

Capítulo 1

Aplicaciones y Costos de la faja transportadora en General

Contenido

- Transporte de una variedad de materiales.**
- Amplia gama de capacidades.**
- Adaptabilidad al terreno.**
- Angulo de inclinación de transporte.**
- Carga, descarga, y capacidades de almacenamiento**
- Funciones del proceso.**
- Confiabilidad y disponibilidad.**
- Ventajas Ecológicas.**
- Seguridad.**
- Menores costos de trabajo.**
- Menores costos de potencia.**
- Menores costos de mantenimiento.**
- Transporte a larga distancia.**

El tema de fajas transportadoras es de interés primordial para todos los ingenieros, gerentes, y otros que son responsables en la selección del equipo para manejar materiales a granel. Este libro es principalmente un manual del diseño, pero el Capítulo 1 es incluido para dar a conocer al lector los muchos usos de las fajas transportadoras y sus ventajas bajo condiciones de funcionamiento ampliamente variadas.

Las fajas transportadoras han logrado una posición dominante transportando los materiales a granel, debido a ventajas inherentes tales como su economía y seguridad de funcionamiento, fiabilidad, versatilidad, y el rango prácticamente ilimitado de capacidades. Además, son convenientes para realizar las numerosas funciones del proceso en relación con su propósito normal de proporcionar un flujo continuo de material mientras funciona. Recientemente, su conformidad a los requisitos medioambientales ha mantenido un incentivo extenso para la selección de fajas transportadoras por encima de otros medios de transporte.

Los requisitos de trabajo y energía bajos son fundamentales con las fajas transportadoras en comparación con otros medios de transporte. El aumento dramático en los costos de operación luego de la crisis del petróleo de los años setenta ha colocado a los transportadores en una posición sumamente favorable para aplicaciones que no fueron consideradas previamente.

Los fabricantes de fajas transportadoras se han anticipado a las necesidades de la industria de forma consistente con mejoras en los diseños y con componentes que han excedido todos los requerimientos conocidos. La fiabilidad y, las seguridades son ahora excelentes debido a que las fajas disponibles son más resistentes y durables, así como las partes mecánicas grandemente mejoradas y mandos eléctricos, dispositivos de seguridad muy sofisticados.

Se ilustran y describen en este capítulo algunas de las ventajas de las fajas transportadoras que realizan una amplia variedad de funciones al interior de la planta, mejor y/o de la manera más innovadora posible con otros medios de transporte de los materiales a granel. También se incluyen ejemplos de sistemas de faja transportadora de distancia relativamente larga que están usándose extensivamente porque combinan los importantes beneficios tales como la fiabilidad, seguridad, y el bajo costo por tonelada de material transportada.

Transporte de una Variedad de Materiales

El tamaño de materiales que pueden llevarse está limitado por el ancho de la faja. Los materiales pueden ser desde muy finos, polvo químico, a grandes tamaños, mineral, piedra, carbón o leños de madera aterronados. Vea la Figura 1.1. donde materiales estrechamente medidos o friables son llevados con inclinación mínima. Debido a que las fajas de caucho son muy resistentes a la corrosión y abrasión, los costos de mantenimiento son comparativamente menores al manejar materiales muy corrosivos o que son sumamente abrasivos, como la alúmina y los materiales sinterizados.

Materiales que podrían adherirse o pegarse por otros medios son manejados a menudo con éxito en las fajas transportadoras. Incluso los materiales calientes como arena de fundición, coque, materiales sinterizados, y gránulos de mineral de hierro son transportados con éxito.

Amplia gama de capacidades

Las fajas transportadoras actualmente disponibles son capaces de manejar capacidades horarias que exceden cualquier requisito práctico. Vea la Figura 1.2. Aunque también se usan económicamente en plantas para transportar materiales entre unidades del proceso en una gama amplia de proporciones algunas veces tan pequeñas como un chorrillo.

