



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO DE UN TRANSPORTADOR DE 2392 (m)
DE LONGITUD PARA TRANSPORTE DE
MATERIALES A GRANEL

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

p r e s e n t a n

Ma. Felicitas Roque Silva

Alberto Roque Silva

Bonifacio Roque Silva

Gregorio Roque Silva

Jesús Alemán Díaz

Rubén Darío Rodríguez González

Director de Tesis: Ing. Eloisa Dávalos Paz

México, D. F.

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DISEÑO DE UN TRANSPORTADOR DE BANDA DE 2,392 [m] DE LONGITUD
PARA MANEJO DE MATERIALES A GRANEL

C O N T E N I D O

PRESENTACION

1. INTRODUCCION
 - 1.1 VENTAJAS DE LOS TRANSPORTADORES DE BANDA
 - 1.2 ANALISIS ECONOMICO DE LA INVERSION
 - 1.3 PLANEACION DEL PROYECTO
2. BASES DE DISEÑO
 - 2.1 DESCRIPCION DE LA PLANTA
 - 2.2 CRITERIOS DE DISEÑO MECANICO
 - 2.3 CRITERIOS DE DISEÑO ELECTRICO
 - 2.4 CRITERIOS DE DISEÑO DE CONTROL
3. DESARROLLO DEL PROYECTO
 - 3.1 CALCULOS MECANICOS
 - 3.2 CALCULOS ELECTRICOS
 - 3.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL CONTROL DE LA BANDA
TRANSPORTADORA
 - 3.4 PLANOS DEL PROYECTO
4. ESPECIFICACIONES TECNICAS
 - 4.1 ESPECIFICACIONES MECANICAS
 - 4.2 ESPECIFICACIONES ELECTRICAS
 - 4.3 ESPECIFICACIONES DE CONTROL
5. PROCEDIMIENTO DE MONTAJE Y PRUEBAS
 - 5.1 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DEL TRANSPORTADOR
 - 5.2 PRUEBAS DEL TRANSPORTADOR
6. INSTRUCTIVO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

PRESENTACION

OBJETIVO

La modernización tecnológica de la industria nacional es tema prioritario para el actual gobierno, debido principalmente a que es un factor determinante en la competitividad de nuestros productos y servicios en el libre mercado. En términos generales, dicha transformación repercute en una reducción del tiempo de proceso, de la mano de obra y del consumo de energía. Esto último coadyuva a los programas de ahorro de energía y en forma indirecta disminuye la producción de contaminantes ambientales.

La automatización de los procesos es el punto más importante de dicha modernización. Operaciones que tradicionalmente se realizan en forma manual deben ser automatizadas, y aquellas que ya lo están deben ser revisadas de acuerdo a las condiciones actuales.

El equipo de manejo de materiales es de vital importancia en la modernización tecnológica de aquellas industrias en donde existe el manejo de materiales en alguna fase del proceso desde el origen, la manufactura o el

almacenamiento. En muchos casos el equipo de manejo de materiales es el único medio posible para realizar dichas funciones debido a sus propias características o por algunas otras razones tales como la localización, la seguridad y la capacidad. De hecho, en muchas plantas la operación predominante es el manejo de materiales desde la materia prima hasta el producto terminado. Tal es el caso de las plantas mineras y de las plantas cementeras. El equipo de manejo de materiales, ya sea como un equipo aislado o como un sistema complejo puede ligar varios procesos y sincronizarlos de tal manera que sería imposible por otros medios. Bajo ciertas condiciones el equipo de manejo de materiales puede realizar otro proceso además del de transportar el material. La aplicación exitosa del equipo de manejo de materiales requiere de los conocimientos básicos en cuanto a capacidad y economía de cada uno o como una combinación de ellos para formar un sistema. También es importante el conocimiento de la planta misma y de los procesos involucrados en cada aplicación.

Dentro de los equipos de manejo de materiales a granel, los transportadores de banda ocupan un lugar predominante. Son los más versátiles y más usados de todos los transportadores. Son capaces de manejar capacidades más altas a grandes distancias y a costos más bajos que cualquier otro medio de transporte. Así también se usan en capacidades pequeñas y medianas debido a que pueden manejar

prácticamente cualquier tipo de material en forma económica y confiable.

El objetivo de la presente tesis es desarrollar el diseño de un transportador de banda de 500 toneladas por hora para transportar mineral de níquel en una longitud aproximada de 2400 m y una diferencia de nivel aproximada de 335 m. El material es transportado en sentido descendente desde la mina de explotación hasta la planta de procesamiento. Es importante señalar que este transportador es del tipo regenerativo, es decir, que es capaz de generar energía eléctrica. Este medio de transporte resulta ser el más económico hasta en un 30%, después de considerar otras alternativas tales como el transporte por camión y el transporte por funicular.

En el desarrollo del proyecto se aplican los conocimientos de las áreas mecánica, eléctrica y electrónica para la determinación de los componentes que integran el equipo para su correcto funcionamiento.

ALCANCE Y CONTENIDO.

El alcance del presente trabajo incluye la elaboración de los documentos necesarios para la definición de la ingeniería que nos permita adquirir materiales mecánicos, eléctricos y de control, así como para fabricar el

transportador, instalarlo y ponerlo en operación. Estos documentos son: Las bases de diseño, especificaciones técnicas, memorias de cálculo, planos del proyecto, procedimientos de montaje, manuales de operación y mantenimiento, y procedimientos de prueba y puesta en marcha.

El capítulo 1 se refiere a las ventajas que presentan los transportadores de banda en el acarreo de materiales a granel con relación a otros medios de transporte. También se trata de la factibilidad del proyecto basado en un estudio técnico-económico, comparado con el acarreo por camión.

El capítulo 2 trata sobre las bases de diseño, en las cuales se establecen los requerimientos que debe cumplir el equipo, información del lugar de instalación y los servicios existentes. También se establecen los reglamentos, códigos y estándares que debe cumplir el diseño y la fabricación del equipo.

El capítulo 3 trata sobre los procedimientos de cálculo de los componentes mecánicos y eléctricos del transportador.

El capítulo 4 se refiere a las especificaciones técnicas que en forma detallada definen las características de cada uno de los componentes del transportador.

El capítulo 5 incluye una descripción de los procedimientos de ensamble , montaje y pruebas a las que debe someterse el transportador y sus componentes.

Finalmente, en el capítulo 6 se describen los procedimientos de operación y mantenimiento del equipo.

ASPIRACION DE LOS AUTORES

El trabajo aquí presentado muestra una de las técnicas actualmente utilizadas en el diseño y fabricación de los transportadores de banda. El cálculo esta basado en el procedimiento presentado por el "CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURING ASSOCIATION", el cual utiliza factores determinados empíricamente considerando componentes fabricados bajo estándares americanos. De hecho, los transportadores fabricados en nuestro país no se apegan en su totalidad a dichos estándares, por lo que es importante conocer el comportamiento en tales circunstancias; por tal motivo deseamos que este trabajo sea un punto de partida de estudios posteriores sobre procedimientos de cálculo alternos y búsqueda de nuevos materiales que nos permitan optimizar los recursos disponibles en nuestro país, en el diseño y fabricación de este tipo de equipos.

Finalmente los autores del presente trabajo queremos hacer patente que los conocimientos adquiridos durante la carrera nos dan los suficientes elementos para interpretar un problema práctico y de beneficio social en términos medibles, con el fin de comparar y evaluar los resultados obtenidos al aplicar el método científico en la solución del mismo, dicho lo cual cumple el ingeniero con su principal misión en la sociedad.

CAPITULO 1**INTRODUCCION**

CAPITULO 1: INTRODUCCION

1.1 VENTAJAS DE LOS TRANSPORTADORES DE BANDA.

1.2 ANALISIS ECONOMICO DE LA INVERSION

1.3 PLANEACION DEL PROYECTO

CAPITULO 1: INTRODUCCION.

1.1 VENTAJAS DE LOS TRANSPORTADORES DE BANDA.

El tema de los transportadores de banda es el de mayor interés para todos los ingenieros responsables de la selección del equipo para manejo de materiales a granel

Los transportadores de banda han alcanzado una posición dominante en el transporte de materiales a granel debido a ventajas inherentes como son su economía y seguridad de operación, confiabilidad, versatilidad y prácticamente un rango ilimitado de capacidades. Adicionalmente, realizan numerosas funciones de proceso en conexión con su propósito principal de proveer un flujo continuo de material entre diferentes operaciones. Recientemente, su conformidad con las normas ambientales le han proporcionado un incentivo

adicional para su selección sobre otros medios de transporte.

La baja mano de obra y los bajos requerimientos de energía son características fundamentales de los transportadores de banda comparados con otros medios de transporte. El dramático incremento de estos costos de operación han ubicado a los transportadores de banda en una posición extremadamente favorable en aplicaciones en las que no fueron considerados hace algunos años.

La confiabilidad y la seguridad son características que destacan ahora que hay bandas más resistentes y durables, así como elementos mecánicos mejorados, controles eléctricos y dispositivos de seguridad altamente sofisticados.

El tamaño de los materiales que se pueden transportar esta limitado solamente por el ancho de la banda. Estos pueden variar desde muy finos como algunos químicos en polvo, a gruesos como el mineral en trozo, la piedra, el carbón o la pulpa de madera en trozo. Debido a que las bandas de hule son altamente resistentes a la corrosión y a la abrasión, los costos de mantenimiento son bajos cuando se manejan materiales altamente corrosivos o abrasivos como es el caso de la alumina o el sinter.

Algunos materiales se atascan o se empaquetan cuando se manejan por otros medios, no así con los transportadores de banda. Aún materiales calientes tales como la arena de fundición, el coque, el sinter o los pellets de mineral de hierro se manejan exitosamente.

Los transportadores de banda operan en forma continua sin pérdida de tiempo para la carga y descarga o viajes de regreso vacío. La programación y el despacho son innecesarios ya que los transportadores de banda se cargan y descargan automáticamente. Los costos de la mano de obra para su operación varían muy poco con la capacidad. Los costos globales por tonelada transportada decrecen apreciablemente conforme se incrementan las toneladas manejadas.

Por estas razones, los transportadores de banda son capaces de manejar toneladas de material a granel que de otra forma sería más costoso y con frecuencia impráctico de transportar por otros medios.

Los sistemas de transportadores de banda proveen el medio de transporte de materiales por la vía más corta entre los puntos de carga y descarga. Pueden seguir el terreno existente con pendientes de 30 a 35%, comparado con el 6 al 8% de límite efectivo para el acarreo por camión. Pueden llevar una cubierta para evitar el escape de polvo a la

atmósfera y protegerlo del medio ambiente. Los transportadores de banda proveen flujo continuo del material sin confusión ni retraso causados por medidas de seguridad debido al tráfico dentro de las plantas u otras áreas congestionadas.

Las trayectorias de viaje pueden ser bastante flexibles y la longitud de las rutas pueden extenderse repetidamente según se requiera. En algunas instalaciones mineras a cielo abierto, los transportadores se multiplican lateralmente en el banco para seguir el avance de la excavación.

Los transportadores de banda pueden ser cargados en uno o más puntos y descargarlo en varios puntos o áreas según se requiera. Son muy útiles abajo de pilas de material por las cuales se alimentan.

El material se puede descargar en el extremo del transportador o en cualquier punto de su longitud por medio de un desviador o un carro distribuidor (tripper).

Los transportadores de banda con apiladores y reclamadores de material se han convertido en los únicos medios prácticos para apilar y reclamar a gran escala materiales a granel tales como el carbón, mineral y pellets. La combinación apilador reclamador es un ejemplo de la

tendencia actual para la carga y descarga en las terminales de ferrocarril y de barcos.

Los barcos autodescargables están equipados con bandas transportadoras y descargan el material aún en aquellos puertos que no cuentan con el equipo necesario para la descarga. La capacidad de descarga de tales sistemas es normalmente mayor que los descargadores de almeja, ya que no requieren tiempo para el regreso en vacío y cargarse nuevamente como es el caso de la almeja. La mano de obra es más baja, así como otros costos de operación

En contraste con los sistemas de carga y descarga de gran capacidad mencionados anteriormente, los transportadores de banda se usan para dosificar material, como es el caso de la arena de fundición que puede ser dosificada con desviadores en puntos específicos y en cantidades controladas, según lo requiera el proceso.

Aún cuando los transportadores de banda normalmente se usan para transportar y distribuir material, también se usan con equipo auxiliar para realizar otras funciones en el proceso. Un alto grado de mezcla se logra cuando los materiales se apilan y después se reclaman. Diferentes materiales se pueden dosificar en una misma banda.

Se pueden remover objetos magnéticos del material mientras es transportado. También se puede pesar en forma exacta y continua mientras es transportado, y también se puede clasificar, seleccionar o esparcir.

Los transportadores de banda operan con suma confiabilidad en procesos vitales cuyo éxito depende de la operación continua como es el caso del manejo del carbón en plantas de fuerza y el transporte de materia prima en plantas de acero, en plantas de cemento y en los sistemas de carga y descarga en puertos donde el tiempo perdido es muy costoso.

Los transportadores de banda son más aceptados que otros medios de transporte de materiales a granel, desde el punto de vista ecológico. Operan silenciosamente, con frecuencia encerrados dentro de galerías localizadas arriba de áreas de tráfico o de riesgo, o en pequeños túneles. Además, no contaminan la atmósfera con polvo o con hidrocarburos. En los puntos de transferencia, el polvo se recolecta en los chutes de transferencia o por medio de un sistema de colección de polvos adecuado.

Los transportadores de banda operan con un alto grado de seguridad. Se requiere poco personal para su operación y tienen menos riesgo que otros medios de transporte. Los

vehículos implican responsabilidad pública ya que operan sobre carreteras y otras áreas de acceso público.

La cantidad de mano de obra requerida por tonelada, para operar los transportadores de banda normalmente son más bajos que cualquier otro medio de transporte de materiales a granel. Los bajos costos de operación le permiten recuperar la inversión más rápido que otros métodos competitivos. Una gran variedad de funciones del sistema se pueden monitorear desde un tablero de control central o por computadora, requiriendo el mínimo de personal de operación para inspeccionar el equipo y elaborar reportes para el área de mantenimiento.

El tiempo requerido por el personal de mantenimiento es también mínimo. Las reparaciones y reemplazos de las partes pequeñas se realizan rápidamente en sitio. Algunas bandas pueden ser reemplazadas en un turno después de haber transportado 100 millones de toneladas para su desgaste.

Los incrementos del costo de la energía es un factor importante en la potencia del sistema y su relación al costo por tonelada transportada. Debido a que los transportadores de banda operan con energía eléctrica, se ven menos afectados por los precios, escasez y otras limitaciones de los combustibles líquidos. En algunos transportadores, la porción inclinada con frecuencia ayuda a impulsar una

porción horizontal o inclinada. Algunos sistemas de transportadores son completamente regenerativos. El consumo de energía de los transportadores de banda, siempre ha contribuido a costos de operación extremadamente bajos.

Los costos de mantenimiento de los transportadores de banda son extremadamente bajos comparados con otros medios de transporte de materiales a granel. Los componentes normalmente se almacenan en lugares cerrados y tienen una larga vida en comparación con los de los vehículos motorizados. Normalmente sólo requieren de supervisión programada y lubricación. Cualquier reparación o reemplazo esta programado, evitando pérdidas de tiempo. Las partes de repuesto son pequeñas y de fácil acceso, de tal forma que se pueden efectuar en el sitio con el equipo mínimo. Los inventarios de las partes de repuesto se mantienen a bajo costo y requieren relativamente poco espacio para su almacenamiento.

Los beneficios económicos debido a los bajos costos de operación por la mano de obra y el consumo de energía, así como algunas otras ventajas mencionadas anteriormente, nos permiten seleccionar a los transportadores de banda como el medio más adecuado cuando se incrementa la longitud de transporte. No solamente es la mejor inversión al momento de su instalación, sino que el incremento del costo de los combustibles líquidos, han mejorado su valor presente.

1.2 ANALISIS ECONOMICO DE LA INVERSION.

Numerosos factores contribuyen para la selección de los transportadores de banda de gran longitud, sin embargo, la decisión final de la inversión se basa principalmente en la economía (el costo más bajo por tonelada, considerando la cantidad total transportada durante la vida en operación). En aquellos casos donde el costo inicial del sistema de transportadores de banda es mayor que el de los camiones, la diferencia se supera rápidamente por sus costos de operación más bajos y el retorno de la inversión es tan largo como la operación del sistema.

Cualquier comparación de un estimado de costos y los resultados de la inversión hecha hace algunos años, sería aún mas favorable para los transportadores de banda para las condiciones actuales, debido a que los costos de operación de los transportadores de banda son bajos, resultado en su mayor parte de los mínimos requerimientos de mano de obra y consumo de energía.

Los factores que deben tomarse en cuenta para decidir la inversión de un sistema de transportadores de banda o una operación con camiones, depende de los requerimientos y circunstancias específicas del caso, así como de los costos

estimados para obtener la información financiera deseada. Dicha información puede variar desde una estimación de costos de operación para un sistema provisional, hasta procedimientos contables altamente sofisticados aplicados a una instalación permanente.

Para hacer una comparación de costos más real entre dos o más sistemas de transporte, se deben considerar todos los costos involucrados, incluyendo las instalaciones auxiliares necesarias para cada sistema. Por ejemplo, se requeriría un sistema de trituración para reducir el tamaño del trozo para su manejo en un transportador de banda, no así para el acarreo por camión. Por otra parte, se requiere de un gran taller con equipo especial para una flota de camiones, mientras que para los transportadores de banda sólo es necesario equipo relativamente barato. También se debe considerar el efecto de la inflación y de la inversión en equipo de reemplazo.

Las Tablas 1 y 2 muestran un método para determinar el capital de inversión, los costos de operación y otros para el acarreo por camión y por transportador de banda. Estas tablas muestran los factores que más contribuyen con los costos de cada sistema, dichos factores deben ser sumados o restados según el proyecto en particular.

Para tomar en cuenta la inflación y otras inversiones adicionales, estos formatos permiten incluir entradas anuales en la vida del proyecto. El costo por tonelada resulta dividiendo los costos de operación y los costos de depreciación, impuestos y seguros por las toneladas que se esperan manejar durante el año. Cabe hacer notar que las horas de operación anuales afectan significativamente el análisis del costo, debido a que se afecta directamente la frecuencia del reemplazo y la depreciación anual.

Aún cuando el análisis de costos de operación y otros indiquen una ventaja de un sistema a otro, el plan más económico puede requerir una inversión inicial mayor que el plan alterno. El monto de la inversión puede ser un factor determinante en la toma de decisiones. Un método comúnmente usado para analizar diferentes alternativas de inversión es el método del valor presente y evaluación del costo capitalizado.

TABLA 1

COSTOS DE OPERACION DEL ACARREO CON TRANSPORTADOR DE BANDA

	AÑOS	1	2	3	4n
INVERSION						
Equipo de carga						
Transportador y estructura						
Banda						
Montaje de equipo y estructura						
Cimentaciones						
Equipo eléctrico e instalación						
Preparación del sitio						
Construcción caminos de acceso						
Alumbrado						
Taller de reparación y equipo						
Almacén de partes de repuesto						
Equipo de descarga						
Equipo de mantenimiento para el camino de acceso, limpieza, etc.						
COSTOS DE OPERACION ANUALES						
Energía eléctrica						
Mantenimiento y reparación del transportador						
Mantenimiento del camino de acarreo						
Mantenimiento y reparación de equipo auxiliar						
Mano de obra						
OTROS COSTOS DE OPERACION						
Depreciación						
Interés, impuestos y seguros (% del valor en libros)						
COSTO TOTAL						

TABLA 2

COSTOS DE OPERACION DEL ACARREO CON CAMION

	AÑOS	1	2	3	4n
INVERSION						
Camiones (menos llantas)						
Construcción del camino para el acarreo						
Equipo de mantenimiento del camino						
Alumbrado						
Equipo y taller de reparación						
Almacén de partes de repuesto						
Equipo de carga						
Equipo de descarga						
Ingeniería						
COSTOS DE OPERACION ANUALES						
Mantenimiento del camino						
Mantenimiento y reparación de camiones						
Llantas						
Combustible, aceite y grasa						
Mano de obra operadores						
mecánicos						
Energía eléctrica para alumbrado						
OTROS COSTOS DE OPERACION ANUALES						
Depreciación						
Interés, impuestos y seguros						
(% del valor en libros)						
COSTO TOTAL						

1.3 PLANEACION DEL PROYECTO

El diseño, construcción, pruebas, puesta en marcha y transferencia de un proyecto de manejo de materiales, constituyen una secuencia de actividades que se extienden a lo largo de un prolongado período de tiempo (en ocasiones del orden de varios años), y que representa una considerable inmovilización de capitales, recursos materiales y humanos. Por consiguiente, el seguimiento de dichas actividades mediante un adecuado procedimiento de planeación y control, no sólo puede proporcionar reducciones de tiempo (tanto directa como indirectamente, resolviendo situaciones que producirían retrasos antes de que aparezcan), sino que dichas reducciones son fácilmente identificables en términos económicos que justifican los recursos destinados a dicha planeación.

En la construcción de un proyecto de manejo de materiales intervienen frecuentemente numerosos subcontratistas que realizan trabajos muy diferentes entre sí pero que precisan una estrecha coordinación para alcanzar los objetivos parciales y globales; dicha coordinación se inicia a través de un lenguaje común y de una clara visión de cuáles son los objetivos y las responsabilidades de cada uno, dichos objetivos y responsabilidades son no solamente técnicos y económicos, sino temporales y se hallan

entrelazados. Cada trabajo tendrá normalmente su propia programación, pero todas ellas deben combinarse y entrar en el marco de la programación global.

La multiplicidad de tecnologías, empresas y tareas dificultan la obtención de una visión global que sin embargo, es la que debe adoptar el jefe de proyecto. La planeación permite alcanzar esta visión de conjunto.

Un proyecto en general puede planearse en base a sus fases naturales de desarrollo, las cuales se refieren a continuación:

- Fase de definición
 - Estudio de objetivos
 - Estudio de factibilidad
- Fase de concepción
 - Concepción general
 - Concepción detallada
- Fase de construcción
- Fase de puesta en marcha
- Fase de transferencia

Al final de cada fase y subfase se genera un documento formalizado el cual debe ser aprobado, y normalmente se toman desiciones, principalmente si se continúa con la siguiente fase del proyecto.

La fase de definición es aquella en la que la idea se concreta y se realizan los estudios y evaluaciones preliminares; el objetivo principal es llegar al estudio de factibilidad, que permitirá posteriormente una evaluación más detallada, si como consecuencia del mismo se decide seguir adelante.

La fase de concepción tiene el propósito de definir la ingeniería básica, el costo, el programa, prestaciones y recursos necesarios, y si todos los elementos son compatibles técnica y económicamente.

La fase de construcción involucra la realización de la ingeniería de detalle, la adquisición y la fabricación de equipo y materiales, la obra civil y el montaje electromecánico.

La fase de la puesta en marcha incluye la realización de las pruebas finales del sistema y la evaluación de los resultados del sistema en los aspectos técnico, económico y social en condiciones operativas reales.

En la fase de transferencia, la organización del proyecto industrial hace la transferencia de las instalaciones a la estructura organizativa para la operación de la planta.

En el presente trabajo nos avocaremos a la programación en la fase de construcción del proyecto, una vez que se ha definido la factibilidad del mismo y la ingeniería conceptual.

El período de construcción de la fase de construcción del proyecto debe ser el mínimo posible, ya que el costo es proporcional al tiempo transcurrido. Para el caso de proyectos de manejo de materiales el período de ejecución esta determinado por el programa de fabricación del equipo manejo de materiales, ya que el resto de los eventos tienen períodos de ejecución menores. La Figura No. 5.1 muestra el programa de barras propuesto con los principales eventos del proyecto que estamos tratando.

PROGRAMA DEL PROYECTO

CONCEPTO	MESES																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
INGENIERIA	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///
OBRA CIVIL				///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///
FAB. TRANSP.					///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///
COMPRA EQ.						///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///
MONTAJE									///	///	///	///	///	///	///	///	///	///
PRUEBAS																	///	///
ARRANQUE																		///

FIGURA 5.1

CAPITULO 2**BASES DE DISEÑO**

CAPITULO 2: BASES DE DISEÑO

- 2.1 DESCRIPCION DE LA PLANTA**
- 2.2 CRITERIOS DE DISEÑO MECANICO**
- 2.3 CRITERIOS DE DISEÑO ELECTRICO**
- 2.4 CRITERIOS DE DISEÑO DE CONTROL**

CAPITULO 2: BASES DE DISEÑO

2.1 DESCRIPCION DE LA PLANTA

2.1.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA

La Planta Minera se localizará en el Estado de Chihuahua en el pueblo de Palmarejo, a 13 [Km] al este del municipio de Chinipas, cerca del límite con el estado de Sonora. Sus coordenadas son $27^{\circ}23'39''$ de latitud norte, $108^{\circ}24'49''$ de longitud al oeste del meridiano de Greenwich.

