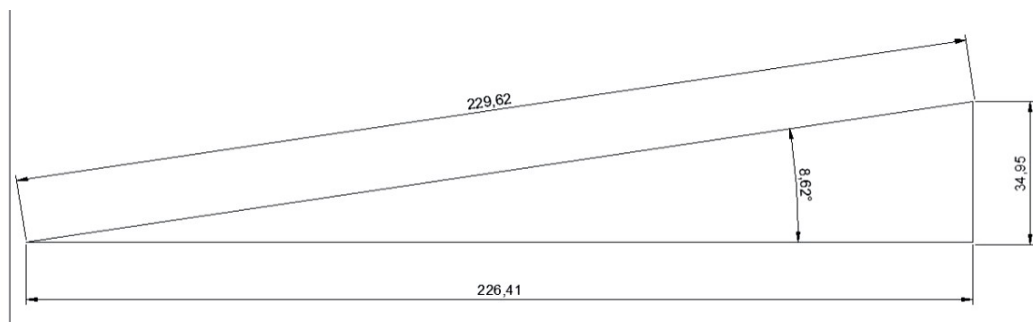


Figura 24: Esquema básico de las dimensiones cinta transportadora

Proyección horizontal: 226,41m

Primero nos basamos en el tipo de mantenimiento de los equipos y seleccionamos las tablas a utilizar:

Cuadro de orientación para la consulta de las Tablas 8 ÷ 16

	N₁	N₂	N₃	N₄	N₅
Instalaciones con características de construcción y mantenimiento deficientes. Rodillos con cojinetes de bronce	8	11			
Instalaciones con características de construcción y mantenimiento normales. Rodillos sobre cojinetes a bolas	9	12			
Instalaciones con características de construcción y mantenimiento óptimos. Rodillos sobre cojinetes a bolas	10	13			
Instalaciones en general			14	15	16

Figura 25: Cuadro de orientación para tablas

Determinación de P_1 :

Utilizo la tabla 9:

TABLA 9

Instalaciones con características de construcción y mantenimiento normales
Rodillos sobre cojinetes a bolas

Potencia N_1 (en CV) necesaria para mover la cinta descargada a la velocidad de 1 m/seg ⁽¹⁾

Ancho de la cinta mm	Proyección horizontal de la distancia entre ejes de los tambores terminales (m)																					
	10	20	30	40	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	500
300	0.50	0.59	0.68	0.77	0.86	1.08	1.30	1.53	1.75	1.98	2.20	2.43	2.65	2.88	3.10	3.33	3.55	3.78	4	4.22	4.45	4.90
400	0.58	0.68	0.79	0.89	1	1.26	1.52	1.78	2.04	2.30	2.57	2.83	3.09	3.35	3.62	3.88	4.14	4.40	4.66	4.92	5.18	5.72
500	0.69	0.82	0.95	1.08	1.20	1.52	1.83	2.15	2.46	2.78	3.09	3.40	3.72	4.03	4.35	4.67	4.98	5.29	5.61	5.92	6.24	6.87
600	0.83	0.98	1.13	1.28	1.43	1.80	2.18	2.55	2.93	3.30	3.67	4.05	4.42	4.80	5.17	5.55	5.92	6.30	6.67	7.05	7.42	8.17
700	0.99	1.18	1.36	1.54	1.72	2.17	2.63	3.08	3.53	3.98	4.44	4.88	5.34	5.79	6.25	6.70	7.15	7.60	8.06	8.51	8.96	9.85
800	1.15	1.35	1.56	1.77	1.98	2.50	3.05	3.53	3.95	4.67	5.08	5.61	6.13	6.65	7.17	7.69	8.22	8.73	9.25	9.76	10.30	11.32
900	1.32	1.56	1.80	2.04	2.28	2.88	3.48	4.08	4.68	5.28	5.88	6.48	7.08	7.68	8.28	8.88	9.48	10.10	10.70	11.30	11.90	13.10
1 000	1.52	1.80	2.07	2.35	2.62	3.32	4	4.70	5.38	6.07	6.76	7.45	8.14	8.83	9.52	10.20	10.90	11.60	12.30	13	13.80	15.10
1 100	1.73	2.05	2.36	2.67	2.98	3.77	4.55	5.33	6.12	6.91	7.69	8.47	9.26	10	10.80	11.60	12.40	13.20	14	14.80	15.50	17.20
1 200	1.95	2.30	2.66	3.01	3.36	4.14	5.13	6.02	6.90	7.78	8.67	9.56	10.40	11.30	12.20	13.10	14	14.90	15.75	16.60	17.50	19.30
1 300	2.17	2.56	2.96	3.35	3.75	4.72	5.72	6.70	7.68	8.66	9.65	10.60	11.60	12.60	13.60	14.60	15.60	16.60	17.50	18.50	19.50	21.50

(1) Para $V \neq 1$ m/seg multiplicar el valor de Tabla por V .

Figura 26 Tabla 9

Interpolando para un ancho de banda de 1500 mm y una proyección horizontal de 225 m, tenemos:

$$P_1 = 3 * 12,68 CV = 38,04 CV$$

Determinación de P_2 :

TABLA 12

Instalaciones con características de construcción y mantenimiento normales
 Rodillos sobre cojinetes de bolas

Potencia N_2 (en CV) necesaria para transportar horizontalmente el material

Cantidad transportada tn/h	Proyección horizontal de la distancia entre ejes de los tambores terminales (m)																						
	10	20	30	40	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	500	
50	0.31	0.36	0.42	0.47	0.53	0.67	0.80	0.94	1.08	1.22	1.36	1.50	1.64	1.78	1.91	2.05	2.19	2.33	2.48	2.61	2.75	3.03	
75	0.46	0.54	0.63	0.71	0.78	1	1.21	1.42	1.63	1.84	2.05	2.25	2.46	2.66	2.88	3.08	3.29	3.50	3.71	3.92	4.12	4.54	
100	0.61	0.73	0.83	0.95	1.06	1.33	1.61	1.89	2.17	2.44	2.72	3	3.28	3.55	3.83	4.11	4.38	4.67	4.94	5.22	5.50	6.05	
150	0.92	1.08	1.25	1.42	1.58	2	2.42	2.83	3.25	3.66	4.08	4.50	4.92	5.33	5.75	6.17	6.58	7	7.41	7.74	8.25	9.07	
175	1.07	1.27	1.46	1.65	1.85	2.34	2.82	3.31	3.79	4.28	4.77	5.25	5.73	6.22	6.72	7.20	7.67	8.17	8.66	9.13	9.62	10.60	
200	1.22	1.44	1.67	1.89	2.11	2.68	3.24	3.78	4.34	4.88	5.44	6	6.55	7.12	7.65	8.22	8.76	9.33	9.68	10.55	11	12.12	
250	1.53	1.81	2.08	2.36	2.64	3.34	4.02	4.72	5.42	6.12	6.80	7.50	8.20	8.88	9.57	10.28	10.97	11.65	12.35	13.05	13.75	15.13	
300	1.84	2.17	2.50	2.84	3.17	4	4.84	5.66	6.50	7.33	8.17	9	9.84	10.65	11.50	12.32	13.15	14	14.80	16.65	16.50	18.15	
350	2.14	2.53	2.92	3.32	3.70	4.62	5.64	6.62	7.58	8.55	9.54	10.50	11.48	12.45	13.43	14.40	15.40	16.35	17.30	18.30	19.30	21.20	
400	2.44	2.89	3.34	3.78	4.22	5.32	6.45	7.56	8.65	9.76	10.88	12	13.10	14.24	15.32	16.43	17.54	18.70	19.80	20.90	22	24.20	
450	2.75	3.25	3.75	4.25	4.75	6	7.25	8.50	9.75	11	12.25	13.50	14.80	16	17.25	18.50	19.80	21	22.30	23.50	24.80	27.20	
500	3.05	3.61	4.16	4.72	5.27	6.66	8.05	9.45	10.80	12.20	13.60	15	16.40	17.80	19.20	20.50	21.90	23.30	24.80	26.10	27.50	30.30	
600	3.67	4.34	5	5.68	6.34	8	9.68	11.30	13	14.70	16.40	18	19.70	21.30	23	24.70	26.30	28	29.70	31.30	33	36.30	
700	4.28	5.06	5.84	6.63	7.40	9.35	11.30	13.20	15.15	17.10	19.05	21	23	25	26.80	28.80	30.70	32.70	34.60	36.50	38.60	42.40	
800	4.88	5.78	6.68	7.56	8.44	10.70	12.90	15.10	17.30	19.50	21.80	24	26.20	28.50	30.70	32.90	35.10	37.30	39.50	41.80	44	48.40	
900	5.50	6.50	7.50	8.50	9.50	12	14.50	17	19.50	22	24.50	27	29.50	32	34.50	37	39.50	42	44.50	47	49.50	54.50	
1 000	6.10	7.22	8.32	9.44	10.60	13.30	16.10	18.90	21.70	24.40	27.20	30	32.80	35.50	38.30	41.10	43.80	46.70	49.40	52.20	55	60.50	
1 100	6.72	7.94	9.16	10.40	11.60	14.70	17.70	20.80	23.80	26.90	29.90	33	36.40	39.10	42.10	45.10	48.20	51.30	54.60	57.40	60.50	66.70	
1 200	7.34	8.68	10	11.40	12.70	16	19.40	22.70	26	29.30	32.70	36	39.40	42.60	46	49.30	52.60	56	59.40	62.70	66	72.60	
1 300	7.95	9.40	10.80	12.30	13.70	17.35	20.90	24.60	28.20	31.80	35.50	39	42.70	46.30	49.80	53.40	57.10	60.70	64.30	67.80	71.60	78.70	
1 400	8.56	10.20	11.70	13.25	14.80	18.70	22.50	26.40	30.30	34.20	38.10	42	45.80	49.80	53.90	57.60	61.40	65.40	69.20	73.10	77	84.80	
1 500	9.17	10.80	12.50	14.20	15.80	20	24.20	28.30	32.50	36.60	40.80	45	49.20	53.30	57.50	61.70	65.80	70	74.10	77.40	82.50	90.70	