Comisión Federal aplicará las normas necesarias para el lugar donde se instalará nuestra Banda Transportadora.

2.1.2 CLIMA

El clima en la zona de Palmarejo puede ser considerado en términos generales como extremo dado que las temperaturas son muy variables a lo largo del año. En primavera la temperatura llega hasta 45° C mientras que en invierno se registran hasta por debajo de los 0° C; la temperatura promedio es de 28° C.

El tiempo de lluvias se presenta durante el verano, parte del otoño, abarcando los meses de junio, julio, agosto y septiembre; más aún, en la época de invierno (diciembre, enero y febrero) presentan lluvias ocasionales que llegan a prolongarse hasta cinco días consecutivos.

2.1.3 CAPACIDAD

La capacidad de la Planta Minera es de:

- 2 600 000 [T/Año] de Mineral de Níquel
- 325 días hábiles al año
- 2 turnos de 8 horas cada uno

2.1.4 DESCRIPCION DEL PROCESO

La Banda tiene como función transportar Mineral de Níquel de la Planta Minera a la Planta Procesadora.

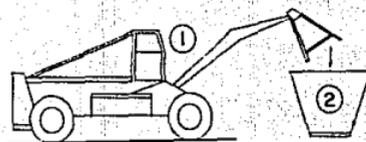
Un cargador Frontal alimentará una tolva, está pasará a un alimentador de placas, de aquí al triturador de quijada él que alimentará a la Banda Transportadora y este a la Planta de Procesamiento (Fig. 2.1).

Nuestro único estudio en este documento es la Banda Transportadora, lo demás queda excluido.

2.2 CRITERIOS DE DISEÑO MECANICO

Se requiere un transportador de banda para manejo de Mineral de Níquel.

Para poder transportar Mineral de Níquel es necesario conocer el comportamiento del Mineral en reposo y, que sea dosificado al transportarlo por medio de tolvas, esto es con el fin de que el transportador siempre se encuentre lleno.



1. CARGADOR FRONTAL
2. TOLVA
3. ALIMENTADOR DE PACAS
4. TRITURADOR DE QUIJADA
5. LA BANDA

DESCRIPCION DEL PROCESO

TITULO: TRANSPORTADOR REGENERATIVO

ESC. -

FECHA: 26 10 93

ACOT. -

DIB. R. D. R. G.

DIB. No. 2.1

Las características del Material a Transportar son:

- Material: Mineral de Níquel
- Capacidad a transportar: 500 [T/H] (8333.33 [Kg/s])
- Con un tamaño de: 5.08×10^{-2} [m]
- Densidad: $\rho = 1.4 \times 10^3$ [Kg/m³]

Las características de la Banda Transportadora son:

- Longitud del Transportador: 2392 [m]
- Desnivel del transportador: 335 [m]

Todo lo anterior además de lo siguiente: Todo tipo de rodillos, poleas, coples, chumaceras, flechas, transmisiones, sistemas tensor, estructura de montaje, elementos de limpieza, elementos de control y bastidor.

2.2.1 TRABAJOS NO INCLUIDOS

Los siguientes conceptos quedan fuera del alcance del suministro del proveedor:

- Cimentación y pernos de anclaje
- Interconexión de tuberías al límite del paquete
- Alimentación eléctrica al paquete
- Chutes
- Tolvas
- Descarga

2.2.2 PLACAS DE IDENTIFICACION

Cada uno de los equipos suministrados deberán venir acompañados de una placa de identificación permanente en aluminio en el que se indicarán los siguientes datos:

- Marca
- Modelo
- Tipo
- Tamaño
- No. de Identificación
- No. de Serie
- Condiciones de Operación
- Fecha de Fabricación

2.2.3 BANDAS

- Para la Banda se usará el tipo adecuado según sea la tensión.
- Las Bandas deberán tener una vida útil de trabajo de 25 000 [H].
- La banda deberá ser resistente a la luz solar y al ozono del ambiente.

2.2.4 RODILLOS DE CARGA

- El material de los rodillos de carga deberá ser tubo soldado, de acuerdo al CEMA (Conveyor Equipment Manufactures Association)
- Su diseño debe permitir un fácil mantenimiento de sus componentes (desarmado, revisión y cambio de sus piezas).
- Para bandas igual o menores de 1.5 [m] de ancho, la cama de rodillos debe ser de 3 rodillos, un rodillo central horizontal y dos rodillos laterales a 35°.
- La longitud del tubo del rodillo de carga debe ser de acuerdo al ancho de la banda.
- En bandas mayores de 1.5 [m] de ancho la cama de rodillos debe ser de 3 rodillos, dos rodillos laterales a 35° de inclinación y un rodillo central horizontal de mayor longitud.
- Para bandas de 1.8 y 2.0 [m] de ancho se recomienda utilizar elementos unificados de los transportadores hasta 1.5 [m] de ancho de banda.
- El espaciamiento de las camas de rodillos de carga es de acuerdo al material cargado, a la velocidad y número de capas de la banda.

- El espaciamiento de la cama de rodillos de carga debe ser de 1.0 [m] como máximo, cuando se tenga una banda de 6 capas o menos y el soporte longitudinal (bastidor) es rígido.
- El espacio entre las camas de rodillos de carga, cuando se tenga una banda de más de 6 capas y el soporte longitudinal (bastidor) es rígido debe ser de 1.5 [m] como máximo.
- El espaciamiento entre las camas de rodillos de carga debe de ser de 1.5 [m] como máximo cuando la banda tiene 6 ó 9 capas y el soporte longitudinal (bastidor) es flexible.
- El espacio entre las camas de rodillos de carga debe de ser de 2.0 [m] como máximo cuando la banda tiene más de 6 capas y el soporte longitudinal (bastidor) es flexible.
- El espacio entre las camas de rodillos de carga debe ser de 1.5 [m] como máximo cuando la banda tiene cuerdas metálicas y es equivalente a 6 cuerdas ó menos y, el soporte longitudinal (bastidor) es rígido o flexible.
- El espacio entre las camas de rodillos de carga debe de ser de 2.0 [m] como máximo cuando la banda tiene cuerdas metálicas y es equivalente a más de 6 cuerdas y el soporte longitudinal es rígido o flexible.

2.2.5 RODILLOS DE IMPACTO

- Los rodillos de Impacto debe de tener alma tubular, con discos de hule vulcanizado.
- El material del cuerpo de rotación de los Rodillos de Impacto debe ser de tubo soldado.
- El diseño de los Rodillos de Impacto debe permitir un fácil mantenimiento.
- Para bandas igual o menores de 1.5 [m] de ancho, la cama de rodillos debe ser de tres rodillos, un rodillo central horizontal y dos rodillos laterales a 35°.
- La longitud del tubo de Rodillos de Impacto debe ser de acuerdo al ancho de la banda y es igual a los rodillos de carga.
- La cama de rodillos deben estar espaciadas de acuerdo al material de las capas de la banda, el tipo de material cargado y el impacto de de caída del material en los puntos de transferencia.
- La distancia entre camas de rodillos de impacto, es menor a la distancia entre camas de rodillos de trabajo.
- La cantidad de Rodillos de Impacto deben cubrir 1.5 [m] en la dirección del flujo y 0.5 contra

la dirección del flujo.

2.2.6 RODILLOS DE RETORNO

- Para este tipo de Rodillos se aplica el mismo diseño de los rodillos de carga, excepto en la longitud.
- Para la longitud del tubo del rodillo en los rodillos de retorno debe ser de acuerdo al ancho de banda.
- La distancia entre rodillos transversales en toda la longitud del transportador debe ser de 3.0 [m] cuando la distancia entre camas de rodillos de trabajo sea de 1.0 [m] y 1.5 [m], cuando la distancia entre camas de rodillos de carga sea de 2.0 [m] la distancia de rodillos transversales en toda la longitud del transportador debe ser de 4.0 [m].

2.2.7 RODILLOS AUTOALINEABLES

- Los Rodillos Autoalineables tienen el mismo diseño que los Rodillos de Carga (ver inciso 2.2.4).
- Los Rodillos Autoalineables y las camas de los Rodillos Autoalineables se recomienda instalar en los extremos del transportador, entre los

rodillos de transición a 20° y los rodillos de carga a 35°, entre los extremos instalar 3 a 100.0 [m].

2.2.8 POLEAS

Una banda mojada se adherirá mucho mejor a una polea forrada, en especial si el forro está ranurado. Los transportadores para trabajo pesado, expuesto a la posibilidad de que se moje la banda, se impulsan, por lo general, con una polea forrada en el cabezal, con un forro de una banda de caucho de 12.7×10^{-3} [m] (1/2 [in]) y con ranuras de 6.4×10^{-3} [m] X 6.4×10^{-3} [m] (1/4 x 1/4[in]) espaciados 12.7×10^{-3} [m] (1/2 [in]) y, de preferencia que sean diagonales como en un engrane de dientes angulares. Puede emplearse una polea amortiguadora ó de desviación para aumentar el arco de contacto en la polea del cabezal y, dado que la polea está en contacto constante con el lado sucio de la banda, es esencial un limpiador de banda. El limpiador puede ser un cepillo de cerdas de alta velocidad un limpiador de caucho en espiral (parecido a un sinfín alargado), discos circulares montados inclinados en en eje para que froten al girar o un rascador. Los depósitos húmedos, como los de arcilla o polvo de carbón semicongelados, se eliminan mejor con

rascadores diagonales múltiples, de acero inoxidable.

- Poleas Locas de guías. Las poleas locas de guías, concavas, suelen ser del tipo de tres poleas, con las poleas de los extremos a 20° . Hay una tendencia creciente hacia el uso de poleas de 35° y 45° , a fin de aumentar la capacidad volumétrica de la banda, las poleas de 35° permiten aumentar el volumen de la banda dada entre 25% y 35% en relación con las de 20° ; las poleas de 45° , entre 35% y 40%. Los cojinetes, sean del tipo de rodillos o de bolas, están protegidos con sellos de fieltro o laberinto contra la infiltración de polvo abrasivo. Una banda que corre desalineada puede alinearse con un ligero desplazamiento hacia el frente de un extremo u otro con unas cuantas poleas locas. Las poleas locas de autoalineación no deben estar espaciadas más de 23 [m] (75[ft]). Esto es para llamar la atención a la necesidad de alinear las bandas y no deben considerarse correcciones permanentes.
- Las poleas de los transportadores deben ser cilíndricas sin corona y lisas, la superficie de rotación debe ser de placa rolada, en el caso de las poleas tensoras, la superficie de

- rotación debe ser metálica, nervada y autolimpiante.
- El diámetro de la polea motriz define el diámetro de las poleas restantes.
 - Los diámetros de poleas motrices están ligados a la tensión de operación de la banda.
 - La superficie exterior de rotación de la polea debe ser maquinada después de presentar la flecha de apoyo.
 - La unión de la polea con la flecha debe ser en 2 puntos por medio de bridas de presión y cuñero tipo "taper lock" ó soldadas en la flecha.
 - Los diámetros de ensamble polea-flecha deben ser unificados y dependen de la potencia a transmitir por la polea.
 - El ancho de la cara de rotación de las poleas, debe ser entre 100×10^{-3} [m] y 150×10^{-3} [m] mayor al de la banda extendida; en estas poleas se incluyen todas las que forman parte del transportador.
 - Las poleas motrices deben tener una cubierta de hule vulcanizado en el dibujo exterior de la cubierta se recomienda el tipo cola de pescado (herringbone) o doble helicoidal.

2.2.9 FLECHAS

- La flecha central de los rodillos de carga, impacto, autoalineables y retorno, deben de ser con diámetro exterior originales de 31.5×10^{-3} [m] aproximadamente, y diámetro en los ensambles con los rodamientos de 25×10^{-3} [m] aproximadamente.
- Las flechas de las poleas deben ser de acero rolado en caliente (CRS).
- Las flechas, deben ser maquinadas en las zonas de ensamble con el taper lock, la chumacera y el cople ó también después de soldar.
- Los diámetros de las flechas se determinan de de acuerdo a la potencia transmitida y al ancho de la banda. El diámetro de cálculo debe ser el diámetro de la zona de unión con la chumacera (rodamiento).
- Las flechas de poleas deben ser calculadas para operar a 40 000 [H] continuas a plena carga.
- Las flechas motrices de una salida, deben tener en la parte opuesta a la transmisión, un orificio roscado, con 15×10^{-3} [m] de

profundidad de rosca.

- Las flechas de polea de cola, deben tener en ambos extremos un orificio roscado de 15×10^{-3} [m] de profundidad de rosca.
- Las zonas de ensamble de flechas con "taper lock" ó soldadas, rodamientos, chumaceras y coples, deben ser maquinados indicando la precisión final y la tolerancia superior e inferior de las dimensiones.

2.2.10 RODAMIENTOS Y CHUMACERAS

- Los rodamientos a emplearse en los rodillos del transportador de banda deben ser de la serie pesada (de máxima resistencia).
- Para los rodillos de carga, impacto, retorno y autoalineables, se recomiendan los rodamientos rígidos de bolas con una placa de protección, en este caso debe considerarse en el ensamble del rodamiento, anillos externos (empaques) para retención de grasa.
- Para el caso de bandas para servicio pesado se deben emplear en los rodillos de carga, impacto, retorno y autoalineables, los rodamientos de doble hilera de rodillos esferoidales a rótula tipo estandar con agujero cilíndrico, en este caso se debe considerar en

el ensamble del rodamiento, empaque interno y externo para retención de grasa.

- Los rodamientos deben ser de doble hilera de rodillos esferoidales a rótula tipo estándar con agujero cilíndrico.
- Las chumaceras deben ser bipartidas con agujero cilíndrico en el caso de diámetro igual o inferior a 60×10^{-3} [m], la vida de trabajo de los rodamientos y de las chumaceras, deberá ser 40 000 [H] a plena capacidad.

2.2.11 TENSORES DE BANDA

Para los transportadores cortos, es satisfactorio un tensor de tornillo. Para los transportadores largos, la dilatación y contracción de la banda con los cambios de temperatura y la necesidad de cortar y volver a empalmar de vez en cuando hacen preferible un tensor por gravedad con pesas, en especial si la banda tiene uniones vulcanizadas. El tensor, si es posible, se debe colocar en donde primero se produce el aflojamiento, por lo general cerca de la polea motriz en su parte posterior, excepto en un transportador descendente inclinado, en el cual el tensor se coloca en el extremo inferior.

- Para transportadores con longitud superior a 20.0 [m] se recomienda el tensor de gravedad.
- Para transportadores reversibles superiores a 20.0 [m] de longitud, se recomienda el tensor de gravedad localizado cerca de la polea con mayor frecuencia de descarga de material.
- En caso de transportadores con transmisión entre la polea de descarga y el tensor.

2.2.12 CHUTES

- En la intersección de transportadores ó en los puntos finales de descarga, se requieren desviadores de material usualmente llamados chutes, estos desviadores pueden ser de una, dos y hasta tres salidas con descarga selectiva.
- La geometría del chute está determinada por el ángulo de deslizamiento del material sobre la cara del chute.
- El chute debe considerar la trayectoria de caída del material para evitar el desgaste excesivo y colocar placas de desgaste en las zonas de mayor impacto y fricción.
- Los chutes altos deben amortiguar la caída del material y evitar su aceleración
- Las diferencias del nivel de bandas en entronque de transportadores, se determinan

fijando un transportador y localizando el segundo.

- Las placas de desgaste en los chutes debe ser de aluminio.
- El material despegado por el limpiador de la banda en la descarga, debe quedar englobado dentro del chute.
- Los chutes deben ser robustos y construirse considerando el recambio fácil de las placas de desgaste, su diseño debe evitar la generación de vibraciones y con ello la resonancia.
- La operación de las compuertas oscilantes debe ser desde el exterior del chute y con una bobina eléctrica, pistón hidráulico ó pistón neumático. Además los chutes deben tener adicionalmente un accionamiento manual de emergencia.
- En la boca de salida del chute donde el material toma contacto con la nueva banda, deben existir cubiertas laterales y superiores que eviten el escurrimiento del material fuera de la banda, sea por rebote o por acumulación.
- La longitud de cubierta debe ser la adecuada.
- La caja formada por las cubiertas debe ser la adecuada.
- Las cubiertas laterales deben ser deslizantes en forma descendente para compensar el desgaste

sufrido en la operación.

El análisis del cálculo de los chutes queda excluido del alcance de la tesis.

2.2.13 TRANSMISIONES

- En los transportadores de banda se recomienda el empleo de una sola transmisión, localizada en la polea de cabeza.
- La transmisión consta de un motor eléctrico de corriente continua o alterna, reductor de engranes, la unión de las flechas-polea-reductor y reductor-motor, se realiza utilizando coples rígidos, flexibles o hidráulicos.
- En transportadores con longitudes superiores a 2 000.0 [m], se recomienda utilizar transmisiones gemelas, una en la cabeza y otra en la cola.
- La base-soporte de la transmisión debe ser metálica, monolítica y rígida, debe permitir la alineación tanto del motor como del reductor en las coordenadas x,y,z. La fijación del reductor y motor a la base debe ser con tornillos-tuercas estándar.
- Los transportadores inclinados hacia arriba o

hacia abajo deben constar de un freno.

- En caso de transmisión con coples rígidos ó flexibles, el freno puede instalarse en la flecha opuesta del motor eléctrico utilizando un motor eléctrico con flecha de dos salidas, puede instalarse en la flecha de entrada de los reductores paralelos o en la segunda flecha de los reductores de entrada cónica. No se recomienda instalar los frenos junto con los coples.
- Los tipos de frenos son: frenos exteriores tipo polea zapata eléctrico-hidráulico o electromagnético y frenos de contravuelta.
- En coples hidráulicos el freno debe instalarse en el reductor, no se recomienda instalar el freno junto con el cople hidráulico y, se debe instalar utilizando bridas estándar.
- La capacidad del freno debe ser capaz de vencer la fuerza de inercia de la banda al desconectarla eléctricamente.
- El sistema de arranque de los transportadores está determinado por la potencia de operación de la transmisión y por el sistema de acoplamiento del motor-reductor-polea-motriz.

2.2.14 ARREGLOS DE TRANSMISIONES A POLEAS Y PASILLOS DE TRANSITO

- La transmisión debe realizarse con coples engranados flexibles con agujero cilíndrico y cuñero en las uniones de flechas del motor-reductor de engranes-polea. Se recomienda el empleo de reductores con flechas de entrada a 90°.
- La transmisión debe estar localizada en la polea de descarga y a mano izquierda, viendo la banda venir hacia uno. En el caso de transmisión en cabeza y cola, la transmisión debe estar en el mismo lado de la banda para que en ambos casos quede libre un pasillo tránsito a mano derecha.
- En el caso de transportadores con 2 transmisiones en la cabeza, el pasillo de tránsito debe localizarse en el lado derecho de la banda.

2.2.15 PLACAS DE DESGASTE

- Se recomienda instalar placas de desgaste en las zonas de alta fricción ó de caídas de

material.

- El material de las placas de desgaste, se recomienda que sea de aluminio.

2.2.16 ELEMENTOS DE LIMPIEZA

- En las poleas de descarga se recomienda limpiar la cara de la banda que tiene contacto directo con la carga.
- Para materiales secos poco adherentes a granel, se recomienda emplear limpiadores de placa de hule con presión sobre la banda, constante y regulable.
- Para materiales húmedos, en polvo y adherentes, se recomienda el empleo de limpiadores de cepillo de acero con presión sobre la banda, constante y regulable.
- En las poleas de cola se recomienda limpiar la cara de la banda que tiene contacto directo con la cara de las poleas, se recomienda el empleo de limpiadores de arado con placa de hule con presión sobre la unión polea-banda, constante y regulable.
- En poleas tensores lisas y en las poleas tensoras nervadas autolimpiantes, se recomienda colocar una cubierta de lámina sobre la polea para evitar que se introduzcan materiales.

2.2.17 ESTRUCTURA

- Los transportadores deberán tener cubiertas en el área de poleas para prevenir accidentes al personal de operación y mantenimiento, estas cubiertas deberán ser de fácil reinstalación.
- El bastidor de los transportadores debe ser estándar para un ancho de banda dado.
- Los bastidores de apoyo de las poleas deben ser estándar para un ancho de banda dado y cierto rango de potencia.
- La unión de las camas de rodillos con el bastidor horizontal (canal larguero), debe ser con tornillos-tuerca.
- Los transportadores podrán llevar placas longitudinales a todo lo largo del transportador.
- Todos los accesos, pasillos, escaleras y pisos deberán ser parte integrante de la estructura.

2.3 CRITERIOS DE DISEÑO ELECTRICO

2.3.1 GENERALIDADES

El objeto de esta especificación es determinar

los lineamientos generales para la manufactura, instalación, pruebas y arranque del equipo.

El equipo suministrado y las instalaciones eléctricas, deberán cumplir con las partes aplicables de los estatutos, ordenanzas, códigos y normas más recientes.

El alcance de este trabajo comprende el suministro, integración y puesta en servicio de todo el equipo eléctrico de la Banda Transportadora.

El equipo e instalaciones incluirán, pero no estarán limitadas a lo siguiente:

- Un Transformador
- Tablero de distribución general (TDG)
- Centro de Control del motor (CCM) en suficiente número para alojar las combinaciones arrancador-interruptor de cada una de las cargas del proceso; interruptores para alumbrado interior y exterior; contactos y equipo misceláneos, transformador y tableros de alumbrado, etc.
- El motor.
- Todo el equipo, materiales para el sistema de alumbrado.

- Todo el material para el sistema de tierras.
- Todos los cables y accesorios de conexión.
- Todo equipo misceláneo, estaciones de botón, etc.

2.3.2 TENSION DE UTILIZACION

Las tensiones de servicio para cada uno de los sistemas, son las siguientes:

- Utilización de fuerza en baja tensión: 440 [V].
- Alumbrado: 440 [V] para iluminación de áreas exteriores, 120 [V] para alumbrado fluorescente, oficinas.
- Control: 120 [V]

2.3.3 CANALIZACIONES

El tipo de canalización será adecuado para el trabajo a desarrollar, así como para el ambiente en que se instale, voltaje y tipo de cables, pudiendo ser como sigue:

- Normalmente se utilizará conduit galvanizado pared gruesa, tanto para fuerza como para alumbrado y control.
- Se utilizará charola sólo en los cuartos de control eléctrico y/o subestación, evitando canalizaciones subterráneas.
- Se pondrá atención particular en la aplicación

del equipo, cuyo propósito sea detectar y aislar las fallas eléctricas.

- En caso de un paro total de emergencia, la Banda Transportadora deberá parar sin daño alguno para el equipo de transmisión (motor, generador, UPS)
- Todo el equipo será ajustado y/o calibrado y será intercambiable hasta donde sea posible.
- Durante los trabajos de instalación, la seguridad será un factor muy importante, tanto para el personal como para el equipo, por lo tanto, los reglamentos del sitio deberán seguirse estrictamente.
- El alambrado interno de los tableros, será de acuerdo con la clasificación NEMA.
- Todos los módulos de cada tablero estarán aislados de los demás módulos y barras colectoras con láminas de metal conectadas a tierra; las barras colectoras estarán totalmente encerradas. Además cada módulo estará completamente segregado contra fallas eléctricas con los módulos adyacentes. Los módulos estarán dispuestos de modo que el mantenimiento del equipo dentro del módulo, pueda realizarse en forma segura aunque las barras colectoras y los módulos adyacentes permanezcan en servicio y energizados.

- Los Centros de Control (CC) serán construidos, sobre una base sólida de ángulo o de canal de acero, con las provisiones necesarias para su fácil ampliación a cada extremo. Serán a prueba de polvo e insectos, totalmente cerrados. Esto queda excluido de nuestro estudio.
- No se permitirá el uso de trincheras.

2.3.4 DISTRIBUCION GENERAL DE FUERZA

- Especificación para Tableros de Distribución general.
- Especificación para el Transformador.
- Especificación para la Intalación de Cables de Energía y Control.
- Especificación para Cables de Control.
- Especificación para Cables de Fuerza.

Para el control y arranque del Motor, se utilizarán el Centro de Control para el motor, el cual deberá ser del tipo enchufar, construcción NEMA 12, adecuado al medio ambiente, tomando en consideración humedad, corrosión, etc. El Centro de Control de Motores (CCM) alimentará al motor, al transformador y a cargas misceláneas.

El motor deberá controlarse por medio de un PLC

2.3.6 SISTEMA DE TIERRA Y PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

El sistema de tierras consistirá en un anillo que rodea a la Banda Transportadora. En las esquinas del anillo y a lo largo de éste, se instalarán varillas, el número de éstas quedará determinado mediante normas.

2.3.7 CENTRO DE CONTROL DEL MOTOR

- El Centro de Control del Motor (CCM) estará compuesto de módulos de lámina de acero, autoportados.
- No se aceptarán tableros con construcción de dos frentes.
- El arrancador estará protegido contra corto circuito empleando interruptores. Se usarán interruptores en caja moldeada y deberán cumplir con las Normas Requeridas.
- El arrancador de C.A. será de 3 polos.
- La alimentación de control para el arrancador del motor C.A. será de 120 V, C.A., obtenido de la alimentación principal mediante el transformador individual de control.