Figura 27: Tabla 12

Utilizo la tabla 12:

Interpolando para una capacidad de 1800t/h y una proyección horizontal de 225 m, tenemos:

$P_2 = 54 CV$

Determinación de P_3 :

Utilizo la tabla 14:

TABLA 14
Común a todos los tipos de instalaciones sea cual fuere su mantenimiento y rodillos
Potencia N_3 (en CV) necesaria para trasladar verticalmente el material

Cantidad transportada tn/h	Proyección vertical de la distancia entre ejes de las poleas terminales (m)																				
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	35	40	45	50	55	60
5	0.04	0.08	0.11	0.15	0.19	0.22	0.26	0.3	0.33	0.37	0.41	0.44	0.48	0.52	0.55	0.66	0.74	0.83	0.93	1.02	1.11
10	0.07	0.15	0.22	0.3	0.37	0.44	0.52	0.59	0.66	0.74	0.81	0.89	0.96	1.04	1.11	1.29	1.48	1.67	1.85	2.04	2.22
15	0.11	0.22	0.33	0.44	0.55	0.67	0.77	0.88	0.99	1.11	1.22	1.33	1.44	1.56	1.67	1.95	2.22	2.5	2.78	3.05	3.3
20	0.15	0.3	0.44	0.59	0.74	0.89	1.04	1.18	1.33	1.48	1.63	1.78	1.92	2.07	2.22	2.58	2.96	3.33	3.7	4.07	4.44
25	0.19	0.37	0.55	0.74	0.93	1.11	1.3	1.48	1.67	1.85	2.04	2.22	2.41	2.59	2.78	3.24	3.7	4.17	4.62	5.08	5.56
50	0.37	0.74	1.11	1.48	1.85	2.22	2.59	2.96	3.33	3.7	4.07	4.44	4.82	5.18	5.55	6.48	7.4	8.34	9.24	10.16	11.12
100	0.74	1.48	2.22	2.96	3.7	4.44	5.18	5.92	6.66	7.4	8.14	8.88	9.62	10.36	11.1	12.93	14.8	16.65	18.5	20.38	22.2
200	1.48	2.96	4.44	5.92	7.4	8.88	10.36	11.84	13.32	14.8	16.28	17.76	19.24	20.8	22.2	26.9	29.6	33.3	37	41.7	44.4
300	2.22	4.44	6.66	8.88	11.1	13.32	15.54	17.76	19.98	22.2	24.5	26.7	28.9	31.1	33.3	38.9	44.4	50	55.5	61.2	66.6
400	2.96	5.92	8.88	11.84	14.8	17.76	20.8	22.7	26.7	29.6	32.6	35.6	38.5	41.5	44.4	51.6	59.2	66.6	74	81.4	88.8
500	3.7	7.4	11.1	14.8	18.5	22.2	25.9	29.6	33.3	37	40.7	44.4	48.1	51.8	55.5	65.7	74	83.3	92.5	101.8	111
600	4.44	8.88	13.32	17.8	22.2	26.7	31.1	35.5	40	44.4	48.9	53.3	57.7	62.2	66.6	77.7	88.8	100	111	122	133
700	5.18	10.4	15.55	20.8	25.9	31.1	36.3	41.5	46.7	51.8	57	62.2	67.3	72.5	77.8	90.7	104	117	130	143	156
800	5.92	11.85	17.78	23.7	29.6	35.5	41.5	47.4	53.3	59.2	65.2	71.1	77	85.9	88.8	104	119	133	148	163	178
900	6.65	13.3	20	26.6	33.3	40	46.6	53.3	59.8	66.5	73.2	79.8	86.5	93.1	99.7	117	133	150	167	183	200
1 000	7.4	14.8	22.2	29.6	37	44.4	51.8	59.2	66.6	74	81.4	88.8	96.2	103.6	111	130	148	167	185	204	222
1 100	8.15	16.28	24.5	32.6	40.7	48.9	57.2	65.2	73.4	81.5	89.7	97.8	106	114	132	143	163	183	204	224	244
1 200	8.87	17.75	26.7	35.5	44.4	53.2	62.2	71	79.8	88.7	97.6	107	116	124	133	155	178	200	222	245	267
1 300	9.63	19.3	28.9	38.5	48.2	57.8	67.4	77	86.6	96.4	106	116	125	135	144	169	193	217	241	265	289
1 400	10.35	20.8	31.1	41.5	51.8	62.2	72.5	83	93.2	104	114	124	135	145	156	182	208	233	259	285	311
1 500	11.1	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8	100	111	122	133	145	156	167	195	220	250	278	305	330
1 600	11.85	23.7	35.5	47.4	59.2	71.1	83	94.8	107	119	130	142	154	166	178	208	237	267	298	326	356
1 700	12.6	25.2	37.8	50.4	62.8	75.5	88.1	100	114	126	139	151	164	176	189	220	252	283	315	346	378
1 800	13.3	26.7	40	53.4	66.6	80	93.3	107	120	133	147	160	173	187	200	233	267	300	333	367	400
1 900	14.08	28.2	42.2	56.3	70.3	85.3	98.4	113	127	141	155	169	183	197	211	246	281	317	351	387	422
2 000	14.8	29.6	44.4	59.2	74	88.8	104	118	133	148	163	178	192	208	222	258	296	333	370	408	444

Figura 28: Tabla 14

Para una altura de elevación de 34,3m y una capacidad de 1800 t/h:

$P_3 = 233 \text{ CV}$

Como la cinta descarga en el cabezal motriz, $P_4 = 0 \text{ CV}$

Sumando las potencias obtenemos la Potencia Absorbida:

$P_{abs} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 38,04 \text{ CV} + 54 \text{ CV} + 233 \text{ CV} + 0 \text{ CV} = 325,04 \text{ CV}$

Tomando un factor de compensación de eficiencia de 1.2 (teniendo en cuenta variaciones admisibles en las cargas o picos de sobrecarga), obtenemos:

$P_{abs} = 325,04 \text{ CV} * 1.2 = 390 \text{ CV}$

$P_{inst.} = 400 \text{ CV}$

Selección del grupo motriz

La potencia (Los hp) requerida para el accionamiento de un transportador de cinta, se deriva de las libras de tensión efectiva, T_e , que se requieren en la polea de accionamiento para propulsar ó contener el transportador cargado a la velocidad de diseño de la cinta, V (en fpm).

$$P_{abs}(HP) = \frac{T_e \times V}{33000}$$

Una vez que se determina y verifica la potencia necesaria para mover la cinta, se selecciona el motor eléctrico Marca WEG. De las tablas de especificaciones, se extraen las rpm del eje, su diámetro, las dimensiones y características de la chaveta, entre otras. IP 54 de 50 Hz , 1500 rpm, montaje a definir, según normas IRAM, rodamiento ajuste C3 con caja de conexión, con termistores, 380/660V, aptos para servicio continuo.

Con estos datos y la velocidad del Tambor Motriz, determinamos la velocidad en el eje de salida del reductor. La configuración de la entrada y salida del reductor viene dada por la implantación del cabezal motriz en el lugar predestinado. Se analizan los espacios circundantes, la obra civil, la necesidad de paso y la obra futura para no interferir con ella.

Por ejemplo, algunos transportes de la obra se realizaron en la primera etapa considerando su cinta melliza que, a su vez, el accionamiento motriz se configuró en forma de espejo en la segunda etapa de la obra.

Reductor de doble tren de engranajes de ejes paralelos, ejes de entrada y salida sólidos, con flancos de dientes rectificadas. La selección será realizada con un factor de potencia de 2 como mínimo y capacidad térmica de 1,28 también como mínimo sobre la potencia nominal del motor.

La caja reductora tendrá filtro de venteo (cartucho de papel descartable) con carcasa metálica y rosca 1/4" y si el reductor está instalado a la intemperie llevará además filtrado en serie con silicagel activo azul con trampa de aceite.