- Los CCM estarán proveídos con barras colectoras trifásicas y una barra colectoras neutra.

2.3.8 MOTOR ELECTRICO

- El motor será totalmente cerrado, con ventilación.
- Las velocidades normales aceptadas para motores de inducción de C.A. serán de 900, 1200 y 1800 RPM (Velocidad sincrona).
- La tensión nominal de utilización para el motor de C.A. será de 440 [V] y será para servicio continuo.
- El aislamiento mínimo del motor de C.A. será clase "B".
- El motor será tropicalizado en su carcasa interiormente y el rotor con pintura anticorrosiva a base de resinas epoxy, los devanados deberán impregnarse a base también de resinas epoxy.

2.4. CRITERIOS DE DISEÑO DE CONTROL

- En la flecha de las poleas de cola deberán instalarse sensores de velocidad, para ello se roscará un orificio de 15 [mm] de profundidad en ambos extremos de la flecha.

- Se deberá proteger el detector de velocidad del polvo y caída de materiales. No se recomienda instalar el detector de velocidad en la flecha de la polea motriz.
- El equipo traerá integrado todo el equipo de control necesario para controlar el motor y el generador.
- Todo el equipo de control deberá estar alojado en gabinetes según las normas, con las facilidades necesarias para que la estación de botones y las lámparas indicadoras, roja y verde trabajen en 110 [V].
- En las transmisiones deberá instalarse un botón de paro de emergencia de la Banda Transportadora.
- A todo lo largo de la Banda Transportadora, deberá instalarse un cable que al jalarsse con la mano opere el el sistema de emergencia a la Banda Transportadora. Este tipo de control se instalará a cada 100 [m] (iniciando a los 50 [m] del transportador), con resortes de tensión en cada extremo a lo largo de los 2392 [m] y, soportado dicho cable por argollas fijas a la estructura de la Banda Transportadora en ambos extremos de la Banda.
- El sensor de alineamiento de la Banda Transportadora deberá estar soportado en ambos extremos (superior e inferior) de la Banda Transportadora en una distancia intermedia de 100 [m].
- El Cuaño de Control deberá estar en medio de la longitud de la Banda Transportadora, su diseño queda excluido de nuestro estudio.
- El control en sí de la Banda Transportadora se realizará

con un PLC.

CAPITULO 3

DESARROLLO DEL PROYECTO

CAPITULO 3: DESARROLLO DEL PROYECTO

- 3.1 CALCULOS MECANICOS**
- 3.2 CALCULOS ELECTRICOS**
- 3.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL CONTROL DE LA BANDA
TRANSPORTADORA**
- 3.4 PLANOS DEL PROYECTO**

CAPITULO 3: DESARROLLO DEL PROYECTO.

3.1 CALCULOS MECANICOS

Es importante conocer la fuerza de tensión a la que se ve sometida la banda durante su funcionamiento, ya que ésta tensión sirve como base para cálculos subsecuentes como son:

La capacidad de la transmisión, la potencia requerida, para seleccionar la banda adecuada, rodillos, cabezales, etc. Los datos necesarios para calcular ésta tensión son:

Capacidad de transportador	500 [Ton/ Hr]
Material a manejar	Mineral de Niquel.
Peso especifico del material	$\delta = 1.4 [T/m^3]$ $= 1400 [Kg/m^3]$
Angulos de reposo	$\phi = 38^\circ$
Angulo de sobre carga	$\lambda = 25^\circ$
Humedad máxima	$h = 36\%$
Angulo de inclinación de rodillos	$\beta = 35^\circ$

Un cálculo adicional que se requiere para el cálculo de la potencia es la velocidad de la banda, la que se calculará a continuación :

El flujo volumétrico requerido es :

$$Q = \frac{500[\text{Ton/hr}]}{1.4[\text{Ton/m}^3]} = 357.14 [\text{m}^3/\text{hr}]$$

El área de la sección transversal depende del ancho de banda y se tomara como 36 [in] = 0.91 [m] y consultando la TABLA 3.1.1

TABLA 3.1.1 ANGULO DE CARGA DE LA BANDA 35°. PARA TRES RODILLOS IGUALES NORMALES.

Ancho de banda [in]	Sección transversal de carga [Ft ²] Angulo de sobrecarga						
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
18	0.144	0.160	0.177	0.194	0.212	0.230	0.248
24	0.278	0.309	0.341	0.373	0.406	0.440	0.474
30	0.455	0.506	0.557	0.609	0.662	0.716	0.772
36	0.676	0.751	0.826	0.903	0.980	1.060	1.142
42	0.940	1.044	1.148	1.254	1.361	1.471	1.585

$$\text{Area} = 1.06 \text{ ft}^2 = (0.0985 \text{ m}^2)$$

Y de la fórmula:

$$Q = (V)(A)$$

Donde:

Q = flujo volumétrico

A = área transversal

V = velocidad tangencial

Por lo tanto:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{357.14 [\text{m}^3/\text{hr}]}{0.0985 [\text{m}^2]} = 3625.8 [\text{m}/\text{hr}]$$

$$V = 1 [\text{m}/\text{s}]$$

Por lo tanto tenemos una velocidad de 1 [m/s] ya que con ésta velocidad obtenemos el flujo requerido.

En el cálculo de la tensión de la banda se necesita saber cuales son los rodillos de carga. los cuales se seleccionan a continuación :

Para saber que peso soporta cada rodillo; se necesita saber el peso promedio del material por metro de longitud de banda (W_m) y el peso promedio de la banda (W_b).

El primero se calcula como sigue:

$$W_m = \frac{(Q)(\rho)}{v}$$

$$W_m = \frac{(357.14 [\text{m}^3/\text{hr}])(1400 [\text{Kg}/\text{m}^3])}{1 [\text{m}/\text{s}] (3600 [\text{s}/\text{Hr}])}$$

$$= 138.89 [\text{Kg}/\text{m}]$$

El peso promedio de la banda se determina de la siguiente TABLA 3.1.2

Tabla 3.1.2 PESO PROMEDIO ESTIMADO DE BANDA
CAPAS MÚLTIPLES Y REDUCIDAS [Kg/m³]

Ancho de banda (b) [m]	Densidad del material transportado [Kg/m ³]		
	480-1190	1200-2070	2089-3200
0.45	5.2	5.9	6.7
0.61	6.7	8.2	9
0.76	8.9	10.4	12
0.91	13.4	15	18
1.07	16.4	18	21
1.22	21	22.3	25

Por lo tanto; con $b = 0.91$ [m] y $\delta = 1400$ [Kg/m³]. El peso de la banda es $w_b = 15$ [Kg/m].

Para seleccionar el espaciamento entre los rodillos de carga y los de retorno. Se tomarán de la tabla siguiente:

TABLA 3.1.3 ESPACIAMIENTO SUGERIDO ENTRE RODILLOS

Ancho de banda [m]	Rodillos de carga Peso del material manejado [Kg/m ³]					Rodillos de retorno
	480	800	1200	1600	2400	
0.46	1.68m	1.52m	1.52m	1.52m	1.37m	3.05m
0.61	1.52m	1.37m	1.37m	1.22m	1.22m	3.05m
0.76	1.52m	1.37m	1.37m	1.22m	1.22m	3.05m
0.91	1.52m	1.37m	1.22m	1.22m	1.07m	3.05m
1.07	1.37m	1.37m	1.22m	1.07m	0.91m	3.05m

Por lo tanto; con ancho de banda = 0.91 [m] y peso del material = 1400 [Kg/m³] la separación entre rodillos de carga (S_i) es:

$$S_i = 1.22 \text{ [m]}$$

Y la separación de los rodillos de retorno es de 3.05 [m]: Existen dos tipos básicos de rodillos para transportadores: Rodillos de carga, los cuales soportan el lado cargado de la banda del transportador, y los rodillos

de retorno, que soportan la banda vacia en el lado de retorno del transportador.

Rodillos de carga: Son de dos configuraciones generales: Una es usada para bandas que se comban y usualmente consiste en tres rodillos. Los dos rodillos exteriores estan inclinados hacia arriba, y el rodillo central es horizontal. La otra configuraci3n es para bandas que corren planas. Este tipo de rodillos generalmente consiste en un solo rodillo horizontal entre dos soportes de los rodillos los cuales se soportan directamente en el bastidor del transportador.

Rodillos de retorno. Estos usualmente horizontales y se ponen entre soportes, que se sostienen en la parte inferior de la estructura que soporta los rodillos de carga.

Rodillos de impacto . Los rodillos de impacto de carga, a veces llamados "rodillos acojinado" se hacen de un material resiliente, y se usan en el punto de carga donde los impactos que resultan de tama1o de los terrones y el peso del material manejado da1arían seriamente la banda, si esta fuera soportada rigidamente. Un tipo frecuentemente usado consiste en un ensamble de tres rodillos. Cada uno hecho de discos resilientes espaciados entre si.

Se usan rodillos similares para bandas planas.

La resistencia de carga de los rodillos de impacto usualmente no es mayor que la de los rodillos estandar.

Los discos resilientes se deforman para proteger a la banda.

Para seleccionar el tipo de rodillos, es necesario determinar primero la carga ajustada en el rodillo (AL); esta es la carga real manejada el rodillo pero considerando factores por tamaño de los terrones, ambientales, factores de servicio, etc.

$$\begin{aligned} \text{Carga real} &= IL = (W_b + W_m) S_i \quad (\text{En cada rodillo}). \\ \text{Carga ajustada} &= AL \end{aligned}$$

Donde:

$$\begin{aligned} AL &= (IL)(K_1)(K_2)(K_3)(K_4) \\ IL &= (138.89 + 15) 1.22 = 187.75 [\text{Kg}] \\ W_b &= \text{Peso de la banda} = 15 [\text{Kg/m}] \\ W_m &= \text{Peso de material} = 138.89 [\text{Kg/m}] \\ S_i &= \text{Espaciamiento entre rodillos} = 1.22 [\text{m}] \\ K_1 &= \text{Factor de ajuste por tamaño del mineral} \\ K_2 &= \text{Factor de mantenimiento y ambiental} \\ K_3 &= \text{Factor de servicio} \\ K_4 &= \text{Factor de corrección por velocidad de la banda} \end{aligned}$$

Se calcula la carga ajustada (AL), con la información de arriba, usando las tablas siguientes se seleccionan los factores apropiados.

TABLA 3.1.4 K_1 ; FACTOR DE AJUSTE POR TAMAÑO DEL MINERAL

Diámetro del mineral [m]	Peso del mineral [Kg./m ³]				
	800	1200	1600	2000	2400
0.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1
0.15	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1
0.20	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1
0.25	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2
0.30	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2
0.35	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2
0.40	1.1	1.1	1.1	1.2	1.3
0.45	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3

TABLA 3.1.5 K₂; FACTOR DE MANTENIMIENTO Y AMBIENTAL

Condiciones Ambientales	Mantenimiento		
	Bueno	Regular	Escaso
Limpio	1.00	1.08	1.11
Moderado	1.06	1.10	1.13
Sucio	1.09	1.12	1.15

TABLA 3.1.6 K₃ FACTOR DE SERVICIO

Operación	Factor
Menos de 6 horas por día	0.8
De 6 a 9 horas por día	1.0
De 10 a 16 horas por día	1.1
Más de 16 horas por día	1.2

TABLA 3.1.7 K₄. FACTOR DE CORRECCION POR VELOCIDAD

Velocidad de la banda [m/s]	Diámetro del rodillo [m]			
	0.10	0.13	0.15	0.18
0.51	0.80	0.80	0.80	0.80
1.01	0.83	0.80	0.80	0.80
1.52	0.90	0.85	0.83	0.81
2.03	0.95	0.91	0.88	0.85
2.54	0.99	0.95	0.92	0.88
3.05	1.03	0.98	0.95	0.92
3.56	1.05	1.01	0.98	0.95
4.06	--	1.04	1.00	0.97
4.57	---	1.06	1.03	1.00
5.08	---	---	1.03	1.02

Los factores de servicio, como los ambientales, mencionados arriba se basan en numerosas experiencias.

Por lo tanto los valores de los factores son:

Factor de ajuste por tamaño del mineral (para 0.45 [m] máx.)	K ₁ = 1.0
Factor de mantenimiento y ambiental	K ₂ = 1.13
Factor de servicio (15 horas)	K ₃ = 1.1
Factor de corrección por velocidad de banda (para $\sigma=0.15$ m)	K ₄ = 0.83

$$AL = (IL)(K_1)(K_2)(K_3)(K_4)$$

$$AL = 187.75 \text{ [kg]} (1.0)(1.13)(1.1)(0.83)$$

$$AL = 193.7 \text{ [kg]}$$

En la siguiente TABLA se da la capacidad de carga de los rodillos Cema B:

TABLA 3.1.8 CAPACIDAD DE CARGA PARA RODILLOS CEMA B [Kg]

Ancho de banda (m)	Angulos de carga			Retorno
	20°	35°	45°	
0.45	186.3	186.3	186.3	100
0.61	186.3	186.3	186.3	86.3
0.76	186.3	186.3	186.3	75
0.91	186.3	186.3	180.0	70.5
1.07	177.0	165.0	159.0	63.3
1.22	172.0	160.0	155.0	59

Por lo tanto, no se pueden usar rodillos Cema tipo B por lo cual se seleccionaran rodillos Cema tipo "E6", que són más resistentes.

3.1.1.- CALCULO DE LA TENSION DE LA BANDA

La potencia requerida en el cabezal motriz de un transportador de banda depende de la tensión efectiva, T_e (en kilogramos) requerida en la polea motriz para impulsar el transportador cargado a la velocidad de diseño de la banda, V , en [m/s] y se obtiene de la siguiente fórmula:

$$H.P. = \frac{T_e (V)}{76.04}$$

Para determinar la tensión efectiva T_e , es necesario identificar y evaluar cada una de las fuerzas

individuales actuando sobre el transportador de banda y que contribuyen a la tensión requerida para mover la banda en la polea motriz. T_e es la suma de las tensiones producidas por fuerzas como las siguientes:

1.-La carga gravitacional para elevar o bajar el material transportado.

2.-La fuerza por fricción de los componentes del transportador, cabezales y todos los accesorios cuando operan a la capacidad de diseño.

3.-La resistencia por fricción del material cuando este es transportado.

4.-La fuerza requerida para acelerar continuamente el material que es alimentado en el transportador por medio de un chute o una tolva.

La fórmula básica para calcular la tensión efectiva T_e es la siguiente:

$$T_e = L(K_x + K_y(W_m) + 0.015(W_b)) + W_m(L)K_y \pm H + T_p + T_{am} + T_{ac}$$

Los siguientes símbolos se usaran para identificar las fuerzas individuales que sumadas contribuyen a la tensión total T_e requerida en la polea conductora:

A_i = Tensión en la banda o fuerza requerida para vencer la fricción y mover los rodillos de retorno, en kilogramos por rodillo.

C_1 = Factor de modificación de la fricción para transportadores regenerativos.

H = Distancia vertical a la que el material es

elevado o descendido , en metros.

K_x = Factor usado para calcular la fuerza de fricción de los rodillos y la resistencia por deslizamiento entre la banda y los rodillos, en kilogramos por metro.

K_y = Factor usado para calcular la combinación de la tensión de la banda y la carga al flexionarse conforma pasa sobre los rodillos.

L = Longitud del transportador [m]

Q = Toneladas por hora transportadas

S_i = Espaciamiento entre rodillos , en metros

T_{ac} = Tensión total por accesorios

$T_{ac} = T_{sb} + T_{pl} + T_{tr} + T_{bc}$

T_{am} = Tensión que resulta de acelerar continuamente el material según es alimentado al transportador.

T_b = Tensión resultante de la fuerza necesaria para elevar o bajar la banda , en kilogramos.

T_{bc} = Tensión provocada por los dispositivos para limpiar la banda

T_e = Tensión efectiva en e cabezal motriz, en kilogramos.

T_m = Tensión resultante de la fuerza necesaria para elevar o bajar la carga, en kilogramos.

$T_m = \pm(H)(W_m)$

T_p = Tensión por la resistencia de la banda a flexionarse alrededor de las poleas y la

resistencia de las poleas a girar sobre sus chumaceras, total para todas las poleas, en kilogramos.

V = Velocidad de diseño en metros por segundo[m/s]

T_{p1} = Tensión que resulta por la resistencia en la fricción de raspadores [Kg]

T_{sb} = Tensión que resulta de la fuerza para vencer la resistencia del faldon, [Kg].

T_r = Tensión provocada por la resistencia de la fricción adicional de las poleas y de la flexión de la banda por unidades como los trippers, [Kg].

T_x = Tensión por la resistencia en la fricción en los rodillos de carga y de retorno, [Kg].

$T_x = (L)(K_x)$

T_{yb} = Tensión total que resulta por la flexión de la banda cuando pasa por los rodillos de carga y de retorno, [Kg].

$T_{yb} = T_{yc} + T_{yr}$

T_{yc} = Tensión por la resistencia de la banda a flexionarse a medida que pasa por los rodillos de carga, [Kg].

$T_{yc} = (L)(K_y)(W_b)$

T_{ym} = Tensión por la resistencia del material a flexionarse cuando pasa sobre los rodillos de carga, [Kg].

$T_{ym} = (L)(K_y)(W_m)$

T_{yr} = Tensión que resulta por la resistencia de la banda al pasar sobre los rodillos de retorno, [Kg].

$$T_{yr} = (L)(0.015)(W_B)$$

La resistencia por fricción de los rodillos a la rotación y la resistencia por deslizamiento entre la banda y los rodillos se puede calcular usando el factor de multiplicación K_x , K_x es una fuerza en kilogramos por metro de longitud del transportador para hacer girar los rodillos y el deslizamiento de la banda sobre los rodillos y su valor se calcula con la siguiente ecuación:

$$K_x = 0.00068(W_B + W_m) + A_i/S_i \quad [\text{Kg/m}]$$

Para transportadores regenerativos $A_i = 0$

$$\begin{aligned} K_x &= 0.00068(15 + 138.89) + 0 \\ &= \text{Valor reducido} \\ &= 0.10464 \quad [\text{Kg/m}] \end{aligned}$$

Con el valor del peso de los rodillos

$$A_i = 1.2712 \quad [\text{Kg}].$$

Se obtiene el valor completo de K_x :

$$\begin{aligned} K_x &= 0.00068(15 + 138.89) + 1.2712/1.22 \\ &= 1.1466 \quad [\text{Kg/m}] \end{aligned}$$

Factor para calcular la fuerza de flexión de la banda y la carga sobre los rodillos K_y . De la TABLA 6.3 del CEMA.

$$K_y = 0.016$$

Tensión por la fricción de los rodillos de carga y retorno:

$$T_x = L (K_x)$$

$$T_x = 2392(0.10466) = 250.3 \text{ [Kg]}$$

Tensión por la resistencia de la banda a la flexión

$$T_{yb} = T_{yc} + T_{yr}$$

$$T_{yc} = (L)(K_y)(W_b) \text{ para los rodillos de carga}$$

$$T_{yr} = (L)(0.015)(W_b) \text{ para rodillos de retorno}$$

$$\begin{aligned} T_{yb} &= (L)(W_b)(K_y + 0.015) \\ &= (2392)(15)(0.016 + 0.015) \\ &= 1112.28 \text{ [Kg]} \end{aligned}$$

Tensión por la resistencia del material a la flexión

$$\begin{aligned} T_{ym} &= (L)(K_y)(W_m) \\ &= 2392(0.016)(138.89) = 5315.6 \text{ [Kg]} \end{aligned}$$

Tensión por la bajada del material.

$$\begin{aligned} T_m &= (H)(W_m) \\ &= -335(138.89) = -46528.15 \text{ [Kg]} \end{aligned}$$

Tensión por la resistencia de accesorios.

$$T_{ac} = T_{sb} + T_{pl} + T_{tr} + T_{bc}$$

$$T_{pl} = 0.0 \text{ (no se usan raspadores)}$$

$$T_{tr} = 0.0 \text{ (no se usan trippers)}$$

$$T_{bc} = 0.0 \text{ (no se consideran, ya que su valor es despreciable).}$$

$$T_{ac} = T_{sb} + 0 + 0 + 0$$

Tensión por la resistencia del faldon.

$$T_{sb} = L_b(2C_g h_s^2 + 8.94)$$

Donde C_g es el coeficiente de fricción entre el material y la banda

h_s = La profundidad del material que toca al

faldon.[cm]

$$C_m = \frac{2\mathcal{E}}{20002.2} \left[\frac{1 - \text{sen}\theta}{1 + \text{sen}\theta} \right]$$

Donde: θ = ángulo de reposo.

$$C_m = \frac{2(1400)}{20002.2} \left[\frac{1 - \text{sen}38^\circ}{1 + \text{sen}38^\circ} \right]$$

Para calcular la tensión por la resistencia del faldon se agregan 4.47[Kg/m] por la fricción en el reborde de la banda.

$$T_{mb} = 3.05[2(0.0333)(9.1)2 + 8.94] \\ = 44.22 \text{ [Kg]}$$

Tensión por la resistencia de la banda a flexionarse en las poleas (T_p).

TABLA 3.1.9 TENSION EN LA BANDA PARA HACER RODAR LAS POLEAS

Localización de las poleas	Grado de contacto entre polea y banda	Tensión de la banda en [kg]
Lado tenso	150° a 240°	90
Lado flojo	150° a 240°	68
Todas las demás poleas	menos de 150°	45

$$T_p = 68 + 90 + 68 + 90 \\ = 316 \text{ [Kg]}$$

Tensión completa:

$$(L)(K_m) = 2392(1.1466) = 2742.7 \text{ [Kg]}$$

$$(L)(K_f)(W_b) = 2392(0.016)(15) = 574.1 \text{ [Kg]}$$

$$(L)(0.015)(W_p) = 2392(0.015)(15) = 538.2 \text{ [Kg]}$$

$$\begin{aligned}
 (K_y)(L)(W_m) &= 0.016(2392)(138.89) && 5315.6 \text{ [Kg]} \\
 (-H)(W_m) &= -335(138.89) = && -46528.15 \text{ [Kg]} \\
 T_p &= && 316.0 \text{ [Kg]} \\
 T_{ac} &= && 44.22 \text{ [Kg]} \\
 T_e &= && \text{-----} \\
 &&& -36997.33 \text{ [Kg]}
 \end{aligned}$$

LA TENSION CON FRICCION REDUCIDA. La fricción de la banda, la carga y los rodillos absorben algo de la potencia que el motor o freno esta obligado a absorber si éstas cantidades no existieran.

Por lo tanto, es importante no subestimar las fuerzas de fricción o si no, puede ser que el motor o freno seleccionado resulte muy pequeño. Para evitar subestimar las fuerzas de fricción, la tensión efectiva T_e , se calcula como sigue:

$$T_e = LK_t(K_x + C_1K_yW_b + C_10.015W_b) + C_1W_mLK_y - HW_m + C_1T_p + C_1T_{ac}$$

En donde el factor C_1 puede variar de 0.5 a 0.7 y, para condiciones promedio, sera de 0.66

$$\begin{aligned}
 (L)(K_x) &= 2392(0.10464) = && 250.3 \text{ [Kg]} \\
 (L)(C_1)(K_y)(W_b) &= 2392(0.66)(0.016)(15) && 378.9 \text{ [Kg]} \\
 &= && \\
 (L)(C_1)(0.015)(W_b) &= 2392(0.66)(0.015)(15) && 355.21 \text{ [Kg]} \\
 &= && \\
 (C_1)(W_m)(L)(K_y) &= 0.66(138.89)(2392)(0.016) && 3508.3 \text{ [Kg]} \\
 &= && \\
 (-H)(W_m) &= -335(138.89) = && -46528.15 \text{ [Kg]}
 \end{aligned}$$

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

$$(C_1)(T_p) = 0.66(316.0) = 208.56[\text{Kg}]$$

$$(C_1)(T_{ac}) = 0.66(44.22) = 29.18[\text{Kg}]$$

$$T_e = \frac{208.56 - 29.18}{1} = -41797.7[\text{Kg}]$$

Los siguientes símbolos y fórmulas se usaran para evaluar las relaciones de tensión en las poleas:

- T_e = $T_1 - T_2$ Tensión efectiva en [Kg].
 T_1 = Tensión en el lado tenso de la polea [Kg].
 T_2 = Tensión en el lado flojo en la polea [Kg].
 e = Base de los logaritmos neperianos.
 f = Coeficiente de fricción entre la superficie de la polea y la superficie de la banda = 0.35 (0.25 para poleas sin forro y 0.35 para poleas con forro).
 θ = Angulo de contacto de la banda en la polea, en radianes ($220^\circ = 3.84$ radianes).
 C_w = Factor de transmisión.

$$C_w = \frac{T_2}{T_e} = \frac{1}{\exp(f\theta - 1)}$$

$$C_w = \frac{1}{\exp[(0.35)(3.84) - 1]} = 0.353$$

$$C_w = 0.353$$

Como:

$$C_w = T_2/T_e - T_2 = (C_w)(T_e)$$

Tensión completa en lado flojo, T_2

$$T_2 = (C_w)(T_e) = 0.353(36997.33) = 13060 [\text{Kg}]$$

Tensión reducida en lado flojo, T_2

$$T_2 = (C_w)(T_e) = 0.353(41797.7) = 14754.6 [\text{Kg}]$$

Tensión de cola T_e con fricción completa.

$$\begin{aligned}
 T_e &= T_2 - (0.015)(L)(W_b) - (H)(W_m) \\
 &= 13060 - (0.015)(2392)(15) - 335(138.89) \\
 &= 13060 - 538.2 - 196.11 \\
 T_e &= 12325.7 [\text{Kg}]
 \end{aligned}$$

Tensión en lado tenso T_1 con fricción completa.

$$T_1 = T_e + T_2 = 36997.33 + 13060 = 50057.33 \text{ [Kg]}$$

Tensión en lado tenso T_1 con fricción reducida.

$$T_1 = T_e + T_2 = 41797.7 + 14754.6 = 56552.3 \text{ [Kg]}$$

Con estos datos y usando el valor más alto de T_e se calcula la potencia en la flecha del motor.

$$\text{H.P.} = \frac{(T_e)(V)}{76.04}$$

$$\text{H.P.} = \frac{41797.7(1)}{76.04} = 549.7 \text{ H.P.}$$

Potencia por fricción motriz (de la TABLA 6.5 del CEMA) la tensión de la banda en la polea es de 90 [Kg].

$$\text{HP} = \frac{90(1)}{76.04} = 1.18 \text{ HP}$$

Potencia por pérdidas en la tensión 5%.

$$= 27.485 \text{ HP}$$

Por lo tanto la potencia es = 521 HP.

Para poder escoger el diámetro de la polea motriz, se escoge de acuerdo a la tensión de la banda entre el ancho de la misma; PIW.

$$\text{PIW} = \frac{T_1}{0.914} = \frac{56552.3 \text{ [Kg]}}{0.914 \text{ [m]}}$$

$$= 61873.41 \text{ [Kg/m]}$$

Como la tensión sobre metro es muy grande se escoge la banda con almas de acero para que resista.

De la tabla siguiente

**TABLA 3.1.10 DIAMETRO MINIMO DE LA POLEA MOTRIZ
PARA BANDA DE ALMA DE ACERO**

Proporción de tensión por el ancho de banda	80-100% tensón	60-80% tensió	40-60% tensón
A 1 000 PIW	0.762 m	0.762 m	0.61 m
A 1 800 PIW	1.067 m	0.914 m	0.762 m
A 2 400 PIW	1.22 m	0.914 m	0.762 m
A 2 800 PIW	1.3716m	1.067 m	0.914 m
A 3 500 PIW	1.3716m	1.22 m	0.914 m

El diámetro de la polea es de $54[in] = 1.372 [m]$.

3.1.2. CALCULO DEL RADIO DE CURVATURA

Las curvas verticales se usan cuando se conectan dos porciones tangentes, las cuales tienen diferentes inclinaciones. Hay básicamente dos tipos diferentes: Curvas verticales concavas, donde la banda no esta completamente restringida por los rodillos y curvas verticales cóncavas, donde la banda esta restringida por los rodillos.

En una curva vertical cóncava el centro de curvatura se encuentra arriba de la banda, en estos casos, la fuerza de gravedad sobre la banda y sobre la carga (si esta presente) tiende a mantener la banda hacia abajo sobre los rodillos mientras que la tensión en la banda tiende a separarla de estos. Es necesario que en la curva vertical, la suma vectorial de estas fuerzas actue en una dirección que permita que la banda se

apoye sobre los rodillos y asegure que la carga no se derrame. Es preferible que la banda no se separe de los rodillos bajo ninguna condición, incluyendo el arranque en vacío del transportador.

La ilustración (dib.3.3) muestra que la localización del comienzo de la curva vertical, el punto C, tangente a la curva, se determina hasta que se conoce el radio mínimo. Sin embargo una aproximación se hace tomando como el comienzo de la curva, el punto C1.

Después de determinar con este punto el radio mínimo, con las siguientes se debe hacer un segundo cálculo más exacto.

Las siguientes fórmulas involucran al punto C, el comienzo de la curva cóncava, pero para la primera aproximación se puede usar el punto C1.

Para prevenir que la banda se separe de los rodillos al estar funcionando la fórmula es:

$$r_{\min} = \frac{1.11(T_c)}{W_b}$$

Donde:

$$\begin{aligned} T_c &= T_1 - T_{wcx} + T_{fcx} \\ T_{wcx} &= H_c (W_b + W_m) = 239(15+138.89) \\ &= 36\,779.7 \text{ [Kg]} \\ T_{fcx} &= L_c (K_x + K_y W_b + K_y W_m) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 1060(0.10464 + 0.016(15) + 0.016(138.89)) \\
 &= 2720.9 \text{ [Kg]} \\
 T_c &= 56\,552.3 - 36\,779.7 + 2\,720.9 \\
 &= 22\,494.2 \text{ [Kg]}
 \end{aligned}$$

$$r_{\min} = \frac{1.1(22\,494.2)}{15} = 1\,664.6 \text{ [m]}$$

Cálculo de la subtangente:

$$x = r_{\min} \tan \frac{\overset{\text{A}}{\quad}}{2}$$

$$x = 1\,664.6 \tan \frac{16.5^\circ}{2}$$

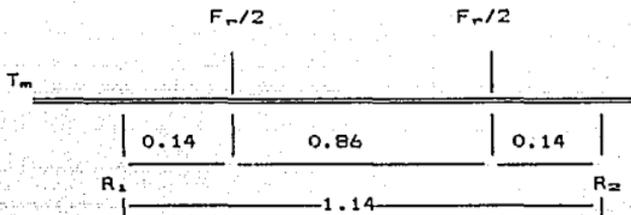
$$x = 241.3 \text{ [m].}$$

3.1.3 CALCULO DEL DIAMETRO DE LA FLECHA MOTRIZ PARA EL CABEZAL MOTRIZ

La transmisión es en forma colineal; por lo cual se tiene un par de torsión y la carga de la tensión de la banda.

DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE LA POLEA MOTRIZ

Ver esquema del cabezal motriz (Dib. 3.4)



Datos:

Potencia; $PT = 549.7$ [HP]Velocidad = 1.0 [m/s] $F_1 = T_1$ $F_2 = T_2$ $\theta =$ Angulo de contacto ó envolvente en la polea $\theta = 220^\circ$ $\alpha =$ Angulo de salida de la banda con respecto a la polea $\alpha = 40^\circ$ $F_r =$ Fuerza resultante en la polea $F_1 = 56\ 552.3$ [Kg] $F_2 = 14\ 754.6$ [Kg]

$$F_r = \sqrt{(F_1 + F_2 \cos \alpha)^2 + (F_2 \sin \alpha)^2}$$

$$= \sqrt{(56\ 552.3 + 14\ 754.6 \cos 40^\circ)^2 + (14\ 754.6 \sin 40^\circ)^2}$$

$$F_r = 68\ 514.567$$
 [Kg]

$$F_r/2 = 34\ 257.2835$$
 [Kg]

Cálculo del par de torsión

$$T_m = \frac{71620 \text{ (HP)}}{n}$$

$$n = \frac{v}{\pi D}$$

$$n = \frac{1 \text{ m/s} (60 \text{ s/min})}{\pi (1.372 \text{ m})} = 13.924 \text{ RPM}$$

Por lo tanto:

$$T_m = \frac{71620 (549.7)}{13.924} = 2\ 827\ 392.82 \text{ [Kg cm]}$$

Cálculo del momento flexionante máximo

$$\Sigma F_v = 0$$

$$R_1 + R_2 = F_r/2 + F_r/2 = 68514.567 \text{ [Kg]}$$

$$\Sigma M_{M2} = 0$$

$$R_1 = \frac{F_r (1.004 + 0.14)}{2 (1.144)}$$

$$R_1 = 34\ 257.2835 \text{ [Kg]}$$

$$R_2 = 34\ 257.2835 \text{ [Kg]}$$

El máximo momento flexionante se encuentra en $X=0.14\text{m}$ y $X=1.004\text{ m}$. También en esos dos puntos se encuentran transmitido el par de torsión dividido entre esos dos puntos.

$$M_{Tm} = F_r(0.14)/2 = 4796.02 \text{ [Kg m]}$$

Como el par de torsión es muy grande se escoge el material de la flecha de acero al molibdeno con tratamiento en aceite a 538°C . AISI- 4063 de la tabla A7 (diseño de maquinas).

S_v : Resistencia de fluencia del material en tracción

S_u : Máxima resistencia.

$$S_v = 11\ 249 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$$

$$S_u = 12\ 655 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$$

Cálculo de la flecha por la resistencia a la fatiga

$$\frac{1}{N} = \left[\frac{S_m^2}{S_n^2} + \frac{S_{sm}^2}{S_{sn}^2} \right]^{1/2}$$

$$S_m = S_n' S_m / S_{v'} + K_r S_a$$

$$S_{sm} = S_{sn}' S_{sm} / S_{v_{sm}'} + K_{r_{sm}} S_{a_{sm}}$$

$$S_n' = 12\,655/2 = 6\,327.5 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$$

$$S_{sn}' = 0.6 (6\,327.5) = 3\,796 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$$

$$S_{v_{sm}'} = 0.6 (11\,249) = 6\,749.4 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$$

$$S_m = 0$$

$$S_a = M c / I = M / \pi D^3 / 32$$

S_m incluye un coeficiente de tamaño = 0.85

$K_r = 1.6$ y $K_{r_{sm}} = 1.3$ coeficientes por cuñeros

$$S_m = 0 + \frac{1.6 M (32)}{\pi D^3}$$

Con el par de torsión constante se tiene

$$S_{sm} = \frac{S_{sn}'}{S_{v_{sm}'}} \left(\frac{T}{\pi D^3 / 16} \right)$$

Coefficiente de seguridad $N = 1.8$

$$\frac{1}{1.8} = \frac{16}{\pi D^3} (292.684 + 145.83)^{1/2}$$

$$D = 5.7683 \text{ pulg.} \\ = 0.147 \text{ m}$$

En el cálculo por torsión se tiene:

$$D = 6.05 \text{ pulg.} \\ = 0.154 \text{ m}$$

Para esta flecha se eligen chumaceras bipartidas de diámetro = 6.125 pulg

3.1.4 CALCULO DE LA FLECHA DEL CABEZAL DE COLA

En la flecha solo existe la F_2
 $M_{pmax.} = 32\ 074.616 (5.5) = 174\ 410.438\ \text{lb in}$
 Escogiendo el mismo material que para la flecha matriz se obtiene:

$$\frac{1}{1.8} = \frac{1.6(174\ 410.438)(32)}{0.85(90\ 000)\pi D^3}$$

$$D = 4.0625\ \text{pulg.}$$

3.1.5 CALCULO DE TENSOR PARA EL TRANSPORTADOR

Debido a lo largo del transportador y a la carga se elige un tensor de gravedad

El peso requerido son dos veces la tensión del lado flojo de la banda

$$WP = 29\ 509.2\ [\text{Kg}]$$

3.1.6 CALCULO DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL DE CARGA

Primero se elige un tipo de estructura; en la cual va a estar soportado nuestro transportador. También se elige el tipo de material con el cual va a estar construida la estructura, y se prosigue a analizar la estructura con las cargas que intervienen. La estructura va a estar soportada a cada 30m

Carga del producto:	$W_m = 138.89$ [Kg/m]
Carga de la estructura	$W_e =$
Angulo estructural de 1/4" 3"	Peso = 7.3 [Kg/m]
Canal estructural de 3"	Peso = 6.11 [Kg/m]
Regilla de solera para el piso	= 20.0 [Kg/m]
Rodillos de carga	= 74.56 [Kg/m]
Rodillos de retorno	= 30.27 [Kg/m]
Banda	$W_b = 15.0$ [Kg/m]
Carga de personas	= 80.433 [Kg/m]

La carga se puede conciderar uniformemente repartida sobre la estructura a lo largo de los 30m(=98.42 ft.), también se analizara un tramo del transportador, ya que el transportador mide 2392 metros de longitud.

Carga uniformemente repartida total; $w = 372.563$ [Kg/m]

Cálculo del máximo momento flexionante en la sección.

$$M_{Fmax} = \frac{(w)(L^2)}{8}$$

$$M_{Fmax} = 41\ 913.34 \text{ [m Kg]}$$

Cálculo del módulo de sección; Z

$$Z = \frac{M_{Fmax}}{f}$$

Con el esfuerzo permisible del material ;

$$f = 1\ 520 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$$

$$Z = \frac{4\ 191\ 334.0 \text{ [cm Kg]}}{1\ 520 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}}$$

$$Z = 2\ 757.46 \text{ cm}^3$$

Se proseguirá a calcular el peralte de la sección transversal. Esto se obtendra con el módulo de sección

calculado.

A lo largo de los 30 m se encuentran 66 ángulos, por lo tanto:

$$t = \frac{66 \text{ (area del ángulo)}}{3.000}$$

$$t = \frac{66 \cdot (1.5) \cdot (2.54)^2}{3.000}$$

$$t = 0.213 \text{ cm} = 0.0838 \text{ in}$$

$$6Z = 48(h_2) - 42(h - 0.1676)^2 - 2(2.75)(h - 0.5)^2 - (0.25 - 0.0838)(h - 6)^2$$

$$6(167.119) = 48h_2 - 42(h_2 - 2h(0.1676) - 0.1676^2) - 5.5(h_2 - h + 0.5)^2 - 2(0.1662)(h_2 - 2h(6) + 36)$$

$$= 48h_2 - 42h_2 - 5.5h_2 - 0.3324h_2 + 14.0784h + 5.5h + 3.9888h - 1.1798 - 1.375 - 11.9664$$

$$0 = 0.1676h_2 + 23.5672h - 1017.2352$$

$$h_{1,2} = \frac{-23.5672 \pm \sqrt{(23.5672)^2 - 4(0.1676)(-1017.2352)}}{2(0.1676)}$$

$$h_{1,2} = \frac{-23.5672 \pm 35.176}{2(0.1676)}$$

$$h_1 = 34.633 \text{ in} = 0.88 \text{ [m]}$$

3.1.1.7 FRENOS

Un transportador inclinado regenerativo esta restringido cuando opera por su fuente de poder. Una interrupción de la energía ó una falla mecánica en la unidad motriz permitira que la banda y la carga

corran fuera de control. Para prevenir esto se requiere de un freno que este adecuadamente localizado.

En un transportador horizontal ó uno inclinado que no sea regenerativo ,la banda se puede seguir deslizando tanto que no sea tolerable, en estos casos, se usa un freno para regular el tiempo y la distancia de frenado.

Un freno es un dispositivo de fricción para proveer a un transportador de banda un paro controlado. Los frenos se usan tanto para parar en caso de una falla eléctrica ó mecánica en la unidad motriz, como para controlar la distancia que se sigue deslizando un transportador que se desacelera, para limitar la cantidad de material que se descarga durante el intervalo de paro. Los frenos se usan en lugar de frenós de contravuelta en transportadores inclinados reversibles, porque estos son unidireccionales.

FRENOS MECANICOS DE FRICCION

Los frenos mecánicos de fricción se operan comunmente por electricidad. Por razones de seguridad (fallas de energía) dichos frenos se embragan con un juego de resortes y se desembragan con energía eléctrica.

Estos frenos mecánicos proveén el torque necesario para la desaceleración y también la acción final de

detener el transportador. Se interconectan eléctricamente con el motor de tal manera que cuando se interrumpe la corriente en este, el solenoide en el freno también se desenergiza y esto permite que el juego de resortes embrague, por esta razón se puede decir que los frenos son dispositivos de seguridad.

El diseñador debe tener en cuenta que los frenos no son dispositivos de precisión, por las desventajas inherentes de la zapata del freno, su coeficiente de fricción y con este el par de frenado es afectado por la temperatura, la humedad, y por el grado de desgaste que esta vaya teniendo.

RECOMENDACIONES DE FRENOS Y EMBRAGUES DE CONTRAVUELTA

La siguiente tabla lista recomendaciones para el uso de frenos y frenos de contravuelta para transportadores horizontales, inclinados ascendentes e inclinados descendentes.

TIPO DE TRANSPORTADOR	FRENO DE CONTRAVUELTA	FRENO	FUERZAS POR CONTROLAR
Transportadores a nivel u horizontales	No se requiere	Se requiere cuando el deslizamiento de la banda y su carga no se permita o se deba controlar	La fuerza de desaceleración menos la fuerza de resistencia por fricción
Transportadores inclinados ascendentes	Se requiere si los H.P. de elevación igualan ó exceden los de fricción	No se requiere usualmente se prefieren los de contravuelta	Tensión de la carga inclinada menos la resistencia por fricción

DESACELERACION POR FRENOS

Se necesita de frenos en un transportador inclinado descendente para que la banda cargada pueda detenerse sin un deslizamiento excesivo ó desbocado. En los transportadores horizontales ó ascendentes, también se aplican los frenos por la misma razón. Un deslizamiento excesivo de la banda puede descargar mucho más material que el que puede manejar

el siguiente transportador ó alguna otra unidad dichas dificultades se pueden eliminar por medio de cálculos matemáticos y una cuidadosa selección del tamaño del freno.

DETERMINACION DE REQUERIMIENTOS DE FRENADO

Para determinar si se necesita una acción de frenado, diferente de las fuerzas de fricción inherentes al sistema, se deben de considerar las diferentes circunstancias en las cuales se necesitan detener el transportador. Por ejemplo ¿Se para intencionalmente ó como resultado de una falla eléctrica?. También, si otro transportador descarga en este ó si el transportador en cuestion entrega su carga en una banda adicional, es necesario considerar sus respectivos ciclos de moción y desaceleración, sin embargo, en la mayoría de los casos la aplicación de un freno se halla más conveniente a menos que someta a un esfuerzo excesivo a algún miembro de la unidad sobre la que se aplica.

MATERIAL DESCARGADO DURANTE EL INTERVALO DE FRENADO

Para determinar la cantidad de material descargado durante el intervalos de frenado se debe de suponer que el transportador desacelera de una manera uniforme. Por lo tanto, la distancia recorrida mientras se para desde la velocidad máxima, es la velocidad promedio multiplicada por el intervalo de frenado.

Distancia [m] recorrida por el transportador=D

$$D = \left[\frac{V + 0}{2} \right] \left[\frac{td}{60} \right] = \frac{(V)(td)}{120}$$

donde:

V=Velocidad de la banda [m/s]

td=Intervalo de frenado [min.]

Si se conoce la cantidad de material que puede ser descargada con seguridad en el transportador o la unidad siguiente, el máximo intervalo de frenado se determina como sigue:

$$W_d = \frac{V (tm) (W_m)}{120}$$

donde:

tm=tiempo máximo de frenado (min.)(intervalo de frenado ó desaceleración)

W_d=peso(kgs.) que puede ser descargado.

W_m=peso del material ,kilogramos por metro

de banda

FUERZAS ACTUANDO DURANTE EL FRENADO O DESACELERACION

Las fuerzas que actúan en un transportador durante el frenado ó desaceleración són: la debida a la inercia, la resistencia por fricción, la fuerza de gravedad en el material transportado en un transportador inclinado ascendente ó descendente y la fuerza del freno.

La fuerza debida a la resistencia por fricción y las fuerzas debidas a la gravedad sobre el material, si las hay son igual a T_e . La fuerza de frenado es igual a la suma algebraica de las otras fuerzas.

Por lo tanto, para transportadores horizontales, inclinados ascendentes, é inclinados descendentes no regenerativos, la fuerza de frenado es igual a las fuerzas inerciales menos T_e ó :

$$F_d = \left[\frac{M_e V}{60 \text{ tm}} \right] - T_e = \frac{W_e(V)}{60 \text{ g tm}} - T_e$$

Para transportadores inclinados descendente

regenerativos, la fuerza de frenado es igual a las fuerzas inerciales más T_e ó :

$$F_d = \left[\frac{M_e V}{60 t_m} \right] + T_e = \frac{W_e (V)}{60 g t_m} + T_e$$

donde:

F_d = fuerza de frenado (kgs.) en la banda
 M_e = masa equivalente en movimiento (kgs m_{mov})
 g = aceleración de la gravedad, 9.81 m/seg²
 W_e = peso equivalente a las partes en movimiento de transportador y su carga, kgs.
 V = velocidad de la banda m/seg.
 t_m = tiempo permisible máximo de frenado (min) (intervalo de frenado ó desaceleración)
 T_e = tensión efectiva ó tensión motriz, kgs.

LOCALIZACION DEL FRENO

Se debe hacer un análisis del diagrama de tensión durante la desaceleración, para determinar la polea apropiada sobre la cual se aplicara el freno.

Si el freno se instala en el cabezal motriz, la fuerza en el tensor automático debe ser lo suficientemente grande para transmitir la fuerza de frenado a través del tensor. El ángulo de contacto en la polea que se usa para frenar se debe checar para que el freno tenga una duración adecuada.

Asimismo, la tensión mínima en la banda se debe de mantener en el lado de carga de el transportador durante el frenado. No se debe exceder la tensión máxima permisible durante la desaceleración.

En transportadores inclinados ascendentes ú horizontales cortos, se puede frenar por la polea motriz, si el tensor tiene la suficiente fuerza para absorber la fuerza de frenado y todavía mantener la tensión en el lado flojo. Si esto no es práctico, como en el caso de transportadores horizontales largos ó inclinados descendentes, entonces la fuerza de frenado se debe aplicar a la polea de cola, si esta se encuentra en la parte superior del transportador descendente.

Se debe de calcular la tensión máxima durante la desaceleración para asegurarse de que no se exceda la tensión máxima permisible de arranque (ó de frenado). Si se encuentra que la tensión excede la máxima permisible, se requiere de una banda más fuerte, ó se puede hacer otro análisis del transportador para proveer una fuerza de frenado más pequeña actuando durante un tiempo más largo. Si en el transportador hay paros frecuentes, las poleas y flechas se deben seleccionar para la tensión mayor que ocurre durante la desaceleración.

PAR DE FRENADO

La fuerza de frenado (lbs) (F_d) que actua en la banda multiplicado por el radio (ft) de la polea a la

cual se le aplica el freno se instala en la misma flecha que carga la polea.

$$Par = Fd(r)$$

Donde:

Fd = fuerza de frenado en la polea
r = radio de la polea del transportador sobre la misma flecha que el freno.

Si el freno se instala en otra flecha que no sea la flecha de la polea, el torque requerido es convertido por medio de multiplicar el torque arriba calculado por las revoluciones por minuto de la flecha para la cual se destino el torque. Este producto se divide entre las revoluciones por minuto de la flecha sobre la que se monta el freno. Se selecciona el freno, para un torque, un poco mayor que este.

CALCULO PARA EL FRENADO

Para checar la absorción de calor en la rueda del freno para un solo paro de un transportador cargado, primero se determina el tiempo de paro para el freno seleccionado.

$$td = \frac{\left[\frac{We * V}{(9.81)(60)} \right]}{\left[\frac{Zb * rpm_b}{r * rpm_b} + T_m \right]}$$

Donde:

- t_d = tiempo de frenado (seg)
 W_e = peso equivalente de la masa en movimiento (Kg)
 V = Velocidad de la banda (m/s)
 Z_b = taza ó capacidad del freno (m Kg)
 rpm_b = revoluciones por minuto de la flecha del freno
 rpm_p = revoluciones por minuto de la flecha de la polea

Nota: Para transportadores regenerativos T_e puede ser negativa.

La energía que se debe absorber por un freno cuando hace un solo paro de un transportador cargado se expresa como sigue:

$$\text{Energía en HP segundos} = Z_b (rpm_b)(t_d)/10\ 500$$

Los símbolos son los mismos que arriba, pero si el freno esta en la polea motriz $rpm_b = rpm_p$

Si el freno seleccionado no tiene la capacidad para absorber este calor, se debe usar un freno mayor ó modificado con la capacidad necesaria para absorber el calor generado. Se debe ajustar los resortes para dar el torque deseado.

CALCULO DEL FRENO

Se usara un freno para poder detener el transportador cuando, por alguna razón, ocurra una falla y el trasportador deba ser detenido.

El freno se pondra entre el reductor y el generador de 600 HP, la velocidad de diseño del generador es de

1800 rpm. Para seleccionar el freno adecuado, se debe calcular el par de torsión, este se calculara de la siguiente manera:

$$\text{Pot} = (T)(\omega)$$

Donde:

$$\begin{aligned} \text{Pot} &= \text{potencia} \\ T &= \text{par de torsión} \\ \omega &= \text{velocidad} \end{aligned}$$

De aquí

$$T = \frac{\text{Pot}}{\omega}$$

$$T = \frac{600 \text{ HP}}{1800 \text{ rpm}}$$

$$\begin{aligned} T &= 2374.6 \text{ N m} \\ &= 795 \text{ lb in} \end{aligned}$$

CALCULO DEL EMBRAGUE MAGNETICO Y SU TRANSMISION

El motor de arranque se acopla a la polea motriz por medio de un embrague magnético ;esto es con el fin de,al momento del arranque exista tracción entre éste y la flecha que acciona el motorreductor (ver dibujo 3.4)

El motor de arranque transmite 100 H.p. a la polea motriz por medio del reductor de velocidad, opera a 1800 rpm.Cuando el transportador entra en funcionamiento,el motor de arranque se desacopla,esto se logra al desembragar el embrage magnético.