No se emplearán embragues hidráulicos y los arranques se harán mediante arranques inteligentes.

La unión entre reductor y tambor se realizará mediante acoples flexibles tipo FAS, marca FUNDAL, factor de servicio 2, y contará con alemites tipo bayoneta.

La alineación se hará por comparador únicamente La unión entre reductor y motor se realizará mediante un acoplamiento elástico universal tipo GUMMI, factor de servicio 2.

Todos los sistemas de accionamientos son diseñados o seleccionados sobre la base de cinco arranques en carga por hora.

Las capacidades horarias de los transportes se entienden serán efectivas en régimen de trabajo industrial continuo y admitirán fluctuaciones momentáneas del 20 % sobre el nominal (ondas).

Se instalará un cable para parada de emergencia en todo el largo de cada cinta. Este cable, al ser tirado manualmente, accionará en forma mecánica un dispositivo que cortará la alimentación del motor principal de la cinta (Cable tirón).

Inhsa provee un sistema de monitoreo a partir de varios sensores.

Lista de Sensores del Sistema INHSA Guardián:

- Sensor de Desvío de Banda: Marca SENSE CS30-32P70-A2-J.
- Sensor de Desvío de Polea: Marca SENSE PSL30GI50-E2.
- Sensor de Temperatura: Marca INHSA PTC AL01-80.
- Sensor de Subvelocidad: Marca SENSE PS15-U1+ME2.
- Sensor de Atascamiento: Marca SENSE CS30-32P70-A2-J.
- Final de Carrera Tensor: Marca TELEMECANIQUE XCK M110.

Tambor motriz y factor de abrace

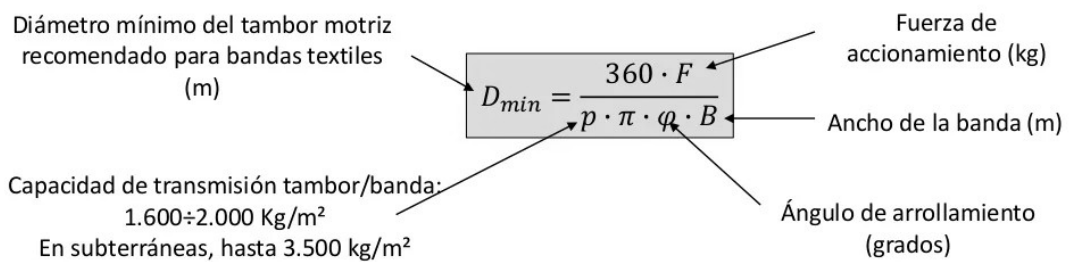
Los tambores son los encargados de efectuar todos los movimientos direccionales y de tracción sobre la banda. Sus tipos constructivos son variados. Para ello es necesario contemplar una serie de factores que intervienen asegurando un correcto funcionamiento del equipo:

- Diámetro en función del el nº de telas y la tensión de la banda en ese sector
- Excentricidad de la envolvente respecto a su eje de giro
- Balanceo estático y dinámico del conjunto para disminuir vibraciones
- Correcta selección del tipo de soporte y rodamiento, y de la ubicación de este
- Material del eje, y forma de mecanizado sin reducción brusca de diámetros
- Sistema de fijación del tambor al eje que asegure un correcto ajuste
- Normalizado de tensiones del conjunto para asegurar un trabajo resistente adecuado
- Envolvente con inclinación desde el centro hacia los extremos con pendiente de aproximadamente 1%. Puede ser también con tres sectores siendo el central cilíndrico

En primer lugar se debe contemplar su ubicación, la cual para transportadores de un solo sentido debe ser en el cabezal de descarga del producto, para asegurar que el tramo superior de la cinta sea el traccionado, lo que asegura una rigidez de este sector de banda, lo que permita mantener su alineación, y disminuir la flecha entre estaciones de rodillos.

Los tambores más comúnmente usados para los transportadores a granel, son los estandarizados de acero.

Consisten en un aro o corona continua, con un disco en cada extremo, encajados con cubos a compresión. Poseen discos intermedios y un tubo longitudinal de menor diámetro de refuerzo. Los tambores de mando se construirán del ancho indicado en la tabla y tendrán un bombé del centro hacia sus lados con el objeto de autoalinearse la banda.



Diámetros de tambores normalizados s/DIN 22101												
200	250	320	400	500	630	800	1.000	1.250	1.400	1.600	1.800	2.000

$$D_{\text{tambor extremo}} = D_{\text{tambor tensor}} \cong 0.8 D_{\text{tambor accionador}}$$

$$D_{\text{tambor desviable}} \cong D_{\text{tambor accionador}}$$

Figura 29: Expresión para obtener el diámetro mínimo del tambor motriz

Peso de las partes móviles (Kg):

$$M_T(\text{kg}) = M_B + M_R + M_{TB}$$

Masa de la Banda (kg) Masa de los Rodillos (kg) Masa de los Tambores (kg)

Peso de las partes móviles por unidad de longitud (kg/m):

$$P_T = \frac{M_T}{L}$$

Longitud de la Banda (m)

Figura 31: Peso de las partes móviles

El eje se realiza de una sola pieza y es dispuesto por medio de conos de ajuste (Cono Bushing) para facilitar su extracción. El material de los ejes se acuerda por pliego como acero SAE 4140 BONIFICADO.



Figura 32: Rolo Motriz, montado en el reductor

La forma más difundida de fijación de los tambores a los ejes es la que se efectúa mediante chaveta de arrastre a masas soldadas a discos laterales y éstos a su vez solidarios al rolado o caño exterior.



Figura 33: Rolo Motriz

Se debe, además, considerar el recubrimiento del tambor con coberturas de goma antideslizantes, con ranuras en forma de “V” (chevronado). Esta cobertura debe ser con goma de dureza 55-60 Shore A, para evitar desgastes en la banda en caso de posibles deslizamientos durante el funcionamiento.

Una parte fundamental del diseño es la ubicación del tambor de abrace, sin el cual estaríamos disminuyendo el rendimiento del equipo.

Teniendo en cuenta que la transmisión de movimiento del tambor a la banda se realiza por fricción, el área de transmisión se incrementa cuando aumentamos el ángulo de abrace entre ambos.

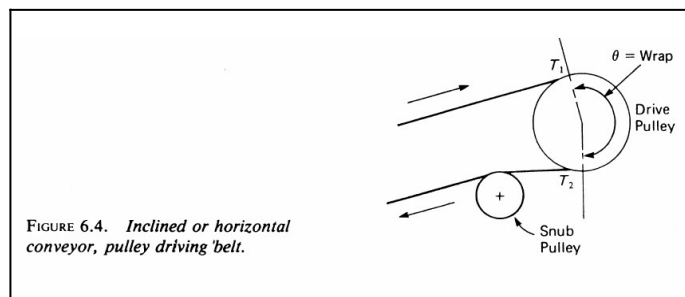


Figura 34: Ángulo de abrace para transportadores inclinados

Esfuerzo periférico en el tambor motriz y tensión de la cinta a cada lado de este

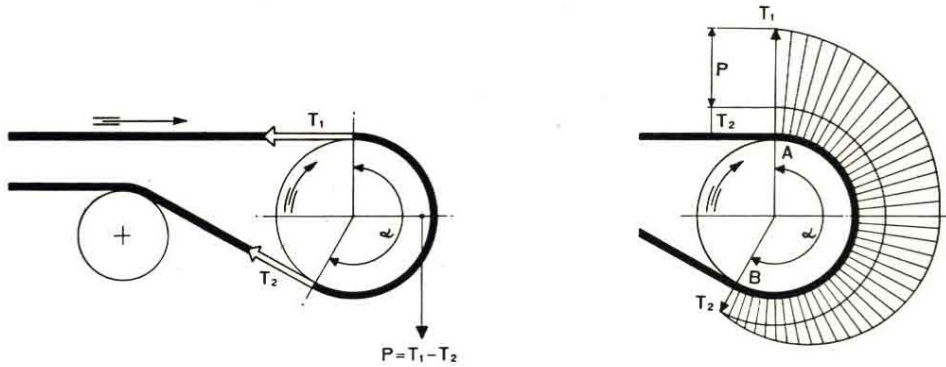


Figura 35: Distribución de tensiones en el Tambor Motriz

Este ángulo de abrace theta o arco de contacto se encuentra tabulado por CEMA, como veremos a continuación:

TABLE 6-8. Wrap Factor, C_w

Type of pulley drive	θ Wrap	Automatic takeup		Manual takeup	
		Bare pulley	Lagged pulley	Bare pulley	Lagged pulley
Single no snub	180°	0.84	0.50	1.2	0.8
Single with snub	200°	0.72	0.42	1.0	0.7
	210°	0.66	0.38	1.0	0.7
	220°	0.62	0.35	0.9	0.6
	240°	0.54	0.30	0.8	0.6
Dual	380°	0.23	0.11	0.5	0.3
	420°	0.18	0.08	—	—

Note: For wet belts and smooth lagging use bare pulley factor.
 For wet belts and grooved lagging, use lagged pulley factor.
 If wrap is unknown, assume the following:

Type of Drive	Assumed Wrap
Single—no snub	180°
Single—with snub	210°
Dual	380°

TABLE 6-9. Wrap Limits

Type of pulley drive	Wrap limits*	
	From	To
Single—no snub	180°	180°
Single—with snub	180°	240°
Dual	360°	480°

*The above wrap angles apply to either bare or lagged pulleys.

Figura 36: Ángulo de abrace y coeficiente de fricción

Para la mayoría de los casos, la correa tendrá un ángulo de abrace alrededor de la polea de accionamiento entre 180° y 240°.

El diseño del Cabezal Motriz debe contemplar la correcta ubicación de este rolo, ya que asegura el funcionamiento óptimo de la cinta. Un exceso en el ángulo de abrace incrementará los coeficientes de fricción, ocasionando un incremento en la Potencia absorbida del equipo.

Selección de rodamientos

Los rodamientos son una parte fundamental de los equipos transportadores. La correcta selección de éstos, permite determinar y prolongar la vida útil del equipo.

Las exigencias por pliego de estos elementos se remiten a la marca (SKF), generalmente.

Otro parámetro es la vida útil (BU) en horas del equipo que consta a su vez en la garantía suministrada por la empresa fabricante. La disponibilidad de éstos en el mercado es un condicionamiento en la selección.

Los condicionamientos ambientales tienen injerencia en la selección. Estos factores son: presencia de polvo ambiental, temperaturas máximas de 55°C, nivel de ruido y vibración generados.

El requerimiento de saltos de velocidad y el tipo de cargas que actúa sobre ellos (sólo radiales).

Las cargas que infieren sobre los rodamientos están disponibles en los estudios de tensiones y pesos de los tambores.

Mechanical Equipment	Minimun L-10 Life hours
Cranes, trolleys and hoists (maintenance)	3 000
Gear drives – combination drives	60 000
Blowers and pumps	60 000
Agitators	80 000
Conveyor pulley pillow blocks	80 000
Conveyor idlers	60 000 (B. U. = 90 000)
Screens	80 000
Compresors, proces fans and turbines	100 000

Los rodamientos óptimos a utilizar en los equipos de transporte son los rígidos de bolas que se ajustan a todos los requerimientos anteriormente citados.

Los soportes de rodamientos se seleccionan de acuerdo a la posición y forma de sujeción de los tambores a los cabezales. Los más comúnmente utilizados son los soportes bipartidos SNL tipo TG serie 22000.

Sistema De Limpieza De Banda

Los rascadores usuales pueden tener una o más láminas rascadoras a lo largo de la correa, presionados por un contrapeso o algún tensionador a resortes metálicos o de poliuretano.

Los rascadores utilizados en estos equipos fueron con uñas de UHMW que no dañan la banda y cumplen con su objetivo de extraer el material adherido.

En la etapa de calibración del equipo se debe apoyar la uña sobre el tambor y aplicarle una torsión tal que cumpla su objetivo pero no sume exceso de rozamiento al conjunto.

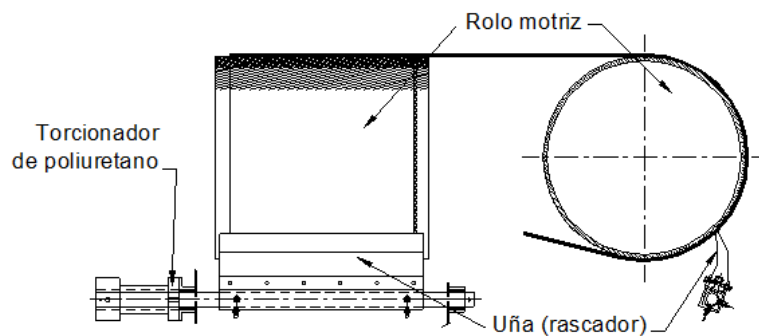


Figura 37: Ubicación rascador con torsionador de poliuretano

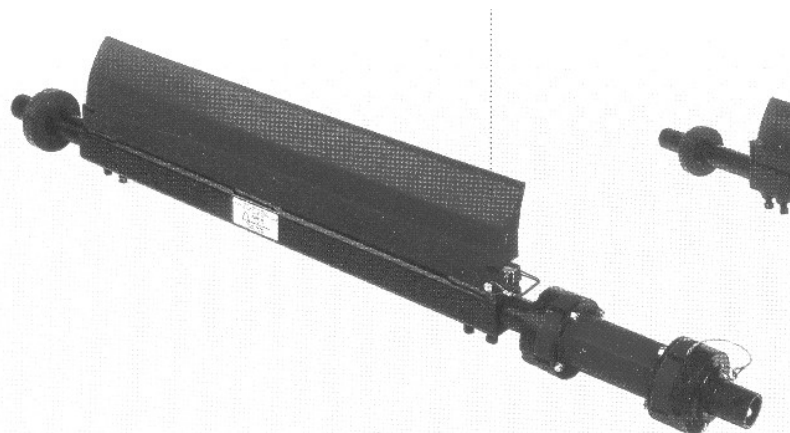


Figura 38: Rascador con torsionador de poliuretano

Lo que queda de material del lado del retorno podrá puede acarrear daños a la banda cuando este se presiona sobre el tambor. Para evitar este riesgo deberá usarse un limpiador en V sobre el lado del retorno y próximo al tensor.

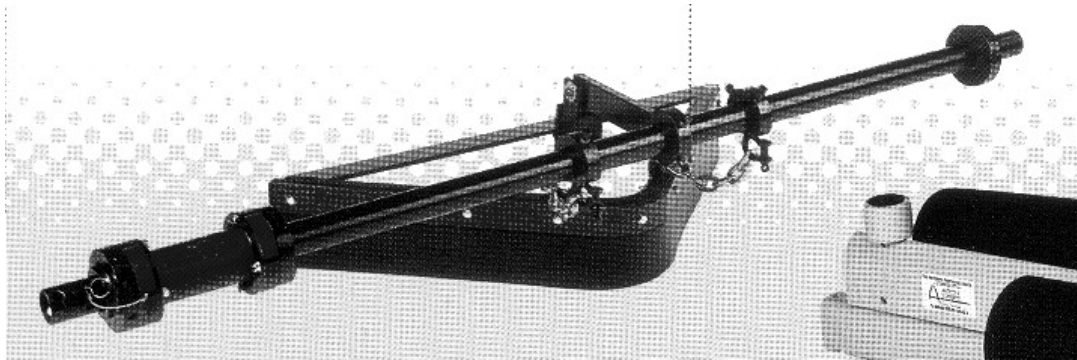


Figura 39: Limpiador en V

Sistema Tensor

Para el conjunto de los equipos de esta obra se diseñaron tensores a contrapeso, debido a la extensión de las cintas, su alta capacidad de transporte y su regulación automática que evita el ajuste manual en forma permanente.

En los transportadores a banda es muy importante la tensión de ésta debido a la necesidad de tracción en el tambor motriz, la correcta alineación de la banda, sino por los peligros de posibles accidentes que puede generar una banda floja al friccionar contra los tambores y generar un incendio, sabiendo que el material pulverulento de transporte es altamente inflamable.

Este tipo de tensores son del tipo automático, actuando a través de contrapesos por gravedad.

En largas cintas transportadoras, o ligeramente inclinadas, el compensador automático debería ser colocado cerca del accionamiento, donde actuará rápidamente lo suficiente para prevenir derramamiento de la cinta en la polea de accionamiento durante la aceleración en el arranque. (CEMA, 270).

Este es el caso de la cinta que estamos analizando. La ubicación más apropiada fue en la torre que contiene el cabezal motriz y su correspondiente descarga, por lo que todo el dispositivo se ubicó del lado exterior, con los accesos necesarios para realizar el mantenimiento.