Para determinar la capacidad de torque del embrague magnético se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Pot} = T \cdot W$$

donde:

Pot. = Potencia a transmitir [Watts]

T = torque [N-m]

W = velocidad angular [seg⁻¹]

de aquí:

$$T = \frac{\text{Pot}}{W}$$

$$T = \frac{100 \text{ H.p. (747 Watts/H.p.)}}{1800 \text{ r.p.m. (} 2\pi/60 \text{) seg}^{-1}}$$

$$T = 395.76 \text{ N-m}$$

$$T = 40.434 \text{ Kg.-m}$$

$$T = 291.18 \text{ lb.-ft.}$$

Usando un factor de servicio de 2 se elije un clutch Warner SF-1525 que tiene una capacidad de 700 lb.-ft = 97 kg.-m.

La transmisión de el motor de arranque del embrague magnético se hara por medio de bandas "V"; se tiene un factor de servicio de 1.2 y la potencia de diseño se obtiene de multiplicar la potencia del motor por el factor de servicio esto nos da:

$$\text{H.p. de diseño} = 1.2(100) = 120 \text{ H.p.}$$

Usando el manual Dodge se tiene que una banda co sección "5V", para las condiciones dadas y con poleas de

0.23 mts (9 in) es capaz de transmitir 28.41 H.p. por banda ,por lo tanto se utilizaran 2 poleas de cinco ranuras con una sección "5V".

3.2 CALCULOS ELECTRICOS.

Para los cálculos eléctricos consideramos conveniente dividir los objetivos en varios rubros que permitan ser manejados en forma independiente. Los objetivos se pueden encerrar bajo los siguientes términos (Dib. 3.1 Diagrama Unifilar del Sistema Eléctrico):

- Alumbrado a lo largo de la Banda Transportadora
- Alumbrado en el Cuarto de Control
- Tomas de fuerza a lo largo de la Banda Transportadora
- Cálculo del cable para el Motor de Arranque
- Generador de A.C.
- Cálculo del cable para el Transporte de Señales de Alarma
- Sistema de Tierras.

El sistema de energía se alimentará por Comisión Federal de Electricidad, aunque hubiera podido ser tomada la alimentación del Generador Eléctrico con el inevitable riesgo de una falla nocturna que evitaría o dificultaría el

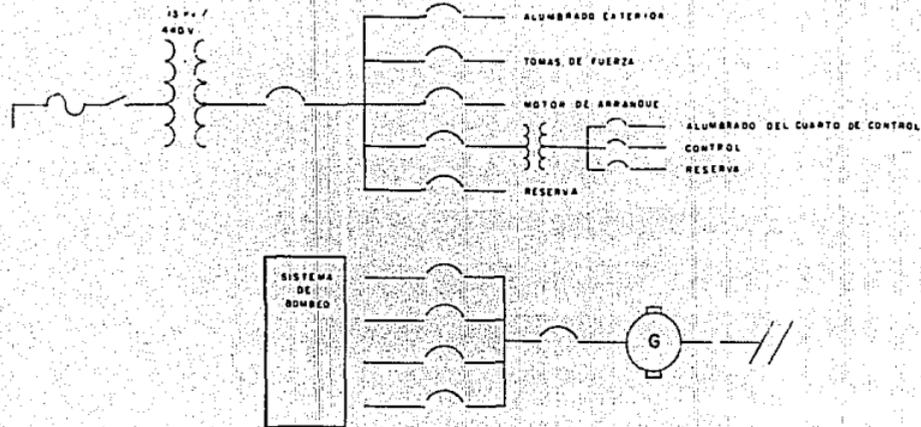


DIAGRAMA UNIFILAR DEL SIST. ELECTRICO

TITULO: TRANSPORTADOR REGENERATIVO

ESC.

FECHA: 26/09/3

ACOT. —

DIB. R. D. R. G.

DIB. No. 3.1

aislamiento y solución de la misma, o en forma similar estaríamos en el caso de un paro de emergencia.

La energía que proporciona la Banda Transportadora se aprovechará en forma eléctrica a través del uso de un generador de A.C. y se suministrara a un sistema de bombeo el cual queda fuera de nuestro estudio.

3.2.1 CALCULO DE ALUMBRADO A LO LARGO DE LA BANDA TRANSPORTADORA.

Para proporcionar la seguridad del tráfico de personas en la Banda Transportadora y para reparación en la misma, se requiere de cantidad y calidad de iluminación para una segura, rápida y comoda visibilidad por la noche. El nivel de iluminación apropiado es de 20 lux que es el usado en zonas de suburbios (American Standard Practice for Streef y Highwau Linghting), se escoge la lámpara para este caso su durabilidad e intensidad, y dichos requisitos los cumple la lámpara de vapor de sodio de alta presión. Para iluminar la Banda Transportadora que tiene una longitud de 2392 [m] con un ancho de banda de 3.25 [m], se calculará el número de lámparas necesarias.

Datos:

- 20 luxes mínimos de alumbrado
- Lámparas de vapor de sodio de alta presión, con los datos del Catálogo Solar.
 - 440 [V]
 - 60 [Hz]
 - 250 [W]
 - 24 750 lúmenes medios
- Longitud a iluminar 2392 [m]
- Ancho a iluminar 3.25 [m]

Solución:

Se calculará primero los luxes según la ec. fundamental que se aplica para lecturas en lux que sirven para indicar la iluminación en un punto determinado ó la iluminación media sobre una superficie.

$$E = \frac{\mathcal{I}}{D^2} \quad (1)$$

donde:

E = Iluminación en lux [lx] = 20 [lx]

\mathcal{I} = Intensidad luminosa en candelas [cd] = 24 750 [cd]

D = Distancia en metros [m] = ?

Sustituyendo en la ec. (1)

$$20 = \frac{24750}{D^2}$$

$$1 \text{ [lx]} = \frac{1 \text{ m}}{\text{m}^2}$$

$$1 \text{ lumen} = [1 \text{ m}] = 1 \text{ [cd]}$$

Por lo tanto

$$D = \left(\frac{24750}{20} \right)^{1/2} = 35.18 \text{ [m]}$$

Para saber el número de lámparas se divide la longitud total (2392[m]) entre la distancia (D=35.18 [m]), dandonos un resultado de 68 lámparas que van a ser distribuidas a cada 35 [m].

De IES-USASI American Standard Practice y en el Design and Application of Roadway Lighting, publicado por el Street and Highway Safety Lighting Bureau, tenemos que para una lámpara de 24 750 lúmenes se tiene:

altura de montaje: 9 [m]

longitud del brazo de la lámpara 1.20 [m]

3.2.1.1 Cálculo del Calibre de los conductores por Corriente y por Caída de Tensión.

Para el diseño se han tomado los siguientes conceptos:

Los conductores serán de cobre electrolítico suave, cableado concentrico clase B sobre el que se extruye el compuesto aislante a base de resinas termoplásticas tipo THW, resistente a la humedad y calor, retardante a la flama 90°C.

Todo el sistema de cableado será instalado en soportes continuas (charolas) para el cuarto de control.

Los códigos y normas bajo los cuales se desarrolla el diseño son:

Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas.

Considerando que nuestra alimentación está ubicada a la mitad de la longitud de la Banda Transportadora que en este caso nos da una longitud de 1196 [m] para cada uno de los extremos.

Tomando en cuenta los datos obtenidos:

34 lámparas de 250 [W]

$E_r = 440$ [V]

f.p. = 0.85

F.U. = 100 %

De la fórmula de Corriente trifásica

$$I = \frac{P_T}{\sqrt{3} E_r f.p.} \quad (2)$$

Donde:

- I** = Corriente en Amperes [A]
P_T = Número de lámparas por Watts [W]
f.p. = factor de potencia
E_r = Voltaje entre fases [V]

Sustituyendo en (2)

$$I = \frac{(34)(250)}{\sqrt{3}(440)(0.85)} = 13.12 \text{ [A]}$$

Por el Cálculo de Caída de Tensión tenemos que calcular la sección transversal

$$S = \frac{2 L I_e}{E_r e\%} \quad (3)$$

$$I_e = (I)(F.U.) = 13.12 \text{ [A]}$$

Donde

- S** = Sección transversal ó área de los conductores eléctricos expresada en [mm]² (área del cobre sin aislamiento)
I_e = Corriente Corregida [A]
E_r = Voltaje entre fases [V]
F.U. = Factor de Utilización
L = Distancia expresada en [m] desde la toma de corriente hasta el centro de cargas.
e% = Caída de tensión en tanto por ciento para el sistema
e% = 3% (del Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas para el Alumbrado).

Para el ec. (3) la sección transversal sería de gran tamaño si damos la longitud total (L = 1196 [m]) por lo cual hacemos un cálculo del centro de cargas con la sig. ec.

$$L = \frac{L_1 W_1 + L_2 W_2 + \dots + L_n W_n}{W_1 + W_2 + \dots + W_n} \quad (4)$$

donde:

- L₁, L₂, ..., L₃₄** = son las distancias de las cargas
W₁, W₂, ..., W₃₄ = son las cargas que se encuentran a dichas distancias

Datos:

$$\begin{aligned} L_1 &= 35 \text{ [m]} \\ L_2 &= 70 \text{ [m]} \\ | & | | \\ L_{34} &= 1190 \text{ [m]} \\ w_1 &= w_2 = \dots\dots\dots = w_{34} = 250 \text{ [W]} \end{aligned}$$

Sustituyendo datos en la ec. (4)

$$L = \frac{35 + 70 + \dots\dots\dots 1190}{34} = 612.5 \text{ [m]}$$

Datos:

$$\begin{aligned} L &= 612.5 \text{ [m]} \\ I_c &= 13.12 \text{ [A]} \\ E_r &= 440 \text{ [V]} \\ e\% &= 3\% \end{aligned}$$

Sustituyendo datos en la ec. (3)

$$S = \frac{2(612.5)(13.12)}{(440)(3)} = 12.17 \text{ [mm]}^2$$

Con estos datos en a Tabla No. 2, tenemos un cable del # 4 con un área de 27.4 [mm]², como tenemos un circuito balanceado el neutro se considera de un número menor que es del # 6 con una área de 12 [mm]²

Para hacer el cálculo de la tubería se considera el área de todos los cables que en las mismas tablas nos indica.

$$\begin{aligned} 3 \text{ cables \# 4} &= 165.45 \text{ [mm]}^2 \\ 1 \text{ cable \# 6} &= 34.21 \text{ [mm]}^2 \\ \hline \text{Area Total} &= 199.66 \text{ [mm]}^2 \end{aligned}$$

Con esta Area Total nos indica el diámetro de la tubería en la Tabla No. 1.

Por lo tanto, tenemos una tubería de 1 [in] = 25 [mm] de diámetro. Con un Area utilizable del 40 % = 220 [mm]²

El cálculo del Interruptor de Alumbrado se calculá con la capacidad de corriente promedio de

los conductores que, en este caso el cable #4 THW nos dá 90 [A]. Por lo tanto el interruptor más cercano es de 100 [A].

NOTA: Como se toma el centro de cargas a la mitad de la longitud de la Banda Transportadora, se considera independiente la otra mitad con las mismas características.

3.2.2. CALCULO DEL ALUMBRADO DEL CUARTO DE CONTROL

Para un Cuarto de Control Centralizado a un nivel de 1.70 [m] sobre el nivel de trabajo, del tipo normal, es recomendado por el Manual de Alumbrado del Westinghouse de 500 luxes. El área a iluminar es de $4 \times 8 = 32$ [m]², tiene una reflectancia del 80% para el techo que es blanco y del 50% para las paredes que son grises. Usando luminarias de lados opacos (lámpara F96 T12/CW/HO con 9000 lúmenes) y tomando una altura plana de trabajo de 0.75 [m].

Datos:

$$H_{N.T} = 1.70 \text{ [m]}$$

$$L = 8 \text{ [m]}$$

$$A = 4 \text{ [m]}$$

$$R_T = 80\%$$

$$R_p = 50\%$$

$$\text{Luminarias de lados opacos} = \text{lámp. F96 T12/CW/HO con } 9000 \text{ [lm]}$$

$$\text{Luxes requeridos en el área} = 500 \text{ [lx]}$$

$$\text{Número de lámparas} = ?$$

Solución:

De la fórmula de la Relación de la Cavidad del Local

$$RCL = \frac{5 H_{N.T.} (L + A)}{(L)(A)} \quad (5)$$

Donde
 H_{N.T.} = Altura del Nivel de Trabajo
 L = Longitud del Cuarto de Control
 A = Ancho del Cuarto de Control
 RCL = Relación de la Cavidad del Local

Sustituyendo datos en la ec.

$$RCL = \frac{5(1.7)(8 + 4)}{(8)(4)} = 3.1875$$

De la Tabla de Coeficiente de Utilización con los resultados anteriores nos dá de 0.40

Para determinar el factor de pérdidas de luz. Tomese:

- Rendimiento de la reactancia 0.95
- Factor de Tensión 1
- Variación de la reflectancia y la transmitancia de la luminaria 0.98
- Lámparas inutilizadas: no se admiten, por tanto se toma el Factor 1
- Temperatura ambiente de la luminaria: no se requiere corrección, Factor 1
- La luminaria no intercambia calor; Factor 1
- Degradación de la Emisión Luminosa de la Lámpara; lámpara F96 T12/CW/HO luciendo 12 [Hr] por cada encendido: es de 0.84
- Degradación por suciedad de la luminaria-categoría VI, considérese que las luminarias se limpiarán anualmente, por lo que el factor de suciedad es 0.86

El factor total de pérdidas de luz es:

$$FPT = 0.95 \times 0.98 \times 0.84 \times 0.86 = 0.672$$

Sustituyendo estos valores en la Fórmula Básica que se aplica a continuación, resulta (la emisión luminosa de la lámpara F96 T12/CW/HO es de 9000 lumenes)

$$\text{Núm. de lámp} = \frac{(\text{Nivel Luminosa en lux})(\text{Area en m}^2)}{([\text{lm}] \text{ por lámp})(\text{Coef. de Utilización})(\text{Factor de Conservación o de Pérdidas})}$$

Sustituyendo Datos:

$$\text{Núm. de lámp.} = \frac{(500)(8 \times 4)}{(9000)(0.47)(0.672)}$$

$$= 5.6287$$

Por tanto se instalarán 6 lámparas, 3 en cada fila de dos, montadas perpendicularmente a lo largo del Cuarto de Control.

3.2.3. CALCULO DEL CABLE DE LAS TOMAS DE FUERZA DISTRIBUIDAS A LO LARGO DE LONGITUD DE BANDA TRANSPORTADORA.

Estas tomas de fuerza son consideradas para proporcionar energía para equipos que dan mantenimiento a lo largo de la Banda Transportadora con las siguientes características:

- Voltaje 440 [V]
- 3 fases - 4 hilos
- Potencia 20 000 [W]
- Frecuencia 60 [Hz]
- Tomas a cada 100 [m] por lo tanto 12 tomas
- f.p. = 0,85

Sustituyendo datos en la fórmula (2) para calcular el calibre por corriente.

$$I = \frac{P_T}{\sqrt{3} E_T f.p.}$$

$$I = \frac{20\ 000 (12)}{(\sqrt{3})(440)(0.85)} = 370.49 \text{ [A]}$$

con un factor de utilización del 40%

$$I = (370.49)(0.4) = 148.196 \text{ [A]}$$

Para obtener el centro de cargas.

Datos:

$$\begin{aligned} L_1 &= 100 \text{ [m]} \\ L_2 &= 200 \text{ [m]} \\ I &= I \\ L_{12} &= 1200 \text{ [m]} \\ W_1 &= W_2 = \dots = W_{12} = 20000 \text{ [W]} \end{aligned}$$

Sustituyendo datos en la ec. (4), tenemos

$$L = \frac{L_1 W_1 + L_2 W_2 + \dots + L_n W_n}{W_1 + W_2 + \dots + W_n}$$

$$L = \frac{7800}{12} = 650 \text{ [m]}$$

Para obtener la sección transversal con este centro de cargas, sustituimos en la ec. (3)

$$S = \frac{2 L I_c}{E_r e\%}$$

$$S = \frac{(2)(650)(148.196)}{(440)(4)} = 109.46 \text{ [mm]}^2$$

donde $e\% = 4\%$ según el Reglamento de Instalaciones Eléctricas para tomas de fuerza.

Con estos datos en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas tenemos un calibre del # 3/0 con un área de 111.97 [mm]² y, como tenemos un circuito balanceado el neutro se considera de un número menor que es del # 2/0 con un área de 88.91 [mm]².

Para hacer el cálculo de la tubería se considera el área de todos los cables que en las mismas tablas nos indican.

$$\begin{aligned} 3 \# 3/0 &= 530 \text{ [mm]}^2 \\ 1 \# 2/0 &= 147.62 \text{ [mm]}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Area Total} = 677.62 \text{ [mm]}^2$$

Con esta área nos indica el diámetro de la tubería en las mismas tablas.

Por lo tanto, tenemos una tubería de 2 [in] = 51 [mm] con un área interior utilizable del 40% = 874 [mm]²

3.2.3.1 Cálculo de los interruptores termomagnéticos para cada una de las tomas de fuerza.

Del reglamento de Instalaciones Eléctricas se

calcula el 140% por la corriente corregida para el cálculo de la corriente del interruptor.

I_{INT} = Corriente de Interruptor

$$I_{INT} = (1.40)(I_e) \quad (5)$$

$$I_{INT} = (1.40)(148.196) = 207.466 \text{ [A]}$$

Por lo tanto, el interruptor comercial es de 3 X 225 [A] con un gabinete NEMA 12 H-D Servicio

Pesado.

3.2.4 CALCULO DEL CABLE PARA EL MOTOR DE ARRANQUE

El Motor de Arranque fué calculado en el inciso 3.1.1 con una capacidad de 61.168 [HP] de Potencia para la Banda Transportadora en vacío. Por lo tanto se calculará el cableado de dicho motor que se encuentra localizado al inicio de la Banda Transportadora.

Tomando en cuenta que nuestro Cuarto de Control está ubicado a la mitad de la Banda Transportadora y, la energía es de: Voltaje 440 [V] - 60 [Hz] - 3 fases.

Datos:

Longitud: 1196 [m]
 Voltaje: 440 [V]
 Frecuencia: 60 [Hz]
 Potencia: 61.168 [HP]
 f.p.: 0.8
 N : 0.85

Para el cálculo de la corriente de los motores trifásicos se dispone de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P (746)}{\sqrt{3} E_r N \text{ f.p.}} \quad (6)$$

Donde:

I = Corriente en [A]
 E_{ϕ} = Voltaje entre fases en [V]
 f.p. = factor de potencia expresado en decimales
 N = Eficiencia del Motor expresada en decimales
 P = Potencia en Caballos de Fuerza [HP]

Sustituyendo datos en la ec. (6)

$$I = \frac{(61.168)(746)}{\sqrt{3} (440)(0.85)(0.8)} = 88 \text{ [A]}$$

Cálculo del conductor eléctrico por caída de tensión

Datos:

L = 1196 [m]
 $e\%$ = 4%
 E_{ϕ} = 440 [V]
 F.U. = 100%
 $I_e = 88 \text{ [A]} = (I)(F.U.)$

Sustituyendo en la ec. (3)

$$S = \frac{2 L I_e}{E_{\phi} e\%}$$

$$S = \frac{2(196)(88)}{(440)(4)} = 119.6 \text{ [mm]}^2$$

Con estos datos en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas, tenemos un cable del # 4/0 con un área de 141.23 [mm]², como tenemos un circuito balanceado el neutro se considera un número menor que es del # 3/0 con una área de 111.93 [mm]².

Para hacer el cálculo de la tubería se considera el área de todos los cables que en las mismas tablas nos indica.

$$\begin{array}{r} 3 \text{ cables } \# 4/0 = 719.94 \text{ [mm]}^2 \\ 1 \text{ cable } \# 3/0 = 111.87 \text{ [mm]}^2 \\ \hline \text{Area Total} = 831.87 \text{ [mm]}^2 \end{array}$$

Con esta Area Total nos indica el diámetro de la

tubería en las mismas tablas.

Por lo tanto, tenemos una tubería de $2[\text{in}] = 51[\text{mm}]$ de diámetro. Con un Área utilizable del 40 % = $874 [\text{mm}]^2$.

3.2.5 CALCULO DEL GENERADOR DE A.C.

La capacidad del Generador de A.C. requerido es de 600 [HP] para la Banda Transportadora.

Datos:

I = Corriente generada ?
 P = 600 [HP]
 E_v = 440 [V]
 $f.p.$ = 0.8
 N = 0.8

Sustituyendo datos en la ec. (6)

$$I = \frac{P (746)}{\sqrt{3} E_v N f.p.}$$

$$I = \frac{(600)(746)}{\sqrt{3} (440)(0.8)(0.8)} = 917.69 \text{ [A]}$$

Considerando que el generador nos da una capacidad de Corriente de 917.69 [A], el interruptor general será de 1000 [A].

El cable que va al tablero es en canastilla de aluminio y es a la intemperie, por lo cual calculamos el cable con los datos anteriores del interruptor que es de 1000 [A].

En tablas encontramos que el cable de 350 MCM nos da una Corriente de 530 [A] y, tomando 2 cables por línea tendríamos una capacidad de 1060 [A] que es lo que necesitamos.

La canastilla de aluminio [A] para canalizar alimentadores del Generador de A.C.

Calibre	Diámetro	# Total de conductores
350 MCM	25 [mm]	2

Se selecciona una canastilla de 30 [cm] teniendo un 33.33% de su capacidad total.

3.2.6 CALCULO DEL CABLE PARA EL TRANSPORTE DE SEÑALES DE ALARMA.

El sistema de control de la Banda Transportadora es:

- 1) Sensor de Paro de Emergencia
- 2) Sensor de Alineamiento
- 3) Sensor de Velocidad
- 4) Sensor del Paro de Emergencia de la Transmisión

Control de Paro de Emergencia. A todo lo largo de la Banda Transportadora se instalará un cable que al halarse con la mano opere el sistema de paro de emergencia a la Banda. Este tipo de control se instalará iniciando a los primeros 50 [m] y después cada 100 [m] a lo largo de los 2392 [m], esto es para cada uno de los lados de la Banda Transportadora.

Todos los sensores se conectarán independientemente (Dib. 3.2).

- Sensores de paro de emergencia
- Sensores de alineamiento
- Un sensor de velocidad
- Un sensor de paro de emergencia de la transmisión

Tomando en cuenta que nuestro cuarto de control

está a la mitad de la Banda Transportadora se hará el cálculo para el extremo derecho que tiene los siguientes datos:

Datos:

D = 1196 [m]
 P = 100 [W]
 V = 220 [V]
 e% = 1%
 L = 650 [m] (centro de carga calculado anteriormente)
 D_c = Distancia entre cada sensor = 100 [m]
 Núm. de sensores = D/D_c = 11.96 por lo tanto 12 sensores

Solución:

Por ser cargas puramente resistivas, $\cos \theta = 1$ ó 100% por lo tanto la ec.(2) queda:

$$I = \frac{P}{E} = \frac{100}{220} = 0.45 \text{ [A]}$$

Sustituyendo en la ec (3)

$$S = \frac{(650)(0.45)}{220} = 1.32 \text{ [mm]}^2$$

En la Tabla No. 2 tenemos:

1 Cable del # 16 con un área de 1.30 [mm]²
 Por lo tanto tenemos 2 cables del # 16 = 2.60 [mm]²
 Area Total

Calculo del cable de uno de los extremos de la Banda Transportadora que llegan al Cuarto de Control que está en el centro, y que tiene 4 extremos de igual distancia cada uno de ellos ya que estos sensores cubren los dos lados de la Banda.

Como cada sensor tiene 2 cables y tenemos 12 sensores de paro de emergencia, 12 de alineamiento, 1 de velocidad y 1 de paro de emergencia de la transmisión, siendo el total de sensores igual a 26 por lo tanto el total de cables es de 52 del # 16 más un 40% de cables de reserva que es de 21 cables nos dá el total de cables que es de 73.

El sistema de control se pondrá en una tubería.

$$\begin{array}{r}
 1 \text{ cable del \# } 16 = 1.3 \text{ [mm]}^2 \text{ de área} \\
 73 \text{ cables del \# } 16 = 94.9 \text{ [mm]}^2 \text{ de área} \\
 \hline
 \text{Area Total} = 96.2 \text{ [mm]}^2
 \end{array}$$

Con está área nos indica el diámetro de la tubería en las mismas tablas.

Por lo tanto, la tubería adecuada para está Area Total del Conductor y tomando el 40%, de la Tabla No. 1 se tiene el diámetro de 1 [in] = 25 [mm] que tiene una área 250 [mm]² al 40%.