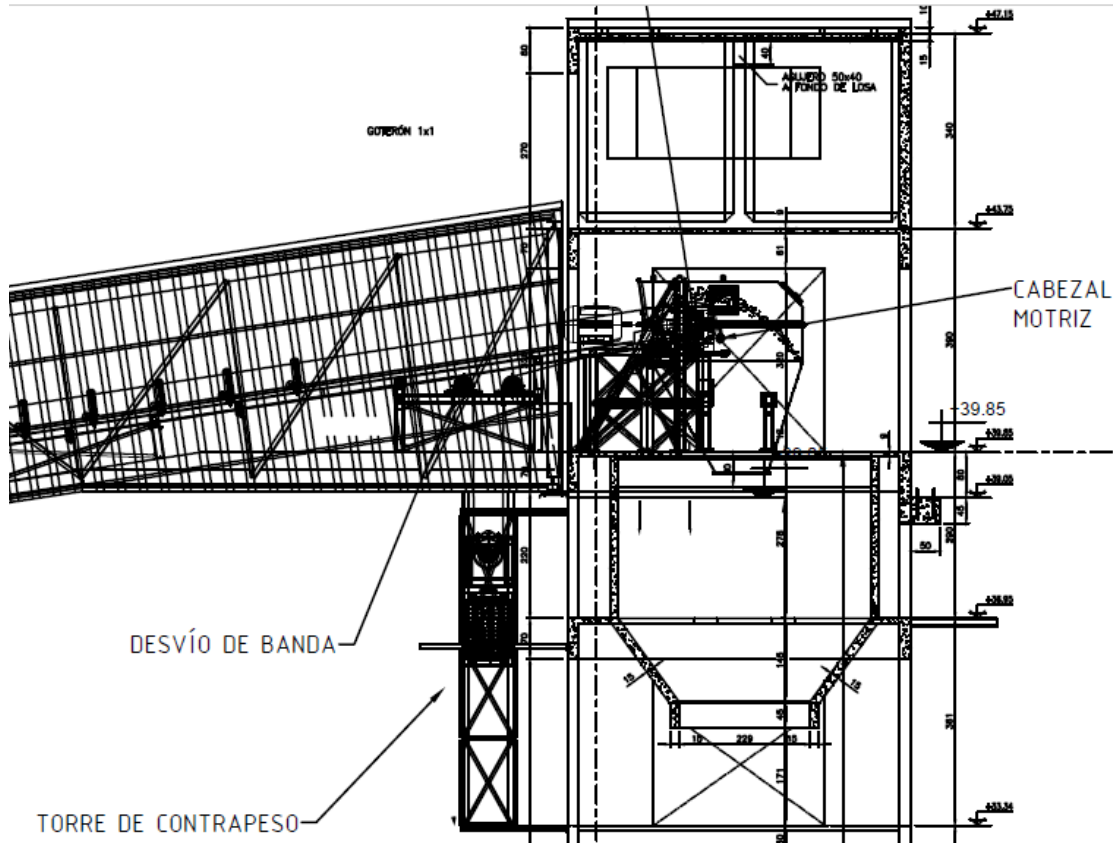


Figura 40: Ubicación del Sistema Tensor por contrapesos

Los valores de desplazamiento ó movimiento se muestran en la tabla 10-1 (CEMA, pág. 268).

Un compensador automático, por gravedad, debe proveer una fuerza igual al doble de la tensión requerida por la cinta, en el lugar donde esté instalado.

Para el cálculo de la fuerza requerida en un compensador automático por gravedad, se tiene la siguiente fórmula:

$$W_g = (2 \cdot T_e + W_f - W_p) / R_1$$

Donde:

W_g : fuerza de peso por el compensador de gravedad, lbs

T : tensión de la cinta donde se localiza el compensador

W_f : fuerza para vencer la fricción de cualquier elemento en el compensador (como el carro del compensador, roldanas, cables u otra resistencia)

W_p : componente de la fuerza de peso del carro compensador, ruedas, ejes, etc. en la dirección de la resultante de la carga de la polea, que es cero en el caso donde esos elementos se muevan horizontalmente.

R_1 : factor por cualquier ventaja mecánica que se provea.

La tensión de la cinta la podemos despejar de la expresión (CEMA, pág. 73):

$$HP = T_e \cdot V / 33000$$

La potencia (los HP) requerida para el accionamiento de un transportador de cinta, se deriva de las libras de tensión efectiva, T_e , que se requieren en la polea de accionamiento para propulsar ó contener el transportador cargado a la velocidad de diseño de la cinta, V (en fpm).

Prácticamente, se utiliza la expresión del “Manual Técnico de Correias transportadoras e elevadoras, Correias Mercurio, 2da edición”

Ésta se expresa como:

$$P_1 = 2 \cdot K \cdot T_e$$

Donde:

P_1 : Peso del contrapeso en kg

T_e : Tensión efectiva de la correa en kg

K : Factor de accionamiento

K para el caso de Compensador automático inclinado consiste en incrementar el valor en $(\cos \alpha \cdot 10\%$ del peso del carro y sus componentes) y restar el valor correspondiente a $(\sin \alpha \cdot$ peso del carro y sus componentes. Siendo α en ángulo de inclinación del transportador.

Montaje de los equipos

El montaje de los equipos se fue realizando a medida que avanzaba la obra civil. Se fueron verificando los insertos para colocar los módulos de los tríos en primera medida. Una vez colocados, y ubicados los cabezales motriz y de cola, se ubican los módulos de ajuste.

La colocación de los bastidores de los tríos de carga y autocentrantes se realiza mientras se ubica la estructura del Sistema Tensor.

Se deben alinear perfectamente los tríos para poder montar luego la banda y tensarla, previa colocación de los rodillos y los tambores Motriz, de cola, tensores y de abrace.

Una vez colocado el tambor motriz, se coloca el sistema de motor y reductor, colocando el eje del tambor en el reductor.

Ya montados los tambores y rodillos, se procede a la colocación de los rascadores, los baberos de goma para evitar el derrame del material, las camas de impacto por donde se alimenta a la cinta.

La tensión y el alineamiento de la banda es de fundamental importancia para comenzar con la puesta en marcha del equipo. Esta fase es crítica y se debe realizar con personal idóneo.

Por último se coloca todo el sistema de seguridad, protecciones eléctricas que favorezcan las condiciones de operación, protejan al equipamiento y personal, y eviten accidentes.

Para ello se deberían incluir como mínimo los siguientes controles:

Control de monitoreo de velocidad en rolos conducidos, a los efectos de detener el equipo en caso de patinamiento o de rotura de la banda

Llaves de parada de emergencia por cable tirón, que permitan en cualquier punto del transportador detener el mismo

Controladores de desalineación de banda

Fines de carrera que interrumpan el funcionamiento ante el estiramiento total de la banda previsto

En el caso de Tripper o carros cargadores, fines de carrera que limiten su movimiento

Sensores de corte longitudinal de banda.

Sensores de nivel en los carenados de carga y descarga.

Conclusión

Las cintas transportadoras a granel son equipos de grandes dimensiones y multiplicidad de componentes. Éstos se dividen básicamente en cinco grandes grupos: Cabezal Motriz, Cabezal de cola, Módulos, Sistema Tensor y Banda.

Cada uno de estos grupos debe ser cuidadosamente diseñado para lograr que el equipo logre su objetivo que es transportar material desde un punto a otro.

Las combinaciones de transporte con o sin pendiente, de grandes longitudes, con descargas en el extremo del cabezal motriz, con descargas intermedias, aéreas, subterráneas, a la intemperie, confinadas, etc., nos proporcionan las características básicas para comenzar con el estudio y cálculo adecuado a cada una de las necesidades.

Si bien los equipos de este tipo tienen muchos años de utilización en distintos sectores como ser puertos, plantas de acopio de cereales, sector minero, plantas aceiteras, etc. podemos observar que las piezas constituyentes son puramente mecánicas e invariables en su diseño en general. Las innovaciones se han dado en los sistemas de protección, en los accionamientos, en el sistema motriz y en los sistemas de aspiración.

Se pueden optimizar los coeficientes de fricción optimizando los rodamientos utilizados, el sistema de lubricación, el mantenimiento preventivo y el balanceo de las piezas rodantes, entre otras.

En el caso del Puerto Aceitero de Dreyfus se tuvo que poner en sincronización un sistema de cintas transportadoras, norias, descargas, almacenamiento, molienda y descarga por pescantes que llevó dos etapas de diseño, fabricación, montaje y puesta en marcha. Tuvimos que entablar relaciones y coordinar tareas con los demás proveedores y con las empresas que realizaron la obra civil. Esta experiencia nos permitió, a los que por primera vez trabajamos en un puerto, a tener en cuenta la complejidad de factores que afectan al diseño, a la fabricación y la toma de decisiones.

El estudio de los equipos bajo una norma específica que coloca parámetros en todas las dimensiones y a su vez, adaptarlos a las necesidades y requerimientos del conjunto, fue un desafío enriquecedor desde todos los aspectos, al igual que todo el proceso que culminó con la puesta en marcha exitosa de la totalidad de los equipos solicitados.

Lista de Referencias

- CEMA, Norma de Transportadores de Cereales. Traducción de su versión original en inglés. Capítulos uno a trece. Prof. Darío Ocando. 7ma Edición, Segunda Impresión.
- Correias Mercurio, Manual técnico de Correias transportadoras e elevadoras (1985). Segunda Edición.
- Pirelli, Manual de cálculo de cintas transportadoras.
- INHSA, Manual de Transportadores a correa.