DIAMETRO Y AREAS INTERIORES DE
TUBOS CONDUIT Y DUCTOS CUADRADOS
TABLA NO. 1

DIAMETROS NOMINALES		AREAS INTERIORES EN MM ²			
		PARED DELGADA		PARED GRUESA	
PULGADAS	MM.	40%	100%	40%	100%
1/2	13	78	196	96	240
3/4	19	142	356	158	392
1	25	220	551	250	624
1 1/4	32	390	980	422	1056
1 1/2	38	532	1330	570	1424
2	51	874	2185	926	2316
2 1/2	64	—	—	1376	3440
3	76	—	—	2116	5290
4	102	—	—	3575	8938
2 1/2 X 2 1/2	65X65			1638	4096
4 X 4	100 X 100			4000	10000
6 X 6	150 X 150			9000	22500

AREA PROMEDIO DE LOS CONDUCTORES ELECTRICOS DE COBRE
SUAVE O RECOCIDO, CON AISLAMIENTO TIPO VINANEL NYLON
TABLA NO. 2

CAL. AWG ó MCM	AREA TOT. Cu mm ²	AREA TOT. CON AISLA MIENTO mm ²						
			2	3	4	5	6	
A 16	1.30							
L 14	2.08	5.90	11.80	17.70	23.60	29.50	35.40	
M 12	3.30	7.89	15.78	26.67	31.56	39.45	47.34	
B 10	5.27	12.32	24.64	36.96	49.28	61.60	73.92	
R 8	8.35	21.16	42.32	63.48	84.64	105.80	126.96	
16	1.30							
14	2.66	6.88	13.76	20.64	27.52	34.40	41.28	
12	4.23	9.29	18.58	27.87	37.16	46.45	55.74	
10	6.83	14.66	29.32	43.98	58.64	73.30	87.96	
8	10.81	24.98	49.96	74.94	99.92	124.90	149.88	
C 6	12.00	34.21	68.42	102.63	136.84	171.05	205.26	
A 4	27.24	55.15	110.30	165.45	220.60	275.75	330.90	
B 2	43.24	77.13	154.26	231.39	308.52	385.65	462.78	
L 0	70.43	123.50	247.00	370.50	494.00	617.50	741.00	
E 00	88.91	147.62	295.24	442.86	590.48	738.10	885.72	
000	111.97	176.71	353.42	530.13	706.84	883.55	1060.26	
250	167.65	261.30	522.60	783.90	1045.20	1306.50	1567.80	
300	201.06	302.64	605.28	907.92	1210.56	1513.20	1815.84	
400	268.51	384.29	768.58	1152.87	1537.16	1921.45	2305.74	
500	334.91	463.00	926.00	1389.00	1852.00	2315.00	2778.00	

3.2.7 TRANSFORMADOR PARA EL ALUMBRADO DEL CUARTO DE CONTROL Y CONTROLES.

El transformador trifásico para el alumbrado y para los controles es de 15 [KVA] clase de aislamiento B, 440-220/127 [V], conexión Delta-Estrella.

Cálculo de la corriente por medio de la fórmula para un sistema trifásico de 4 hilos.

$$I = \frac{VA}{\sqrt{3} E_n}$$

Donde:

VA = Capacidad del transformador

E_n = Voltaje entre fases

I = Corriente

Datos:

VA = 15000 [VA]

E_n = 220 [V]

Sustituyendo datos

$$I = \frac{15000}{\sqrt{3} (220)} = 39.36 \text{ [A]}$$

Para el alumbrado se usaran dos fases y una para el control.

3.2.8 SISTEMA DE TIERRAS

Se tomó como área básica, la ocupada únicamente por la Banda Transportadora 2392 [m], con lo cual se diseña la red de tierras.

Datos:

Resistividad del terreno medida $p = 350 [\Omega\text{-m}]$

Teniendo una longitud de la red en extremo izquierdo y derecho de la Banda Transportadora nos da un total de 4784 [m].

De la fórmula Resistencia de Mallas

$$R_m = \frac{2 p}{L}$$

Datos:

R_m Resistencia de mallas = ?

p resistividad del terreno medida = 350 [$\Omega\text{-m}$]

L Longitud total de la red = 4784 [m]

Sustituyendo

$$R_m = \frac{2 (350)}{4784} = 0.146 [\Omega]$$

Resistencia equivalente del hilo de tierra.

Barrillas de Copperweld (5/8" de diámetro y 3 [m] de largo) colocadas en una área de 6 X 6 a lo largo de la Banda Transportadora cada 100 [m].

Radio Equivalente:

$$B = (A/\pi)^{1/2}$$

Donde:

B Radio equivalente = ?
A Area = 6 X 6 = 36 [m²]

Sustituyendo

$$B = (36/3.1416)^{1/2} = 11.45 [m]$$

Resistencia aproximada de cada Base de Tierra

$$R_B = \frac{\rho}{2\pi B}$$

Donde:

R_B Resistencia aprox. de cada Base de tierra = ?
ρ resistividad del terreno medida = 350 [Ω-m]
B Radio equivalente = 11.45 [m]

Sustituyendo

$$R_B = \frac{350}{(6.28)(11.45)} = 4.86[\Omega]$$

Habiendo 24 bases de tierra se tiene

$$\frac{4.86}{24} = 0.2[\Omega]$$

Resistencia del cable de 300 MCM [$\frac{\Omega}{Km}$] = 0.11

La impedancia equivalente

$$Z = \sqrt{Z_c R_B} = \sqrt{(0.11)(0.2)} = 0.148[\Omega]$$

Porción de corriente que circulará por la Red de Tierra

$$\frac{Z}{Z + R_m} = \frac{0.148}{0.148 + 0.146} = 0.5028 \text{ [A]}$$

50.28%

Por lo tanto

$$I_{\text{Red}} = (4000)(50.28\%) = 2011.2 \text{ [A]}$$

Considerando la corriente máxima de tierra de 4000 [A] se requiere que la tensión de paso y de contacto no supere los 125 [V]

Solución

La profundidad del conductor es de 50 [m] la tensión de paso es:

$$V_p = \frac{0.16 p I}{h L}$$

$$V_p = \frac{(0.16)(350)(2011.2)}{(0.5)(4784)} = 47 \text{ [V]}$$

47.0 [V] es inferior a 125[V]

La tensión de contacto es de

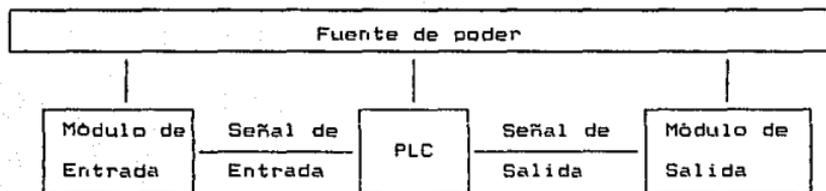
$$V_c = \frac{0.7 p I}{L}$$

$$V_c = \frac{(0.7)(350)(2011.2)}{4780} = 103.08 \text{ [V]}$$

103.08 [V] es inferior de 125 [V]

3.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL CONTROL DE LA BANDA TRANSPORTADORA

El sistema de control basado en el PLC (Control l3gico Programable) cuenta con una serie de partes b3sicas como son: fuente de poder, rack o bastidor, un PLC, m3dulos de entrada y m3dulos de salida. En la fig. siguiente podemos observar un sistema b3sico.



El m3dulo de entrada, proporciona la interface para que el sistema se entere del estado de los elementos de campo, y los m3dulos de salida proporcionan la interface para manejar los accionamientos.

El PLC cuenta con un conjunto de instrucciones suficientes para desarrollar tareas de control l3gico secuencial en cuya memoria EEPROM se programa (Su programaci3n queda fuera de nuestro estudio).

Para el control de la Banda Transportadora se requiere:

I. Motor

a. Entradas

1. Arranque del Motor.

b. Salidas

1. Control de Carta al generador de acuerdo a la velocidad de la Banda Transportadora.
2. Control del Freno de Balatas de acuerdo a la velocidad.
3. Señal de Alarma visual de sobrevelocidad.

II. Sensores de Emergencia

a. Entradas

1. Paro de emergencia de seguridad con 48 cables, con 2 cables en paralelo de la misma distancia nos quedan 24 entradas al PLC.

b. Salidas

De estas 24 entradas tenemos las siguientes salidas:

1. Paro del Sistema con Freno de Balatas.
2. Señal de alarma visual.
3. Indicador de distancia.
4. Alarma sonora

III. Sensores de Desalineamiento

a. Entradas

1. El paro por desalineamiento con 48 cables, con 2 cables en paralelo de la misma distancia,

nos quedan 24 entradas al PLC.

b. Salidas

De estas 24 entradas tenemos las siguientes salidas:

1. Paro del Sistema con Freno de Balatas.
2. Señal de alarma visual.
3. Indicador de distancia del desalineamiento.
4. Alarma sonora

IV. Sensor de paro de Emergencia al inicio de la Banda Transportador

a. Salidas

1. Paro el Sistema con Freno de Balatas.
2. Señal de alarma visual.
3. Indicador de distancia (por algún accidente)
4. Alarma sonora.

Para nuestro control de la Banda Transportadora (Diagrama de Flujo del Control de la Banda Transportadora) requerimos de lo siguiente:

Entradas Totales al PLC 52

Salidas Totales del PLC 24

DIAGRAMA DE FLUJO DEL CONTROL

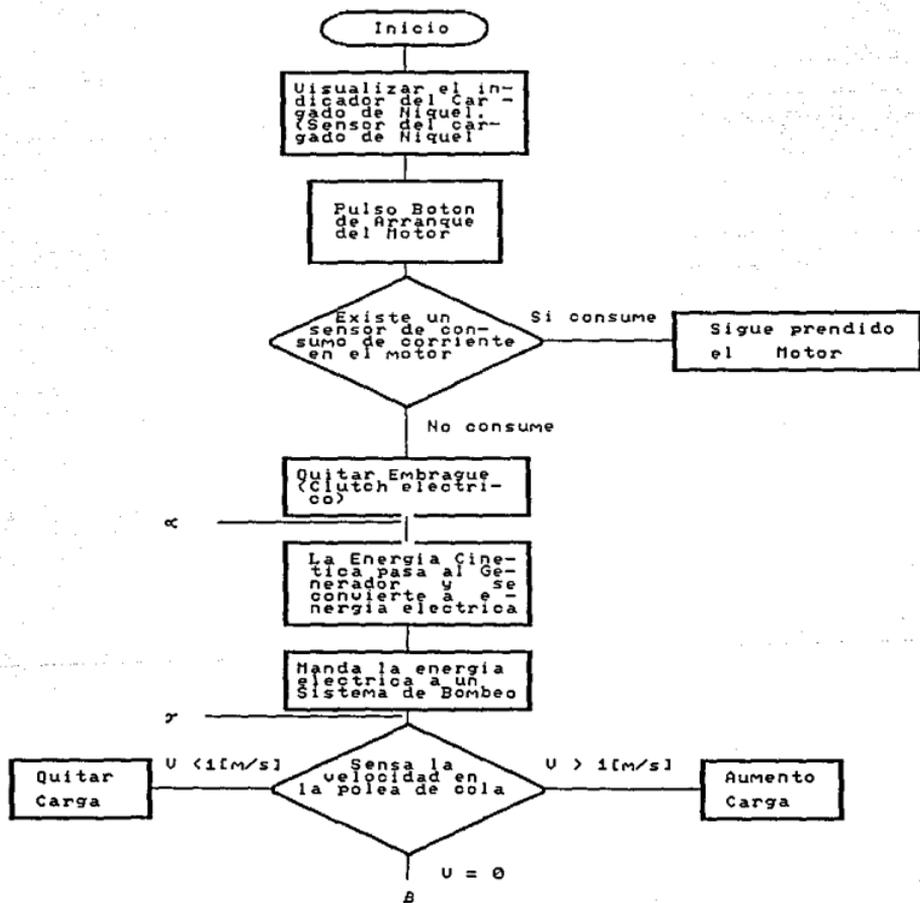
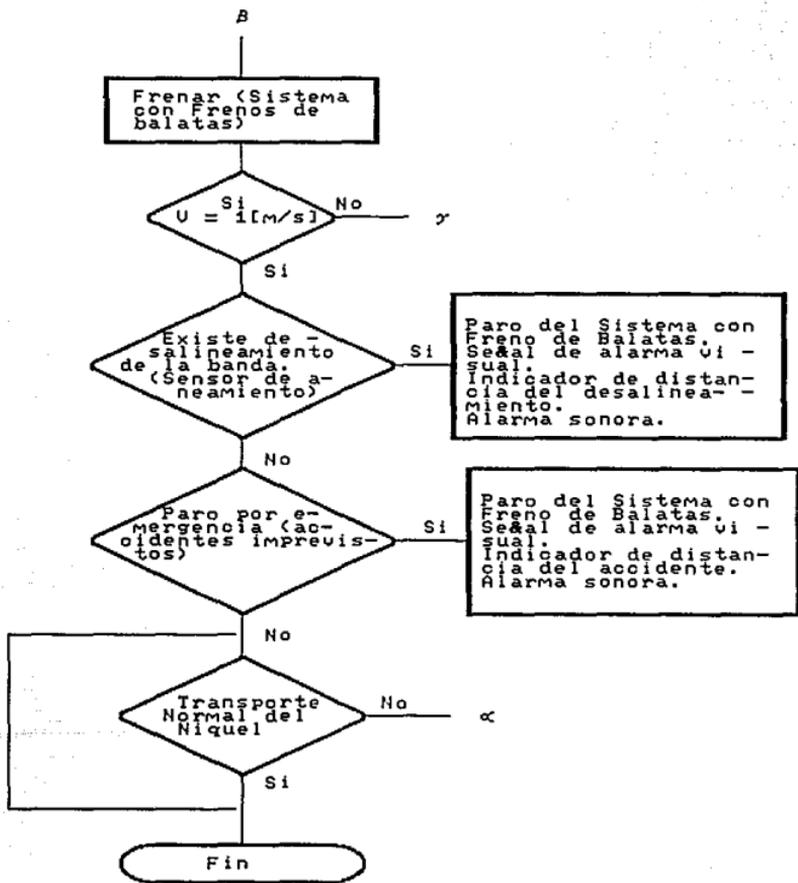
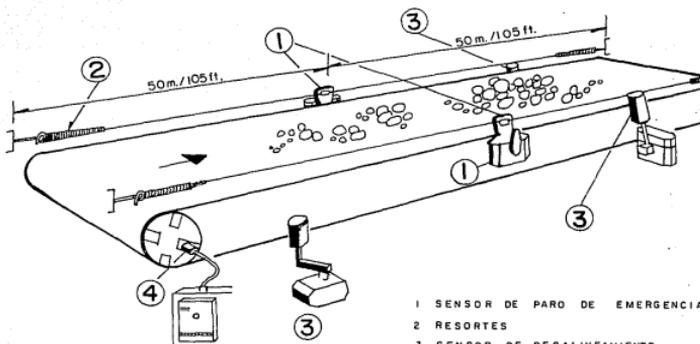


DIAGRAMA DE FLUJO DEL CONTROL



3.4 PLANOS DEL PROYECTO

CONTROL DE BANDA TRANSPORTADORA



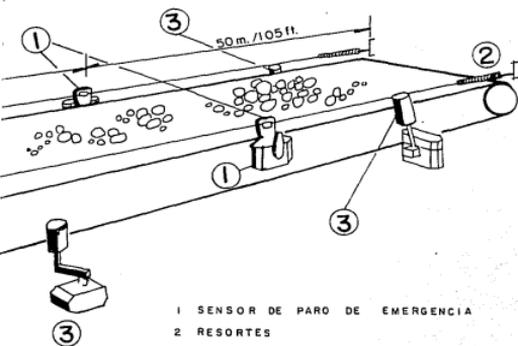
- 1 SENSOR DE PARO DE EMERGENCIA
- 2 RESORTES
- 3 SENSOR DE DESALINEAMIENTO
- 4 SENSOR DE VELOCIDAD

TITULO: 1

ESC. —

ACOT. —

DE BANDA TRANSPORTADORA



TITULO: TRANSPORTADOR REGENERATIVO

ESC. —

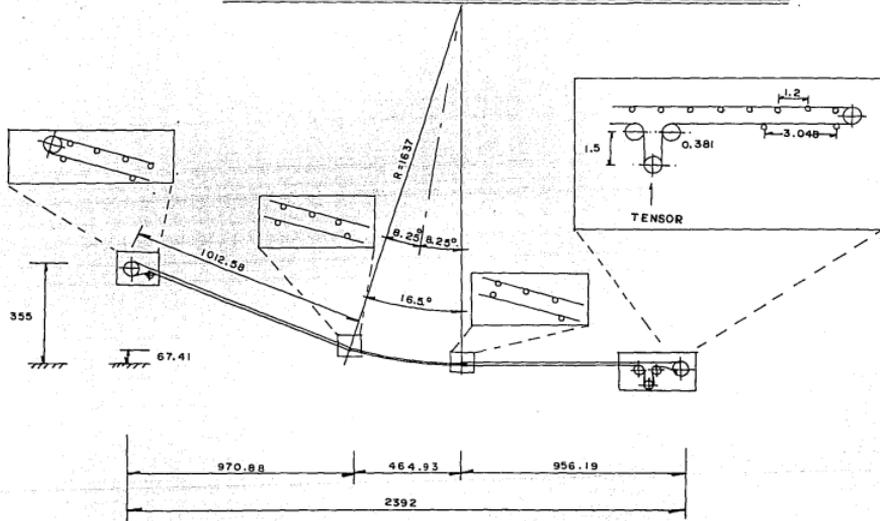
FECHA: 26 10 93

ACOT. —

DIB. R. D. R. G.

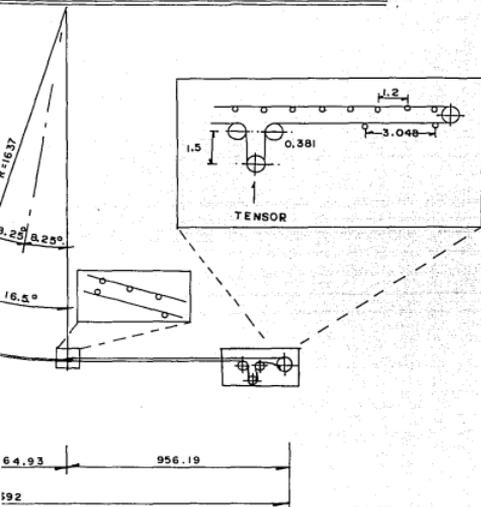
DIB. No. 3.2

ARREGLO GENERAL DEL TRANSPORTADOR

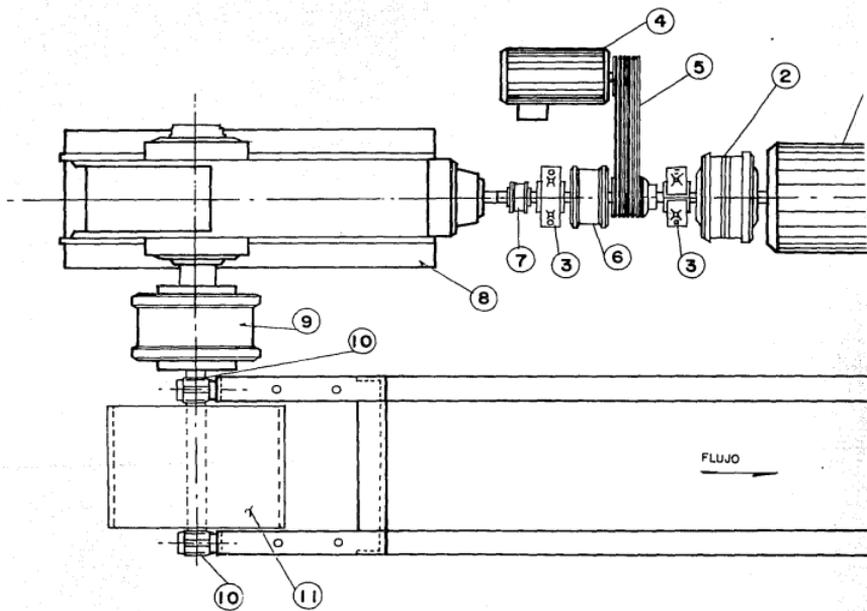


TITULO: TR
ESC. —
ACOT. —

GENERAL DEL TRANSPORTADOR



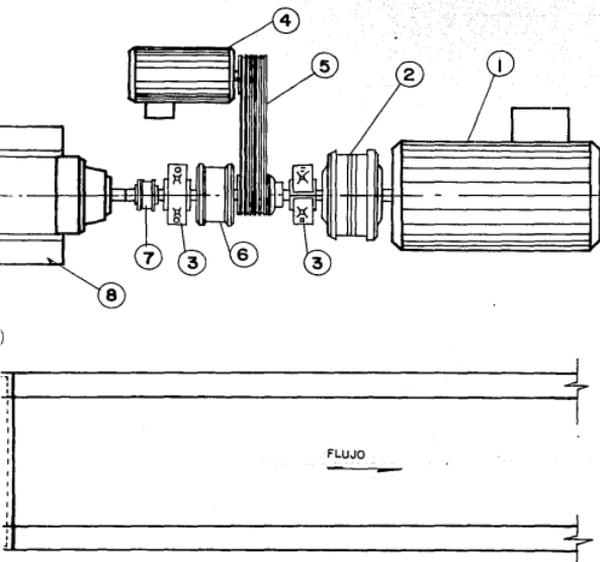
TITULO: TRANSPORTADOR REGENERATIVO		
ESC. —	FECHA: 26 10 93	
ACOT. —	DIB. R. D. R. G.	DIB. No. 3.3



TITULO : TR
(AR)

ESC. -

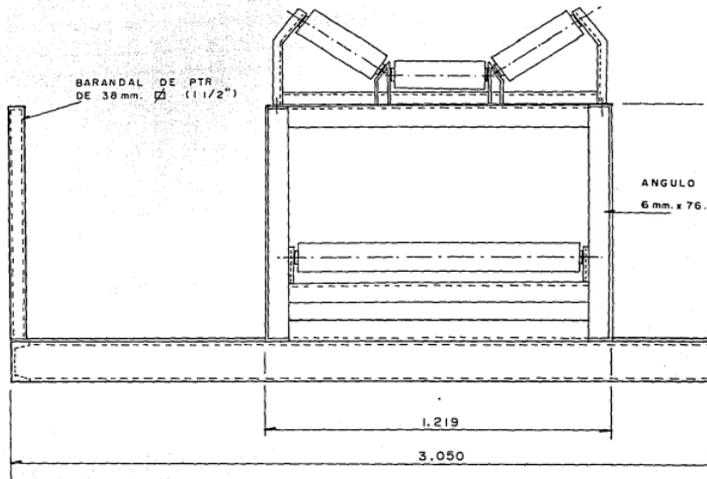
ACOT. -



- 1 GENERADOR 600 HP, 1800RPM
- 2 COPLE HIDRAULICO
- 3 CHUMACERA DE PISO P/ FLECHA DE (4" Ø) 0.102m.
- 4 MOTOR DE ARRANQUE 100 HP, 1800 RPM
- 5 TRANSMISION POR BANDA "V" (5) Y POLEAS CON RELACION 1:1
- 6 EMBRAGUE MAGNETICO
- 7 COPLE RIGIDO
- 8 MOTOREDUCTOR 16.5 RPM DE SALIDA
- 9 COPLE RIGIDO
- 10 CHUMACERA DE PISO BIPARTIDA, (6-1/8") 0.156 m.
- 11 POLEA MOTRIZ (54" Ø) 1.372m C/FLECHA (6 1/8") 0.156 m.

TITULO : TRANSPORTADOR REGENERATIVO
(ARREGLO DE LA TRANSMISION)

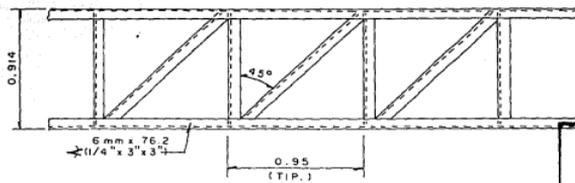
ESC. -	FECHA: 2610 93	
ACOT. -	DIB. R. D.R. G.	DIB. No. 3.4



SECCION TRANSVERSAL

ACOT. mts.

ESC. 1: 12.5



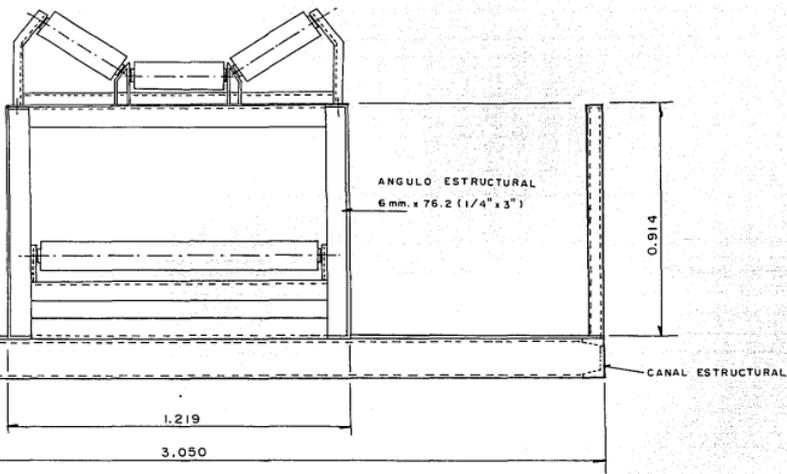
ESTRUCTURA PRINCIPAL DE CARGA

ACOT. mts.