Apéndice



Figura 41: Montaje de cinta en túnel



Figura 42: Construcción de Foso de Quiebre



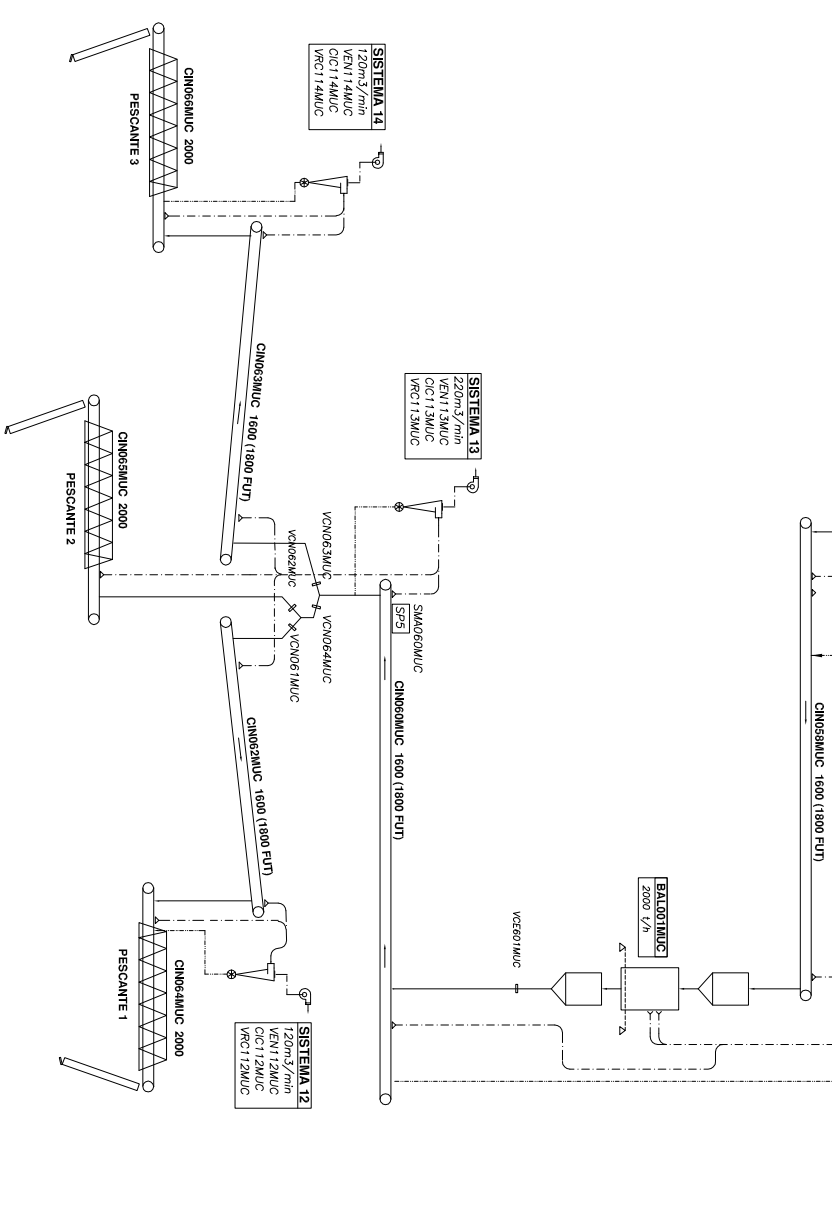
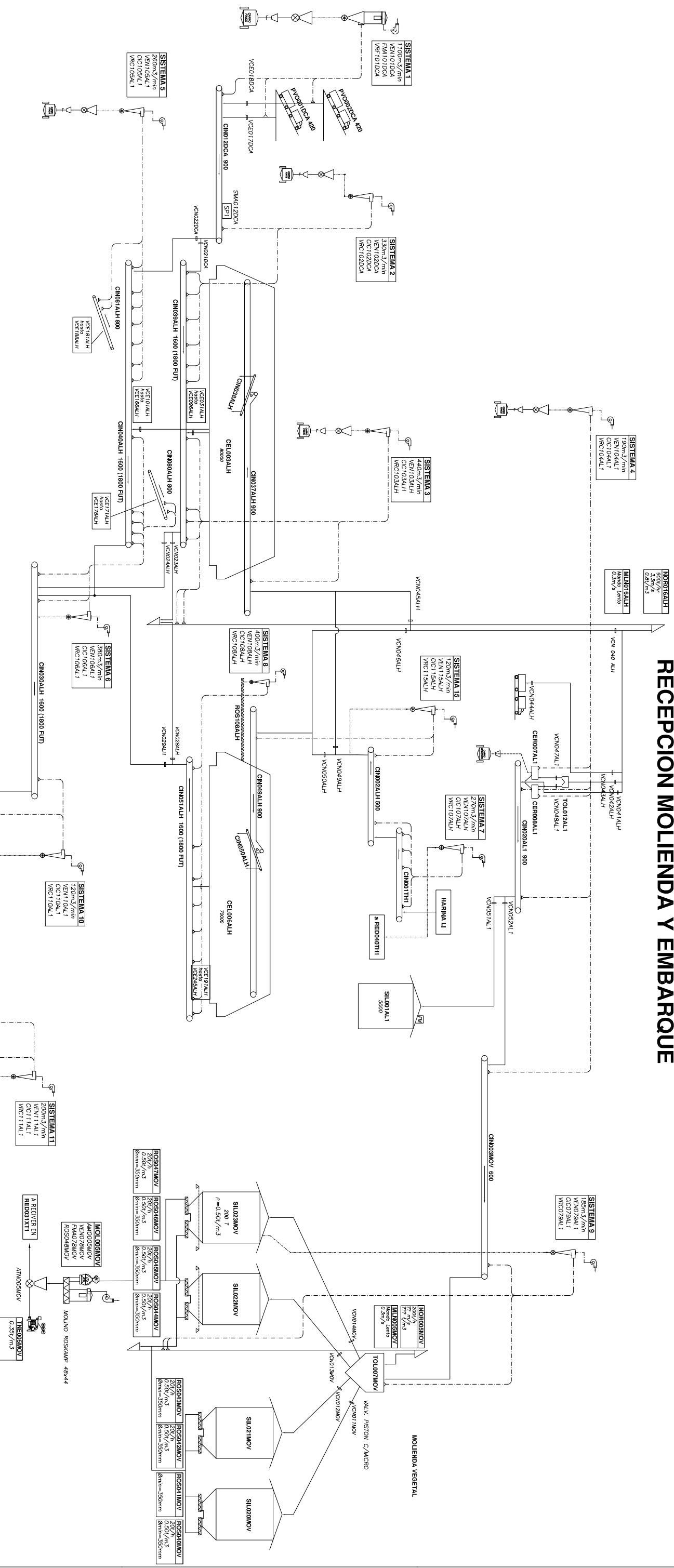
Figura 43: Armado del Cabezal Motriz en Fábrica



Figura 44: Montaje de cinta en galería

Planos obra Dreyfus

RECEPCIÓN MOLIENDA Y EMBARQUE

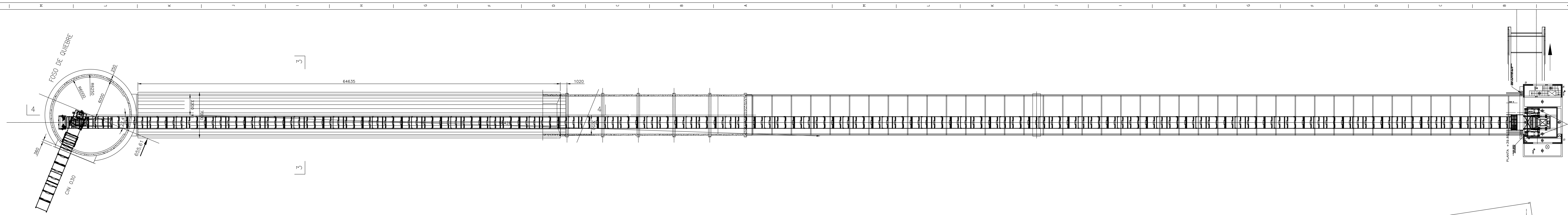


8	CINTA EMBARQUE 1600 t/h Y CAMBIO EN N.º HOLA	J.A.M.	23/03/05
7	NOMENCLATURA DE VALVULAS Y ASPIRACIONES	E.G.F.	03/03/05
5	REV. VARIAS (SE ELIMINÓ SEC. Y SE AGREGÓ MOL. VEG.)	J.A.M.	17/01/05

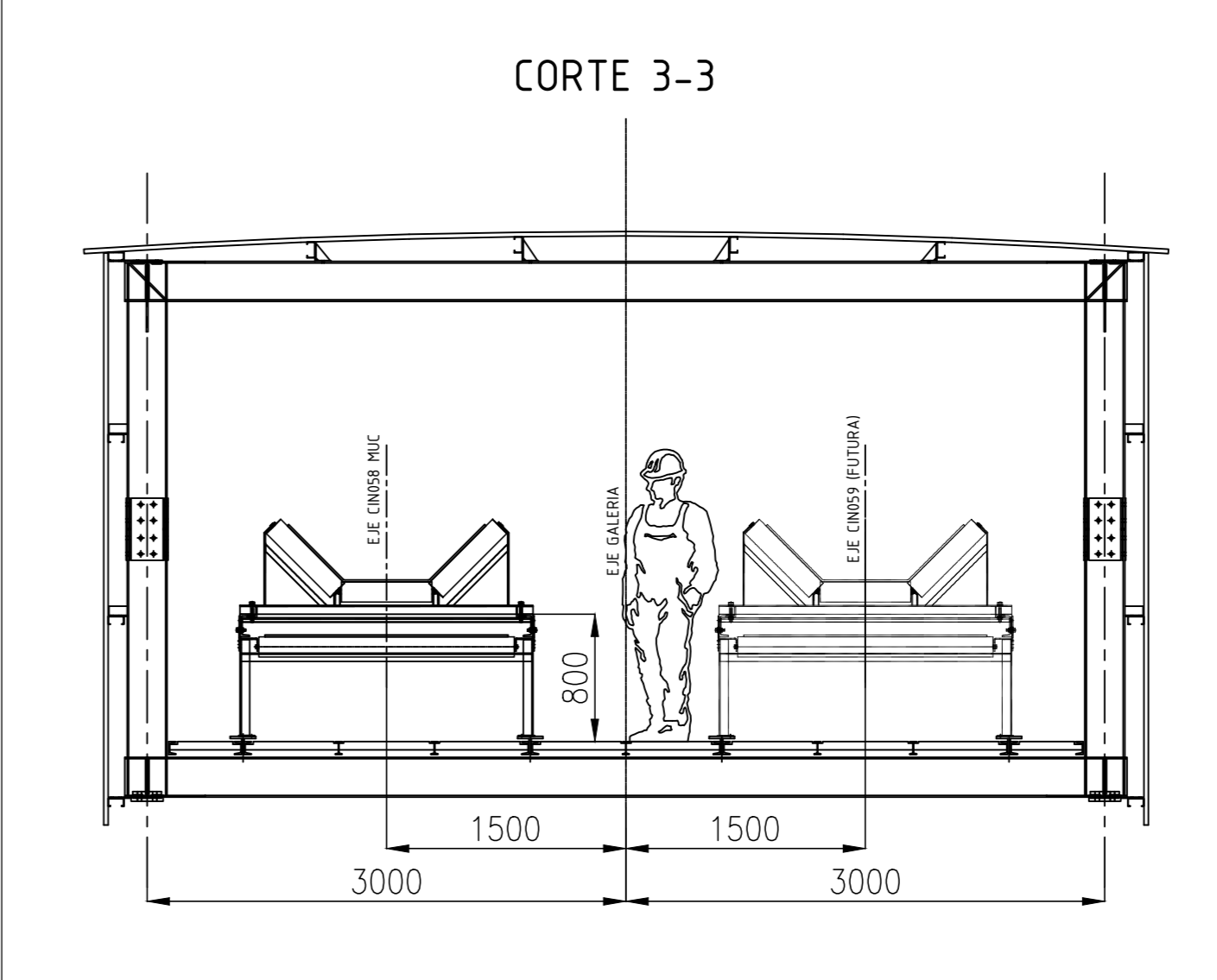
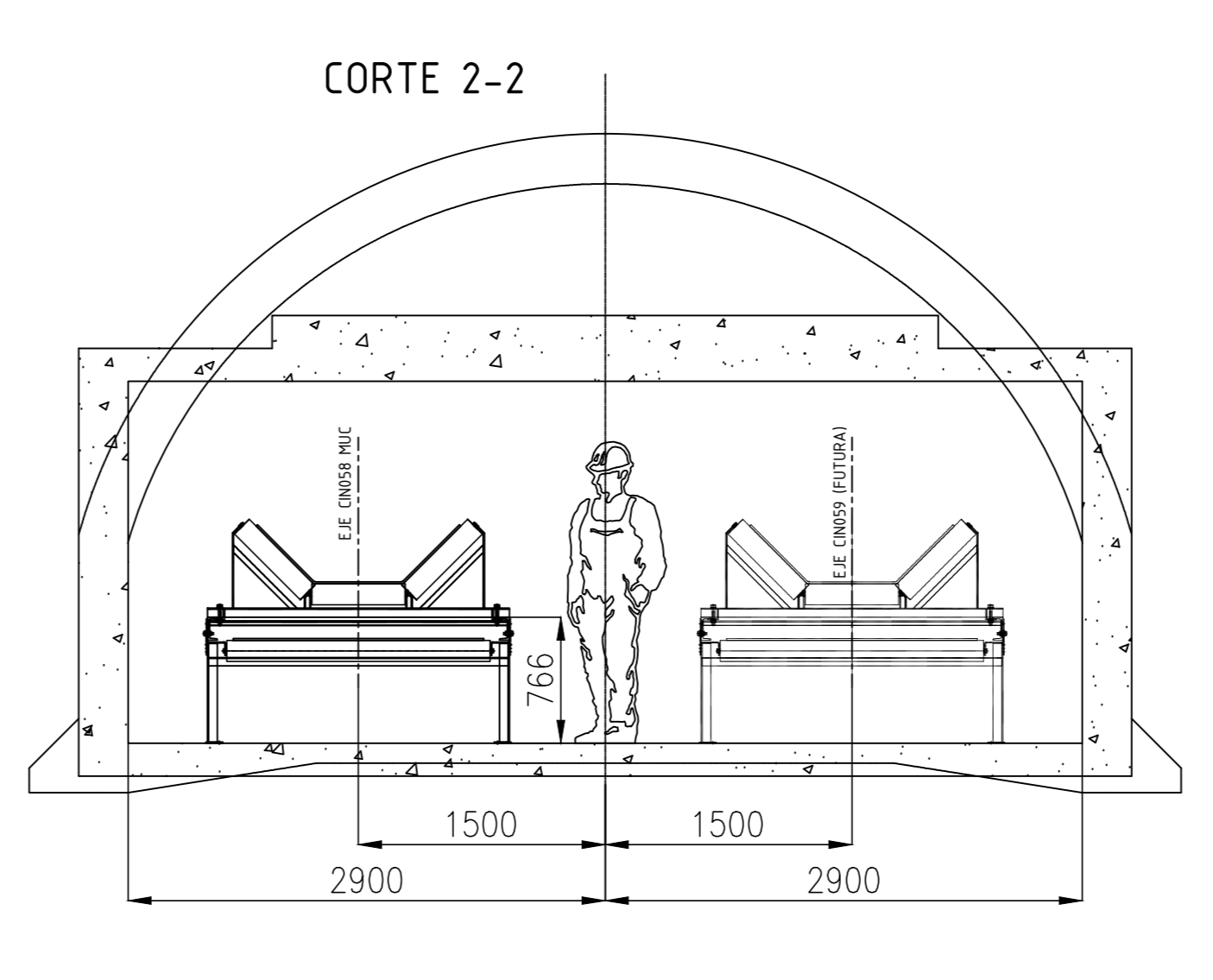
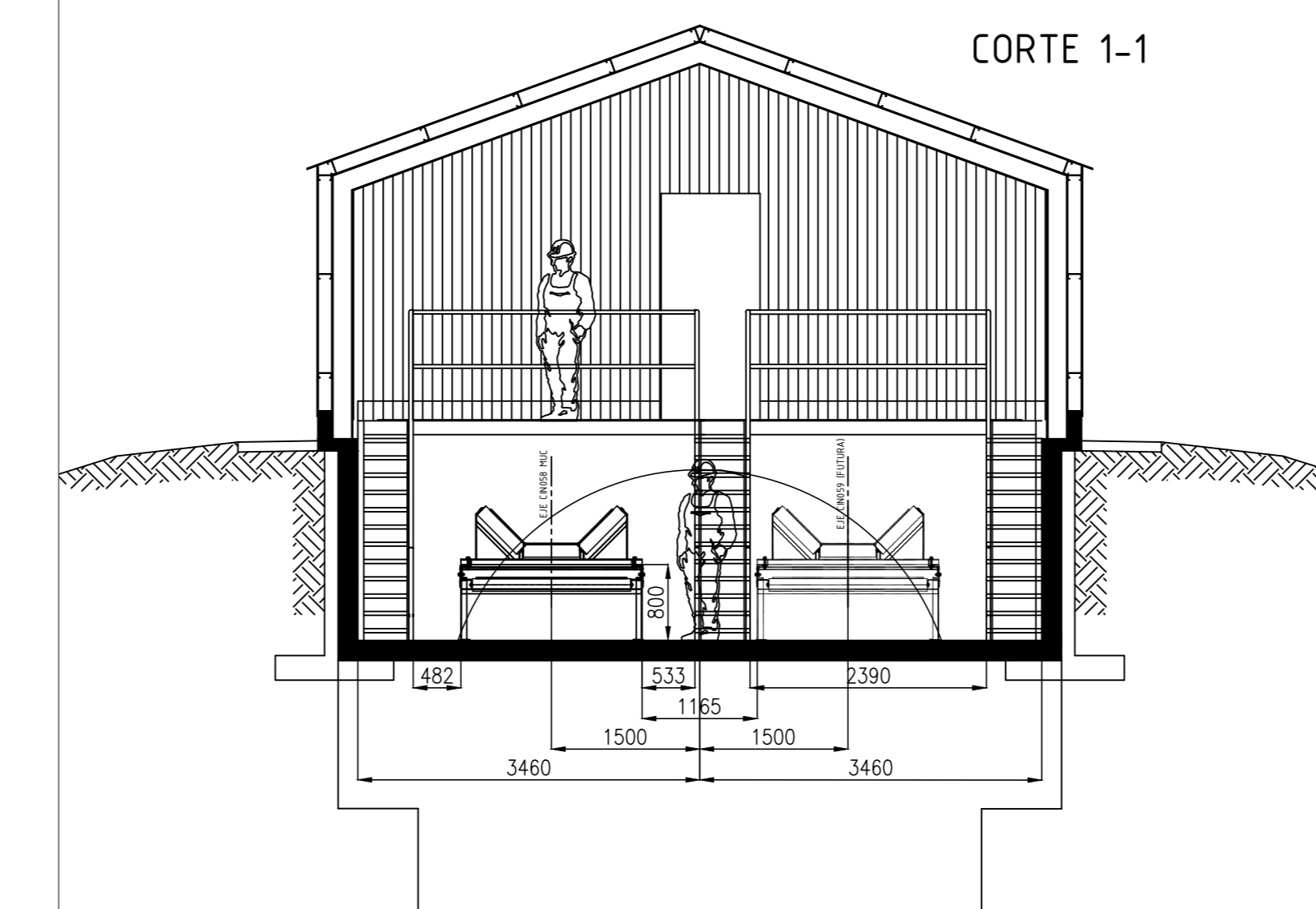
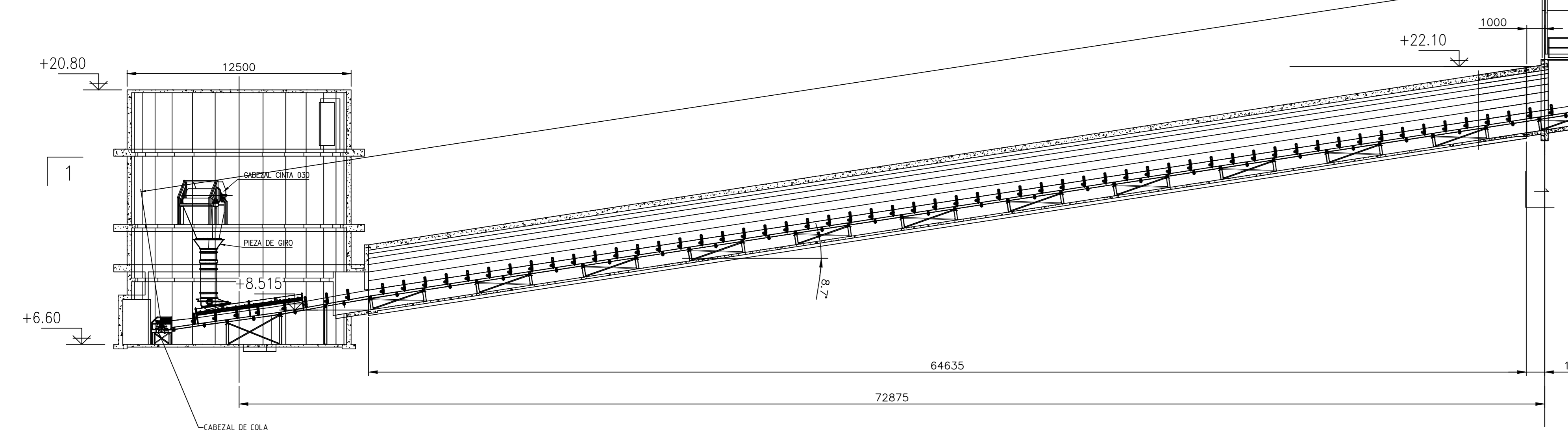
Dibujo	M.E.F.	01/06/04	Archivo	FS-GP3V-3069-8	Escala	1
Revisó	E.G.F.	03/03/05	Carpeta	Diagrama de flujo	Escala	2
Aprobó	J.E.G.	03/03/05	Empresa	*		