TITULO: T

ESC. —

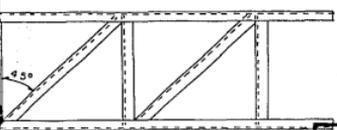
ACOT. mts.



SECCION TRANSVERSAL

ACOT. mts.

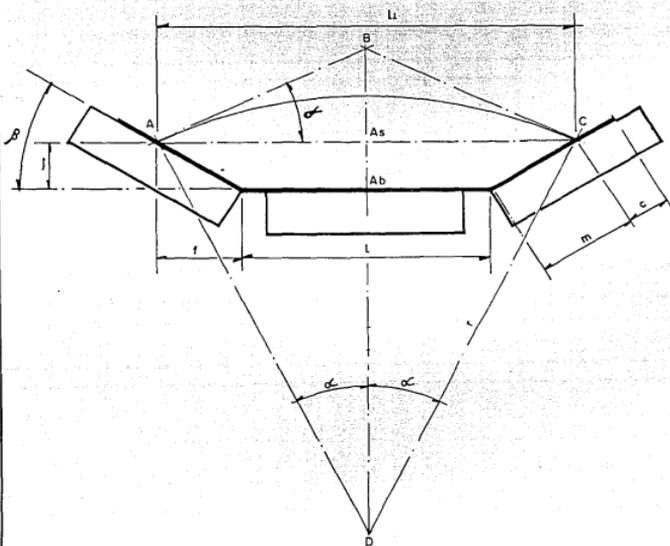
ESC. 1: 12.5



PRINCIPAL DE CARGA

TITULO: TRANSPORTADOR REGENERATIVO

ESC. -	FECHA: 261093	
ACOT. mts.	DIB. R. D. R. G.	DIB. No. 3.5

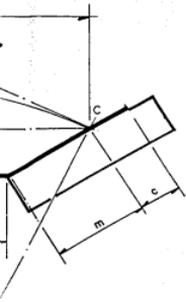


SIGNIFICA

- α = ANGUL
- β = ANGUL
- As = AREA
- Ab = AREA
- h = ALTUR
- m = LONGIT
- r = RADIO
- f = PROYEC
- AREA
- c = DISTANC
- AL BO
- b = ANCHO
- C = DISTAN

AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL
DE CARGA

TITULO: —
ESC. —
ACOT. —



SIGNIFICADO DE LAS VARIABLES

- α = ANGULO DE SOBRECARGA
- β = ANGULO DE LOS RODILLOS
- A_s = AREA DE SOBRECARGA (cm²)
- A_b = AREA TRAPEZOIDAL DE LA BASE (m²)
- h = ALTURA DEL AREA TRAPEZOIDAL (m.)
- m = LONGITUD DE UN LADO DEL AREA TRAPEZOIDAL (m.)
- r = RADIO DE SOBRECARGA (m.)
- f = PROYECCION HORIZONTAL DE UN LADO DE EL AREA TRAPEZOIDAL (m.)
- c = DISTANCIA AL BORDE, DEL BORDE DEL MATERIAL AL BORDE DE LA BANDA (m.)
- b = ANCHO DE LA BANDA (m.)
- C = DISTANCIA ESTANDAR AL BORDE

SVERSAL

TITULO: TRANSPORTADOR REGENERATIVO		
ESC. —	FECHA: 261093	
ACOT. —	DIB. R. D. R. G.	DIB. No. 3.6

CAPITULO 4**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

CAPITULO 4: ESPECIFICACIONES TECNICAS

4.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS MECANICAS

4.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTRICAS Y DE CONTROL

CAPITULO 4: ESPECIFICACIONES TECNICAS

4.1. ESPECIFICACIONES TECNICAS MECANICAS

4.1.1. ALCANCE

La Banda Transportadora de materiales a granel es un transportador de forma concava en su banda, que por la ubicación en la zona es regenerativo y, debido a su gran longitud (2392 [m]) debe de estar controlado a todo lo largo de la Banda.

El transportador esta diseñado para llevar mineral de Níquel, de la Mina de explotación a la planta de procesamiento con una capacidad de 500 Toneladas por hora

4.1.2 REQUERIMIENTOS GENERALES

- Energía eléctrica para el arranque
- Suministro del mineral de Níquel por medio de tolvas y, que sea un proceso continuo.
- Descarga del material a tolvas por medio de rampas (Chutes).

4.1.3 EQUIPO Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

4.1.3.1 CABEZAL MOTRIZ

Cabezal Motriz. Polea formada de Placa de Fe.
Forrada con hule vulcanizado
Rolada de placa de 1 [in]=0.0254 [m]
Diámetro de 54 [in] = 1.372 [m]
Con Flecha de Acero Molibdeno con tratamiento de
de aceite a 538°C AISI-4063 y cuñero en uno de los
extremos
Soportada sobre rodamientos totalmente cerrados a
prueba de polvo y sobre un bastidor formado de
ángulo

4.1.3.2 CABEZAL DE COLA

De las mismas características que el cabezal motriz pero, sin forro y con un diámetro de 46 [in] = 1.17 [m] y sin cuñero .

4.1.3.3 TENSOR DE GRAVEDAD

De las mismas características que el cabezal de cola

Esta formado con 3 poleas, 2 fijas y 1 móvil

En la polea móvil se tiene el contrapeso para dar la tensión del lado flojo de la banda y, poder absorber el 1% del alargamiento de la Banda.

4.1.3.4 BANDA

De alta resistencia

Con alma de acero para poder resistir la tensión a la que va hacer sometida

Ancho de la Banda 36 [in] = 0.914 [m]

4.1.3.5 RODILLOS DE CARGA

Autoalineables, compuesto por 3 rodillos balanceados

Tubo de Fe de 6 [in] de diámetro, Cédula 80
Embalerado con flecha hueca para lubricar en cualquier extremo de la banda, con sellos para protección de polvo y a un ángulo de sobrecarga de 35°.

4.1.3.6 RODILLOS DE RETORNO

Rectos de las mismas características que los rodillos de carga

La unidad se compone de un solo rodillo

4.1.3.7 SECCION DEL TRANSPORTADOR

Compuesto de ángulo estructural de Fe de 1/4 [in] X 3 [in] X 3 [in] (Según dibujo No. 7893-1.

4.1.3.8 PASILLOS DE LA BANDA TRANSPORTADORA

La Banda Transportadora cuenta en ambos extremos con pasillos a todo lo largo del mismo, los cuales sirven para la revisión y mantenimiento de la misma

Esta formado de canal estructural de 3 [in]

Piso de regilla IRVING

Barandal protector de PTR de 2 [in]² de diámetro, calibre 14 en ambos extremos a 1 [m] de altura.

4.1.3.9 TRANSMISION

La transmisión esta compuesta de:

1. Dos coples rígidos marca Falk tamaño 1230-T para una capacidad de 40 360.6[Kg-m]
2. Un reductor marca Falk tipo 21195YB3 y 16.5 RPM. de salida
3. Freno tipo zapata de una capacidad de 242.1[Kg-m]
4. Un electroembrague marca Wagner tipo SF-1525 montado en baleros de una capacidad de 96.86 [kg-m] (capacidad requerida 45.9 [Kg-m])
5. Acoplamiento al motor : un par de catarinas triples paso 60 y cadena triple

6. Un cople hidraulico

4.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS ELECTRICAS Y DE CONTROL

4.2.1 ALCANCE

La Banda Transportadora con 2392 [m] de longitud, requiere alimentación eléctrica para el motor de arranque, la iluminación y el control, a la vez suministra energía para un sistema de bombeo que no será visto en nuestro estudio.

El equipo e instalación, incluirán lo siguiente:

- Alumbrado a lo largo de la Banda Transportadora
- Alumbrado para el Cuarto de Control
- Tomas de Fuerza a lo largo de la Banda Transportadora
- Motor de Arranque
- Generador de A.C.
- Sensores de Alarma
- Transformador
- Todos los cables y accesorios de conexión
- Todo el material para el Sistema de Tierras

4.2.2 REQUERIMIENTOS GENERALES

Las tensiones de servicio para cada uno de los sistemas.

- a) Utilización de Fuerza en Baja Tensión de 440 [V]
- b) Alumbrado de 440 [V] para iluminación de áreas exteriores, para el Alumbrado Fluorescente del Cuarto de Control 120 [V]
- c) El Control de 120 [V]

Los Voltajes de distribución y utilización están indicados en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas.

Las especificaciones y lineamientos generales de la manufactura de la instalación y del equipo eléctrico.

4.2.3 EQUIPO Y MATERIALES DE CONSTRUCCION

4.2.3.1 ALUMBRADO A LO LARGO DE LA BANDA TRANSPORTADORA

- 1) Un interruptor tipo Termomagnético
 Montaje Fijo de 3 polos 100 [A]
 Derivado del bus 440 [V].
 Capacidad interruptiva Sim. 25000 [A]
 Marco FHL
 Unidad tipo BW-39 marca Square'D.
 El interruptor se complementará con la siguiente leyenda:
 - Alumbrado Exterior

- 2) 68 Unidades de Alumbrado de Vapor de Sodio

Alta Presión

250 [W], 440 [V], 60 [Hz]

Para montaje en brazo o punta de poste

Autobalastado de A.F.P.

Tipo Solair 400

Equipada con Lámparas de Vapor de Sodio Alta

Presión de 250 [W]

Tensión 440 [V]

Casquillo E-40 movable de 7 posiciones en sentido vertical y 3 posiciones: Cutoff, Semi-Cutoff y Extensiva

Designación Solair 150

Marca Widelite

- 3) Cable: Cable de Cobre Suave Electrolítico Monopolar con Aislamiento Termoplástico de Cloruro de Polivinilo
- Resistente a la intemperie y agentes químicos retardador de la flama y no propagador del fuego para 600 [VCA]
- Tipo THW para operar a una temperatura de 75°C, en ambiente húmedo y a una temperatura máxima de 90°C en ambiente seco
- Calibre # 4 y # 6 AWG, MCA. CONDUMEX ó SIMILAR
- 4) Tubería: Tubo Conduit de Fe Galvanizado de 25 [mm] de Diám. en tramos de 3.05 [m] de longitud con cople, de acuerdo a Norma

DGNJ-16A; MCA. HYLSA ó SIMILAR.

4.2.3.2 ALUMBRADO EN EL CUARTO DE CONTROL

- 1) Un interruptor tipo Termomagnético

Montaje Fijo de 3 polos 30 [A]

Derivado del bus de 440 [V]

Capacidad Interruptiva Sim. 25 000 [A]

Marco FHL

Unidad tipo BW-37 marca Square'D.

El interruptor se complementará con la siguiente leyenda:

- Protección primario transformador 15 [KVA]

- 2) Un transformador trifásico para alumbrado interior propio tipo seco, instalación dentro del CCM con 80°C de sobre elevación de temperatura sobre la ambiente de 40°C diseñado, construido y aprobado de acuerdo con las normas ANSI e IEEE, de las siguientes características:
Potencia 15 [KVA]

CLASE DE AISLAMIENTO B

Devanado primario: 440 [V]

Conexión delta

60 cps

Con 4 derivaciones de 2.5% dos arriba y dos abajo de la tensión nominal.

Operación sin carga.

Devanado secundario: 220/127 [V]

Conexión estrella con el neutro accesible

Marca E.E.I.

- o La Placa de identificación se complementará con la siguiente leyenda:

- Transformador Alumbrado 15 [KVA].

3) Tablero QO-4.

- Tensión máxima 120/240 [V]
- Frecuencia 60 [Hz]
- Polos 2 a 8
- Capacidad de conectores 100 [A]
- Alimentación 2 fases 3 hilos
- Gabinete NEMA 1
- Acabado Gris-Arena
- Con 4 interruptores Termomagnéticos 20 [A]
con la siguiente leyenda:

- a) Alumbrado
- b) Contactos
- c) Control
- d) Reserva

4) 6 Lámparas fluorescentes con Código
F96 T12/CW/HO

- Potencia 110 [W]
- Casquillo Retráctil D.C.

- Emisión luminosa 9000 [lm]

- 5) Cable: Cable de Cobre Suave Electrolítico Monopolar con Aislamiento Termoplástico de Cloruro de Polivinilo Resistente a la Intemperie y Agentes Químicos retardador de la Flama y no propagador del fuego para 600 [VCA] Tipo THW para operar a una Temperatura de 75°C, en ambiente humedo y a una Temperatura máxima de 90°C en Ambiente Seco Calibre # 12 y # 14 AWG, MCA. CONDUMEX ó SIMILAR.
- 7) Tubería: Tubo Conduit de Fe Galvanizado de 13 [mm] de diámetro en tramos de 3.05 [m] de longitud con cople, de Acuerdo a Norma DGN-J-16A; MCA. HYLSA ó SIMILAR.

4.2.3.3 TOMAS DE FUERZA

- 1) Un interruptor Tipo Termomagnético Montaje Fijo de 3 polos 225 [A] derivado del bus de 440 [V] Capacidad Interruptiva Sim. 25 000 [A] Marco FHL Unidad Tipo BW-39 marca Square'D Interruptor con la siguiente leyenda:

- a) Tomas de Fuerza.
- 2) 24 Interruptores tipo Termomagnético Serie C Marco F, Modelo HFD para 70 [A], 277 [V], 3 polos, Capacidad Interruptiva Sim. 25 000 [A]. Marca Iem. , con gabineta NEMA 11
 - 3) Cable: Cable de Cobre Suave Electrolítico, Monopolar con aislamiento termoplástico de Cloruro de Polivinilo, Resistente a la intemperie y agentes químicos retardador de la flama y no propagador del fuego para 600 [VCA], tipo THW para operar a una temperatura de 75°C, en ambiente humedo y a una temperatura máxima de 90°C en ambiente seco, Calibre # 3/0 y 2/0 AWG, MCA. CONDUMEX O SIMILAR.
 - 4) Tubería: Tubo conduit de Fe Galvanizado de 51 [mm] de diámetro en tramos de 3.05 [m] de longitud con cople, de acuerdo a Norma DGN-J-16A; MCA. HYLSA O SIMILAR.

4.2.3.4 MOTOR DE ARRANQUE

- 1) Un interruptor tipo Termomagnético marco KHL unidad ELF-3, tamaño 4 con arrancador magnético a tensión plena, tipo no reversible, marca Square'D.
Para un motor de inducción jaula de ardilla

rotor devanado de 3 fases 60 [Hz]. 60 [H.P]
440 [V] con corriente a plena carga de 75
[A], corriente d arranque 675 [A].

El motor tendrá:

- Un transformador para control de 30 [VA] 440/120 [V], porta fusibles y fusibles para protección en el primario tipo AP-3.
 - Un juego de botones arrancar-parar, clase 9001, tipo domino marca Square'D.
 - Un juego de luces piloto roja y verde, clase 9001, tipo domino, marca Square'D.
 - Un botón restablecimiento de elementos térmicos.
 - Un ampermetro de escala 0-150 [A] tipo empotrar tipo 211-21, marca IEM.
 - Un transformador de corriente tipo dona relación 150/5 [A], tipo TCD-1 marca E.E.I.
 - Interlock mecánico de chapa y llave, para interruptor termomagnético.
 - Placa de identificación con la siguiente leyenda:
 - a) Motor de arranque de Banda Transportadora.
- 2) Motor: Motor Horizontal Cerrado con Ventilación de Rotor Devanado, Tipo HTCCVRD. Servicio continuo, para operar a 1000 [m] sobre el nivel

del mar, con una temperatura ambiente máxima de 40°C, o bien, a 2300 [m] sobre el nivel del mar, con una temperatura ambiente máxima de 30°C. Tensión de operación 220/440 [V]. Clase térmica "F" para 155°C. Trifásico a 60 [Hz], 60 [HP], Velocidad Síncrona de 1800, 1200 ó 900 R.P.M., 4, 6 y 8 polos respectivamente.

- 3) Cable: Cable de Cobre Suave electrolítico, monopolar con aislamiento termoplástico de cloruro de polivinilo, resistente a la intemperie y agentes químicos retardador de la flama y no propagador del fuego para 600 [VCA], tipo THW para operar a una temperatura de 75°C, en ambiente húmedo y a una temperatura máxima de 90°C en ambiente seco, calibre # 4/0 y # 3/0 AWG, MCA. CONDUMEX O SIMILAR.
- 4) Tubería: Tubo Conduit de Fe Galvanizado de 51 [mm] de diámetro en tramos de 3.05 [m] de longitud con cople, de acuerdo a norma DGN-J-16A; MCA. HYLISA O SIMILAR.

4.2.3.5 GENERADOR DE A.C.

Los generadores síncronos Línea 700 son máquinas de corriente alterna de tipo de campo rotatorio diseñado para su acoplamiento directo a cualquier tipo de primotor. La suspensión del

rotor es de dos chumaceras.

Los generadores síncronos vienen suministrados como unidades autocontenidas de potencia, o paquetes, incluye además del generador síncrono la unidad de excitación que suministra corriente continua a las bobinas del campo rotatorio y un regulador automático de voltaje, que mantiene el voltaje terminal del generador dentro del rango permisible, independientemente de los cambios de carga. Las unidades paquete también pueden obtenerse con medidores, controles y otras características operativas, necesarias para satisfacer todos los requisitos de instalación.

Generador 350 [KW] - 1800 [RPM] - 60 [Hz]

Voltaje	208[V]	240[V]
Ampers	866[A]	750[A]

Voltaje	416[V]	480[V]
Ampers	433[V]	375[A]

Fase 3

Factor de Potencia 0.8

- 1) Cable: Cable de Cobre Suave electrolítico, monopolar con aislamiento Termoplástico de cloruro de polivinilo, resistente a la intemperie y agentes químicos retardador de la flama y no propagador del fuego para 600 [VCA]

Tipo THW para operar a una temperatura de 75°C, en ambiente húmedo y a una temperatura máxima de 90°C en ambiente seco.

Calibre # 350 MCM, MCA. CONDUMEX ó SIMILAR.

- 2) Tubería: Canastilla de aluminio de 30 [cm]

4.2.3.6 **SENSORES DE ALARMA**

- 1) Sensores de Paro de Emergencia

Esté tipo de control se instalara a cada 100[m] y se colocarán en ambos extremos de la banda, por lo tanto se instalarán 48 más 1 en la transmisión para paro de emergencia de está.

Switch Clasificación SPDT 10 [A] 125/250 [VCA]

Clasificación de la Terminal del tablero:
1000 [V]

Colocación: NEMA 4

Angulo de Cerradura: 20°

Clasificación de la cuerda: 25 [lb]

Espacio recomendado entre switch: 150 [ft]
soportado por el cable

- 2) Sensores de Alineamiento

El sensor de alineamiento deberá estar soportado en ambos extremos (superior e inferior) a una distancia intermedia de

100 [m], por lo tanto se instalarán 48 sensores de este tipo.

Switch clasificación SPDT 15 [A] 480 [V]

Clasificación de la terminal del tablero:
1000[V]

Colocación: NEMA 4

Angulo ajustable: Vertical a 20°

Actuando una fuerza: 5 [lb]

3) Sensor de velocidad

Este tipo de sensor se instalará en la flecha de la polea de cola.

Voltaje de entrada: 115 [VCA] ± 15% 60 [Hz]
4 [VA]

Salida: A. Un SPDT relevador de contacto por canal 5 [A] 115 [VCA]

B. Led indicador por canal

Temperatura de Operación: -10°C a +40°C

Potencia de Consumo: 4 [W] 4 [VA]

Rango de Velocidad: Rango Bajo 1 RPM a 20 RPM

Rango Alto 10 RPM a 200 RPM

Punto Fijo: 75% a 99% para velocidades bajas

101% a 125% para velocidades altas

Salida-alta Tiempo de dilatación: 1 a 20 [s]

(tiempo de dilatación cuando el contacto posterior del motor arranca)

Carga Radial: 200 [lb] máximo

Empuje Final: 150 [lb] máximo

Diámetro de la Flecha: 5/8 [in]

Colocación: Caja NEMA 12

Peso: 9 [lb]

- 4) Cable: Cable de Cobre Suave Electrolítico, Monopolar con aislamiento Termoplástico de Cloruro de Polivinilo.

Resistencia a la Intemperie y Agentes químicos retardador de la flama y no propagador del fuego para 600 [VCA]

Tipo THW para operar a una Temperatura de 75°C, en ambiente húmedo y a una temperatura máxima de 90°C en ambiente seco

Calibre # 16 AWG, MCA. CONDUMEX ó SIMILAR.

- 5) Tubería: Tubo Conduit de Fe Galvanizado de 25 [mm] de diámetro en tramos de 3.05 [m] de longitud con cople, de Acuerdo a Norma DGN-J-16A; MCA. HYLISA ó SIMILAR.

4.2.3.7 TODO EL MATERIAL PARA EL SISTEMA DE TIERRAS

- 1) Cartucho para conexión soldable tipo F-20, No. 90, MCA. CADWELD ó SIMILAR.
- 2) Varilla de Tierras de Cobre Electrolítico con

nucleo de acero, de 3 [m] de longitud y 16 [mm] (5/8 [in]) de diámetro, MCA. CADWELD ó SIMILAR.

3) Abrazadera [ara Cable No. C-121-C, MCA. ANPASA ó SIMILAR.

4) Perno roscado de alta velocidad para acero. MCA. RAMSET ó SIMILAR.

4.2.3.7 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE

El sistema de control basado en el PLC cuenta con una serie de partes básicas como son: fuente de poder, rack o bastidor, un PLC, módulos de entrada y módulos de salida.

El módulo de entrada, proporciona la interface para que el sistema se entere del estado de los elementos de campo, y los módulos de salida proporcionan la interface con los usuarios para controlar los accionamientos.

El PLC cuenta con un conjunto de instrucciones suficientes para desarrollar tareas de control lógico secuencial.

Para nuestro control de la Banda Transportadora necesitamos 52 entradas con 24 salidas por lo

que tenemos un PLC con las siguientes especificaciones:

Marca Siemens

CPU 100

Memoria de programa 2K byte

Tipo de Memoria RAM, EPROM, EEPROM

Tiempo de Ciclo por 1K de instrucciones binarias 2

[ms]

Entradas 128

Salidas 128

CAPITULO 5**PROCEDIMIENTO DE MONTAJE Y PRUEBLAS DEL TRANSPORTADOR**

**CAPITULO 5: PROCEDIMIENTO DE MONTAJE
Y PRUEBAS DEL TRANSPORTADOR**

5.1 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DEL TRANSPORTADOR

5.2 PRUEBAS DEL TRANSPORTADOR

CAPITULO 5: PROCEDIMIENTO DE MONTAJE Y PRUEBAS DEL TRANSPORTADOR

5.1 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DEL TRANSPORTADOR

El montaje del equipo mecánico es una de las labores más importantes de la etapa de construcción. En los proyectos que involucran transportadores de banda, el montaje del equipo representa del 35% al 40% del tiempo laborable en el sitio de la obra. El montaje de la estructura y la obra civil representan del 40% al 45% y la instalación eléctrica, de instrumentos y de tubería representan el resto. Todas estas actividades deben ser planeadas con el fin de facilitar la ejecución de la obra, para mejorar la calidad, la seguridad y la productividad, para reducir los programas de construcción y evitar el retrabajo. Las siguientes son algunas recomendaciones para hacer más eficiente el montaje de transportadores de banda:

- Fabricar el transportador en taller en secciones tan grandes como sea posible, sin que ello represente problemas de transporte o montaje.

- Todos los elementos del transportador deben contar con sus placas de conexión y anclaje; además de los soportes y ménsulas necesarios para la instalación de plataformas temporales.

- Todos los soportes y guías para tubería deben estandarizarse.

- Se deben montar las instalaciones temporales antes de que el equipo sea recibido en campo.

- Todas las piezas deben estar marcadas con la identificación del equipo y número de pieza. Aún las piezas sueltas deben tener un número único.

- Las identificaciones y marcas deben ser de material indestructible y colocarse de tal forma que no desaparezcan, se destruyan o se caigan.

- Antes de iniciar el montaje del transportador es necesario verificar que se tiene la última edición de los planos de fabricación del transportador.

- Como recomendación final podemos decir que se deben realizar reuniones entre los grupos de ingeniería y de construcción, con el fin de discutir los métodos de construcción más adecuados para el proyecto, tomando en cuenta la mano de obra disponible, las condiciones climatológicas del lugar y otras condiciones específicas del proyecto.