Título:
FS-GP3V-3069-8
 DIAGRAMA DE FLUJO
 RECEPCIÓN MOLIENDA Y EMBARQUE

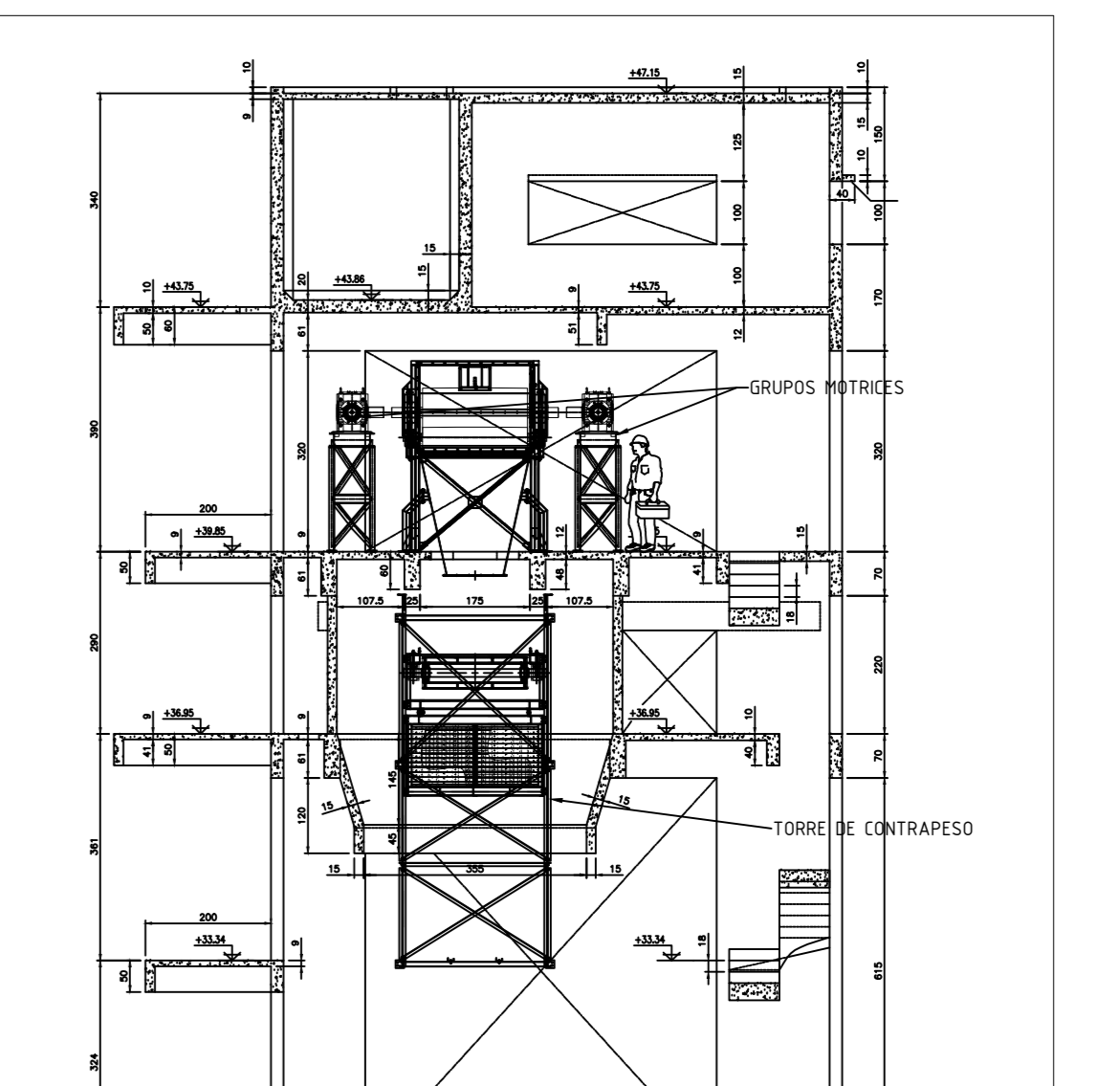
Medidas en: *
 Hoja: 1 de 6



SECCIÓN 4-4



VISTA FRONTAL TORRE



Dibujó	C.F.	14/03/06	Proyecto	PL-P3M-8531-G	Escala 1	20/03/06
Revisó	C.F.	20/03/06	Cliente	SA EDICOLA	Escala 2	20/03/06
Aprobó	M.B.	27-11-06	Empresa	PROTEC S.A.	Escala 3	27-11-06
TÍTULO				IMPLEMENTACIÓN CINTA CINOSOS	PL-P3M-8531-G	
ALIMENTACIÓN BALANZA				Escala		1/1