A continuación se describe el procedimiento de montaje propuesto para el transportador de banda, con el fin de que sirva como una guía general para este trabajo:

5.1.1 RECEPCION Y ALMACENAMIENTO DEL EQUIPO.

- Todas la partes del transportador deben ser descargadas con el equipo apropiado y recibidas en el almacén de la obra para su resguardo y control.

- Al recibir el equipo en el almacén se deberán de verificar todas las piezas con base en las listas de embarque.

- Las partes del transportador se deben almacenar bajo techo. El bastidor y la estructura pueden ser almacenados a la intemperie cerca del lugar de montaje, siempre y cuando se protejan de manera adecuada contra cualquier daño.

- Durante las maniobras de almacenamiento deberá cuidarse que el equipo no sufra ningún daño.

5.1.2 DESEMPAQUE Y MANEJO.

- El embalaje de las piezas no será completamente retirado, sino hasta que se vaya a instalar.

- Se deberán manejar con cuidado las piezas maquinadas para evitar que se dañe su acabado.

- Se deberá verificar la identificación de las piezas sueltas, las cuales deberán almacenarse adecuadamente.

- En caso de encontrar piezas dañadas o faltantes, se deberá avisar inmediatamente al encargado de la obra para tramitar su reposición y así evitar retrasos en el montaje.

- Las partes maquinadas deberán protegerse con aceite tal como el "Mobil Kote" o similar, para evitar deterioro durante su almacenamiento.

5.1.3 MONTAJE DEL BASTIDOR.

La primera etapa del montaje del transportador se inicia con el montaje del bastidor, una vez que se han montado las estructuras de soporte.

- Todas las secciones del bastidor serán ensambladas a nivel de piso para verificar su correcto acoplamiento. Posteriormente serán desensambladas, levantadas y colocadas en su posición final.

- Se deberá proveer el suficiente espacio para el tránsito y maniobras del equipo de montaje.

- Se deberá usar equipo y herramientas de la capacidad requerida para el montaje.

- Sujetar las secciones del equipo durante las maniobras de izaje, de tal forma que no represente riesgo de accidente.

- Las coordenadas y niveles de las bases de la estructura de soporte serán determinadas topográficamente, con base en los niveles y coordenadas de referencia.

- Antes de montar el bastidor del transportador, se deberá verificar que tenga las placas base y estén perfectamente limpias.

- Se deberán proteger las partes del equipo que puedan ser dañadas por los amarres de las cadenas o cables durante el montaje.

- Ensamblar las secciones del bastidor por medio de conexiones soldadas o atornilladas de acuerdo a lo indicado en los planos de fabricación.

- Nivelar por medio de laines las secciones del bastidor montadas sobre la estructura.

5.1.4 INSTALACION DE RODILLOS, POLEAS Y BANDA.

- Colocar los rodillos de impacto, de carga, autoalineables y de retorno de acuerdo a lo indicado en los planos de fabricación.

- Colocar las poleas de cola, de cabeza, de dobléz y tensora de acuerdo a lo indicado en los planos de fabricación. Se deberá verificar que el eje de las flechas de las poleas debe ser perpendicular al eje del transportador

- Alinear las flechas de las poleas por medio de los tornillos de ajuste instalados previamente en el bastidor.

- Verificar que todos los rodillos y poleas giran libremente.

- Colocar el rollo de la banda cerca de la polea de cabeza y desenrollarlo sobre las camas de rodillos de carga. Posteriormente, se hace pasar por la polea de cabeza, los rodillos de retorno, las poleas de dobléz y la polea tensora.

- Empalmar y vulcanizar las uniones de la banda de acuerdo con el procedimiento recomendado por el fabricante.

5.1.5 INSTALACION DE LA TRANSMISION.

- La transmisión del transportador consta de un motor de corriente directa, reductor de velocidad, acoplamiento hidráulico y freno electromagnético.

- La base soporte de los componentes de la transmisión esta construida de acero estructural, la cual debe ser anclada a la cimentación de concreto.

- Colóquense placas de nivelación a cada lado de las anclas. Estas deberán estar niveladas de tal forma que la máxima diferencia de nivel entre ellas no exceda 1 mm.

- Las placas de nivelación deberán estar libres de pintura e imperfecciones lo cual evitará usar muchas laines.

- La superficie de la cimentación debe ser lo suficientemente rugosa para la adherencia del material de relleno (grcut).

- Antes de colocar el equipo en anclas, las cuerdas de las anclas deberán limpiarse o maquinarse en caso necesario.

- Colocar los equipos sobre las cimentaciones de acuerdo a lo indicado en los planos.

- Cuando el equipo se sujete de partes maquinadas, éstas deberán protegerse para evitar su deterioro.

- Una vez colocado el equipo sobre el concreto, se nivelarán con laines o cuñas de acero. Se deberán usar laines y placas de nivelación en equipos de poco peso. Los equipos de mayor peso serán nivelados con cuñas de acero.

- Nivelar el equipo con el mínimo espacio (entre placa base y cimentación) que permita efectuar el relleno (grouting) según los planos de instalación.

- Verificar la orientación e inclinación del equipo según lo indicado en los planos de instalación.

- Verificar la localización del equipo. Las coordenadas de los ejes longitudinal y transversal, así como niveles. La máxima desviación permisible será de 3 mm.

- Una vez comprobada la localización del equipo, verifíquese el apriete de la anclas.

- En seguida se procederá a la colocación del relleno entre la cimentación del equipo y la placa base con el propósito de proporcionar una base continua.

- Verificar la limpieza de las superficies por rellenar estas deberán estar libres de aceite o grasa.

- En caso necesario hacer perforaciones en espacios difíciles de rellenar

- El relleno podrá ser seco o húmedo.

- En caso de que la instalación del equipo lo requiera se emplearán rellenos preparados

5.1.6 INSTALACION Y ACCESORIOS.

- En el mismo lado donde se localiza el motor se instalará el freno electromagnético de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

- Se instalarán los interruptores de emergencia, de velocidad cero, de sobrevelocidad y de desalineamiento, según las instrucciones del fabricante de los mismos y localizados según los planos de fabricación del transportador.

5.2 PRUEBAS DEL TRANSPORTADOR.

Después de terminar el montaje del transportador de banda, se realizan las pruebas del sistema completo para verificar que el equipo cumple con las especificaciones de diseño, y esta listo para su operación comercial.

Los estándares de aceptación de los materiales de fabricación establecidas en las especificaciones de diseño, se verifican en las diferentes etapas de la fabricación y se registran en los reportes de pruebas destructivas y no destructivas.

Todos los componentes mecánicos del transportador tales como los rodillos, las poleas, las chumaceras, la banda, el reductor de velocidad, la transmisión, los frenos, etc. son probados en fábrica. Las pruebas en sitio se realizan en conjunto con el transportador completamente ensamblado.

Todos los equipos eléctricos tales como los transformadores, tableros eléctricos, motores y cables, se someten a los siguientes pruebas: pruebas tipo, pruebas de rutina y pruebas en sitio. Las pruebas tipo y las pruebas de rutina se realizan en fábrica. En sitio se realizan nuevamente algunas de estas pruebas con el fin de verificar que los equipos no sufrieron ningún daño durante su transporte o almacenamiento y posteriormente se realizan las pruebas en sitio en conjunto con el transportador.

Las pruebas a las que se somete el transportador como un sistema completo son las siguientes:

- Pruebas sin carga.
- Pruebas al 100% de la carga.
- Pruebas al 110% de la carga.

5.2.1 PRUEBAS SIN CARGA.

Las pruebas sin carga tienen por objeto poner en movimiento las partes móviles del transportador con el fin de someterlos a cargas ligeras y verificar que operan correctamente bajo estas condiciones.

Para realizar estas pruebas deberá ejecutarse lo siguiente:

- Verificar el nivel del aceite del reductor de velocidad, así como la lubricación de los sistemas de transmisión.

- Poner en marcha el motor eléctrico.

- Verificar que la banda avanza uniformemente y sin obstrucciones o desalineamiento a todo lo largo del transportador

- Verificar que todos los rodillos y poleas del transportador giran libremente.

- Verificar que la vibración del motor y reductor esta dentro de lo permisible.

- Activar todos los interruptores con el fin de simular fallas de operación.

- Verificar el ajuste del tensor de gravedad.

- Mantener en operación el transportador el tiempo suficiente para realizar la inspección general del equipo y como mínimo tres horas.

5.2.2 PRUEBAS AL 100% DE LA CAPACIDAD.

Las pruebas al 100% de la capacidad tienen por objeto verificar que el equipo opera correctamente de acuerdo a las especificaciones de diseño.

Para realizar estas pruebas deberán ejecutarse los preparativos mencionados en las pruebas sin carga y enseguida proceder a lo siguiente:

- Cargar el transportador de banda con el material especificado, de una forma paulatina desde 0 hasta 500 ton/hr que es la capacidad de diseño.

- Verificar el funcionamiento de los componentes mencionados en las pruebas sin carga.

5.2.3 PRUEBAS AL 110% DE LA CAPACIDAD.

Las pruebas al 110% de la capacidad tienen por objeto verificar que el equipo opera satisfactoriamente a 550 ton/hr lo que representa el 10% adicional de la capacidad de diseño caso en el cual no debe existir ningún problema operativo y debe de activarse una alarma cuando se exceda esta capacidad.

CAPITULO 6**INSTRUCTIVO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO**

CAPITULO 6: INSTRUCTIVO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

Cap. 6 INSTRUCTIVO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

En un sistema de camiones y carreteras para transportar materiales a granel, su operacion requiere de mucho persona entrenado. Se necesitan operadores para llevar inventario y controles asi como para despachar y manejarlos grandes vehiculos. Tambien se requieren empleados para las operaciones adicionales como carga y descarga, y para pesar el material.

Los transportadores de banda, cuando se diseñan, instalan y operan apropiadamente funcionan continua y confiablemente con tan poco personal; como uno ó dos operadores. Un requisito básico es que el material que se maneja en el transportador tenga las características físicas especificadas originalmente y que se alimente uniformemente y a la velocidad de diseño.

El funcionamiento del transportador es controlado por controles de seguridad interconectados por medio de un PLC .

Ya que se tiene una longitud considerada del transportador dos mecánicos entrenados deben de patrullar el sistema a intervalos regulares para detectar alguna falla ó componentes que necesiten atención.

Cuando se este instalando y durante la corrida de prueba; se debe de ofrecer un programa de instrucción y discutirlo con todo el personal que estará involucrado en la operación, seguridad y mantenimiento del sistema. Dicho programa se debe de repetir con suficiente frecuencia para que el personal entrenado siempre recuerde sus conocimientos ó los nuevos empleados los adquieran.

Es importante que el mantenimiento del transportador de banda lo realice personal competente y bien entrenado, que tenga equipo apropiado para pruebas y buena herramienta. El personal debe recibir entrenamiento en un amplio programa de mantenimiento preventivo.

Aunque un rodillo atorado (que no gire) puede no parecer importante, el personal de mantenimiento debe verlo, ya que bajo gran velocidad y manejando material abrasivo, éste se desgastará y puede presentar un filo que puede dañar severamente una banda que es costosa. El personal bien

entrenado debe poder detectar fallas en cualquier caso y corregir el mal funcionamiento antes que pueda ocurrir algún daño.

La banda del transportador frecuentemente representa una gran parte del costo total del transportador. Puesto que la composición y construcción de las bandas las hacen vulnerables a daños accidentales y/o desgaste acelerado, la operación y mantenimiento de la banda merece especial atención y un buen programa de mantenimiento para minimizar el remplazo y reparaciones costosas.

El desgaste prematuro ó daño accidental lo puede causar el cargar el transportador con material de naturaleza impropia en tamaño, ó volumen. También materiales extraños, como pedazos de fierro clavos, maderas, y otras parecidas, cuando entran al flujo, pueden causar paros y reparaciones costosas.

La tabla siguiente da una lista de las causas y posibles soluciones de un amplio rango de los problemas de la operación de la banda. Esta tabla sirve como una buena referencia para el mantenimiento del transportador.

Es muy recomendable que antes de la operación inicial del transportador haya una cuidadosa y detallada inspección de éste y de todos sus componentes. Después de esta inspección

se debe hacer una corrida de prueba para poder observar cuidadosamente su operación antes de proceder a transportar material. Durante esta inspección y corrida de prueba se debe checar el alineamiento de todos los componentes mecánicos y el alineamiento en operación de la banda sobre los rodillos de carga y de retorno.

En la inspección se debe asegurar que no haya materiales de construcción, herramientas ó algun elemento que puede rozar, razgar ó cortar la banda cuando se arranque. Las tolvas y chutes se deben instalar de tal manera que no toquen la banda. Se debe observar los raspadores de la banda y hacer un ajuste final, si es necesario

TABLA 5.1
 PROBLEMAS EN TRANSPORTADORES DE BANDA
 CAUSAS Y SOLUCIONES

FALLA	CAUSA					
	En orden de probabilidad de ocurrencia					
La banda corre separada de la polea de cola.	7	15	14	17	21	
La banda corre alejada en todo punto de la linea de centros	26	17	15	21	4	16
Una seccion de la banda corre alejada de la linea de centros.	2	11	1			
La banda se separa de la polea motriz.	15	22	21	16		
La banda se corre hacia un lado en determinados rodillos	15	16	21			
La banda se patina	19	7	21	14	22	
La banda se patina en el arranque	19	7	22	10		
La banda se estira excesivamente	13	10	21	6	9	8
Los empalmes vulcanizados se separan.	13	23	10	20	2	9
Desgaste excesivo, incluyendo roturas grietas, rupturas y rasgaduras	12	25	17	21	8	5
Desgaste excesivo de la cubierta superior de la banda	21	14	5	19	20	22

TABLA 5.1
 PROBLEMA EN TRANSPORTADORES DE BANDA
 CAUSAS Y SOLUCIONES

FALLA	CAUSA				
	En orden de probabilidad de ocurrencia				
Desgaste excesivo en los bordes de la banda o bordes con roturas	26	4	17	8	1 21
La cubierta de la banda se hincha en puntos o en líneas.	8				
Banda endurecida o con grietas	8	23	22	18	
En la banda hay marcas o se vuelve quebradiza	8	18			
Ranuras longitudinales o grietas en la parte superior de la banda	27	14	21	22	
Ranuras longitudinales o grietas en la parte inferior de la banda	14	21	22		
Separación de las capas de la banda	13	23	11	8	3

1.-Banda doblada .Evite rollos de banda telescópicas ó almacenarlas en lugares húmedos,una banda nueva se debe enderezar cuando se force ó deba ser reemplazada.

2.-Banda mal empalmada.Revise despues de funcionar la banda por un corto tiempo,siesta máI empalmada remueva el empalme de la banda y haga uno nuevo.

3.-Velocidad de la banda muy grande.Reduzca la velocidad de la banda

4.-Banda deformada de un lado.Espere un tiempo para que una banda nueva tome su forma,si la banda no toma su forma adecuada ó no es nueva, remueva la sección deformada y empalme una pieza nueva.

5.-Faltan interruptores(Breaker Strip) ó son inadecuados.cuando el servicio se imterrumpa instale la banda con interruptores (Breaker Strip) adecuados.

6.-Contrapeso muy pesado.Recalcule el contrapeso requerido y ajuste según se necesite.

7.-Contrapeso muy ligero.Recalcule el contrapeso requerido y ajustese según se necesite

8.-Daño por abrasión , acido , productos químicos , calor , hongos , aceite.Use banda diseñada para su condició específica,para materiales abrasivos haga reparaciones locales con parches frios ó con parches permanentes,proteja

la banda contra lluvia nieve ó sol.No sobrelubrique los rodillos.

9.-Velocidad diferencial incorrecta en poleas duales.Haga los ajustes necesarios

10.-Banda Underbelted .Recalcule la tensión máximas en la banda y seleccione la banda apropiada,si la armason no es lo suficientemente rígida para la carga instale una banda con la suficiente flexibilidad cuando no este en servicio.

11.-Bordes gastados ó rotos.Repare el borde de la banda,remueva la sección desgastada ó descuadrada y empalme una pieza nueva.

12.-Impacto excesivo del material sobre la banda.Use tolvas ó chutes diseñados correstamente , haga uniones vulcanizadas,instale rodillos de impacto. Donde sea posible,primero cargue la banda con material fino.

13.-Tensión excesiva.Recalcule y ajuste la tensión.Use empalmes vulcanizadoso dentro de los límites recomendados.

14.-Rodillos atorados(no giran).Libere rodillos,lubrique, provea mantenimiento.

15.-Rodillos ó poleas descuadradas con respecto a la línea de centros del transportador.Realinearlos,instale limit switches para mayor seguridad.

16.-Rodillos mal espaciados.relocalize los rodillos ó instale rodillos adicionales para soportar la banda.

17.-Carga mal hecha,derrame.La alimentación debe ser en la dirección del viaje de la banda y a la velocidad de la misma,centrado en la banda,controle el flujo con tolvas ó chutes.

18.-Almacenamiento ó manejo inadecuado.Consulte al fabricante sobre tips para almacenamiento y manejo.

19.-Insuficiente tracción entre la banda y la polea.Incremente en ángulo de contacto,en condiciones humeda use poleas ranurada.Instale dispositivos de limpieza para seguridad.Vea punto 7.

20.-Material entre la bnda y la polea.Use skirtboards apropiadamente,remueva el producto atorado,provea mantenimiento.

21.-Material pegado.Remueva acumulación,instale dispositivos de limpieza.

22.- Los laggings de la polea estan gastados.Reémlace los laggings gastados.Use laggings ranurados para condiciones húmedas

23.-Poleas muy pequeñas.Use poleas con mayor diametro.

24.-Radio de curvas verticales convexas muy pequeño.Incremente el radio por medio de realinear verticalmente los rodillos para evitar tensión excesiva en el borde de la banda.

25.-Velocidad relativa de la carga muy pequeña ó muy grande. Ajuste los chutes ó corrija la velocidad de la banda.Considere el uso de rodillos de impacto.

26.-Carga descentrada.Haga la carga en la dirección del viaje de la banda,al centro del transportador.

27.-Skirts mal puestos.Instale los Skirtboards de tal manera que no rocen contra la banda.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

En años recientes el aumento de la capacidad y productividad industrial ha demandado mayor eficiencia en todas las fases de la producción y en especial en todos los sistemas de transporte. Los transportadores de banda son equipos que ocupan un lugar muy importante dentro de esta fase de la producción y que se aplican a sistemas cada vez más complejos. Su capacidad y longitud es cada vez mayor, así como el grado de automatización. También se han mejorado los estándares de comportamiento de todos sus componentes.

El incremento continuo del costo de los energéticos y de la mano de obra, así como las restricciones ambientales, han favorecido la elección de los transportadores de banda sobre otros medios, debido a las ventajas que presentan en este sentido.

Dicho lo anterior, se requiere la capacitación de técnicos especializados en este tipo de equipos para desarrollar el diseño y la fabricación de los mismos aplicando los recursos existentes en nuestro país y desarrollando nuestra propia tecnología

La tecnología que se ha desarrollado en el país es de vanguardia para proyectos que se han llevado a cabo en la Industria, esto nos ha dado una facilidad para obtener las Bases de Diseño de la Banda Transportadora, con calidad que ha sido objeto de un esmerado estudio desde las instancias de planeación.

Para esto fué necesario interactuar con las diferentes ramas de la Ingeniería (Mecánica, Eléctrica, Electrónica y de Control) puesto que es importante tomar en cuenta los criterios de diseño necesarios para realizar los cálculos de la Banda Transportadora.

Se deben tener las bases tecnológicas adecuadas para que los proyectos promuevan la productividad, satisfacción, seguridad y confianza del Industrial.

Después de analizar los resultados de los cálculos realizados, nos damos cuenta que, dada la capacidad y tamaño del transportador que es de más de dos kilómetros, la tecnología implicada en su diseño, construcción y puesta en operación es sofisticada, sin embargo, todas estas etapas pueden ser cubiertas en su totalidad con el grado de desarrollo alcanzado a nivel nacional, esto incluye el diseño expuesto en este capítulo.

Como ya se había señalado anteriormente, el proyecto es económicamente rentable, cuando se compara con otros sistemas similares que manejen el volumen requerido y a la distancia a que debe ser llevado el material.

Los elementos que intervienen en la fabricación del transportador, tales como rodillos, flechas, polea motriz y de cola, estructura, etc. podrán ser de fabricación nacional y en cuanto a el reductor, generador y motor de arranque, dada su capacidad, deberán ser de fabricación especial, sin embargo se encuentran disponibles en el país.

Por lo tanto esta obra de tan impresionantes dimensiones se pueden llevar a cabo con los elementos técnicos y humanos con los que se dispone.

Para determinar las especificaciones de la Banda Transportadora se recurre a las recomendaciones de fabricantes de equipo. Esta información es aplicable a condiciones de operación normal, por lo cual se requiere de cierta experiencia y conocimientos técnicos para que resulte de gran utilidad.

Deben tenerse en cuenta las condiciones de operación en la Banda Transportadora de igual o diferentes a las propias,

para seleccionar el material con códigos y normas estándares que existen en el mercado.

Con los datos proporcionados por los catálogos de los diferentes fabricantes no es suficiente, se recurre al análisis de Ingeniería. Estudio detallado de las instalaciones, características de construcción, operación y las condiciones en que va a operar, de lo cual se deducen los puntos que deben inspeccionarse para la selección óptima de cada uno de los equipos y materiales de construcción de la Banda Transportadora.

Para el montaje del transportador se requiere de un adecuado programa de actividades y de que el equipo sea fabricado en las secciones más grandes posibles, con el fin de que el tiempo de montaje sea el mínimo posible, ya que los costos en la obra son mayores que en el taller o en el gabinete. En este tipo de transportadores es muy importante preensamblar el quipo a nivel de piso para realizar los ajustes necesarios antes de levantarlo y ensamblarlo en su posición final, ya que en caso contrario resulta más difícil realizar estas tareas a cierta altura en donde no se tiene el equipo y la herramienta necesarios.

Las pruebas del equipo es la última fase del proyecto.

Estas muchas veces se prolongan debido a que no se tiene preparado el material suficiente para desarrollar las pruebas requeridas. Por lo cual es importante desarrollar un programa detallado de pruebas contemplando el suministro de estos materiales en su debido tiempo.

CONCLUSION GENERAL

El actual desarrollo del país ofrece una magnífica oportunidad de cambiar la forma de trabajo. Esto nos obliga a ir adquiriendo una Tecnología propia en los diferentes diseños que se realizan, ofreciendo los elementos formativos básicos y, hacer énfasis en el papel creativo que tiene y debe fomentar el Ingeniero.

Es notable la necesidad de contar con la Administración de Planeación, Control y Organización, para establecer con toda anticipación los parámetros de diseño para cualquier proyecto que se requiera de óptima calidad.

Así podemos encontrar la clave del éxito que radica en la habilidad para interactuar correctamente los conocimientos Financieros, Administrativos y Tecnológicos.

BIBLIOGRAFIA

1. CEMA. "BELT CONVEYORS FOR BULK MATERIALS" Segunda edición, CBI Publishing Company, Inc., 1979.
2. LINK BELT. "LINK BELT CATALOG 1000, MATERIAL HANDLING AND PROCESSING EQUIPMENT", Segunda edición, LINK BELT, 1967.
- 3 RAMON COMPANYS P., ALBERT COROMINAS S. "PLANIFICACION Y RENTABILIDAD DE PROYECTOS INDUSTRIALES", MARCOMBO, S.A., 1988.
- 4 CHIHUAHUA. "ENCICLOPEDIA DE MEXICO". Tomo 3., 1978.
- 5 RIVERA ABUNDIS REYNALDO. "ESTUDIO GEOLOGICO Y ESTIMACION DE RESERVAS MINERALES DE LA MINA PALMAREJO, MUNICIPIO DE CHINIPINAS, EDO. DE CHIHUAHUA". México. MINAS DE SAN LUIS, S. A DE C.V., Departamento de Geología. 1978.
- 6 ING. BECERRIL L. DIEGO ONESIMO. "INSTALACIONES ELECTRICAS PRACTICAS", onceava edición, 1978.
- 7 ENRIQUEZ HARPER GILBERTO. "FUNDAMENTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE MEDIANA Y ALTA TENSION". primera edición, LIMUSA, S.A., 1984.
- 8 WESTINGHOUSE. "MANUAL DEL ALUMBRADO". cuarta edición, DOSSAT. S.A., 1989.
- 9 "REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS". septima edición, ANDRADE, S.A., 1988.
- 10 CATALOGO GENERAL. "CONDUMEX SECTOR ELECTROMANUFACTURAS". 1992.
- 11 CATALOGO. "INGENIERIA RAMSEY MEXICANA, S.A.

- 12 FAIRES V.M. "DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS". primera edición. MONTANER Y SMON, S. A. 1970.
- 13 WARNER. "WARNER ELECTRIC. 1980.
- 14 "MANUAL DE FORMULAS TECNICAS". décimoctava edición, ALFAOMEGA., 1990.
- 15 CATALOGO. "ACOPLAMIENTOS STEELFLEX" SERIE 1000T, 1991.
- 16 CATALOGO. "FALK REDUCTORES DE VELOCIDAD DE EJES A 90°".