Las fajas transportadoras operan continuamente el tiempo y los días necesarios cuando se requiere, sin pérdida de tiempo, cargar y descargar o vaciar tramos de retorno. El programación del tiempo y despachado son innecesarios porque el material se carga y descarga automáticamente de la faja transportadora. Los costos de

operación difieren poco, sin tener en cuenta los rangos de capacidad. Los costos globales por tonelada disminuyen dramáticamente, sin embargo, cuando el tonelaje anual manejado aumenta. Tales consideraciones económicas son ilustradas después en este capítulo.

Por estas razones, las fajas transportadoras son capaces de manejar toneladas de materiales a granel que serían más costosos y a menudo menos práctico de transportar por otros medios.

Figura 1.1. Transportador de 60 pulgadas llevando grandes trozos de materiales abrasivos en pendiente

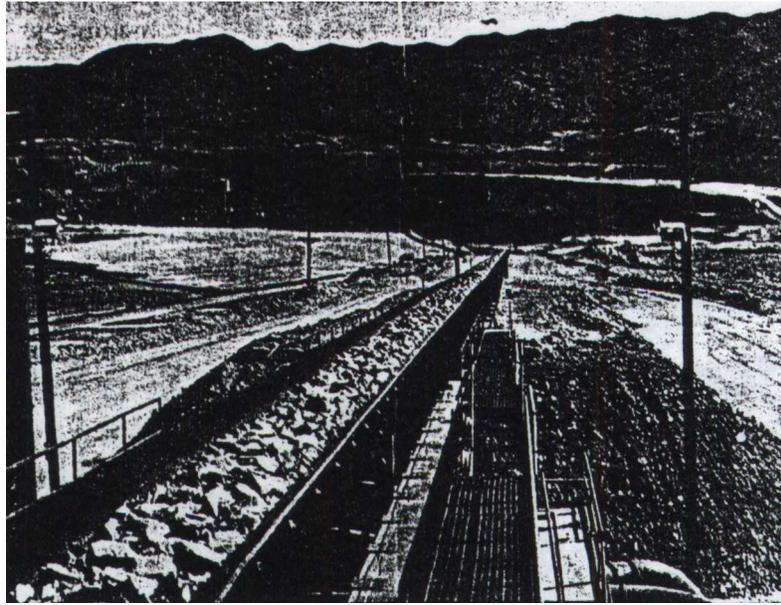
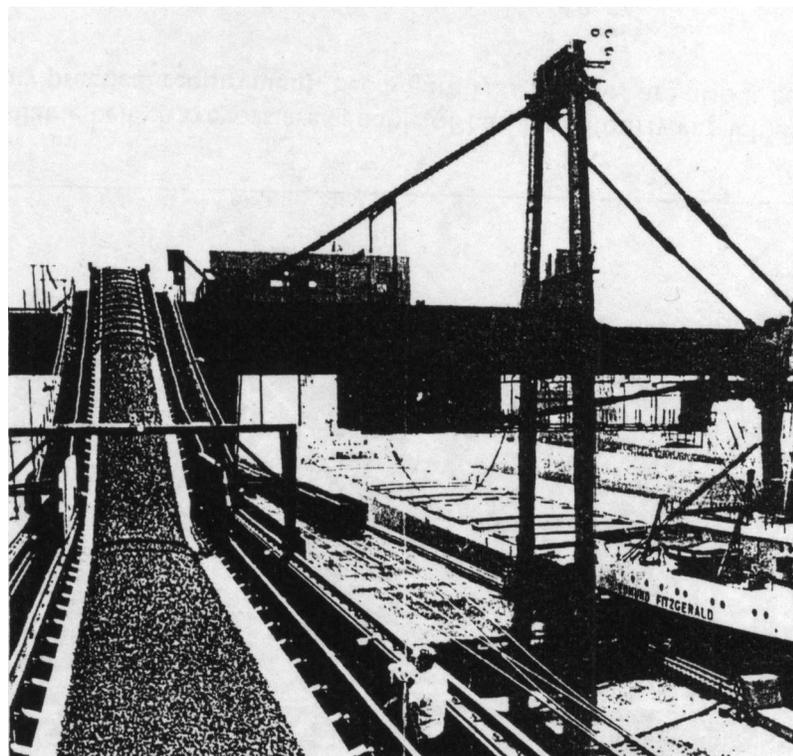


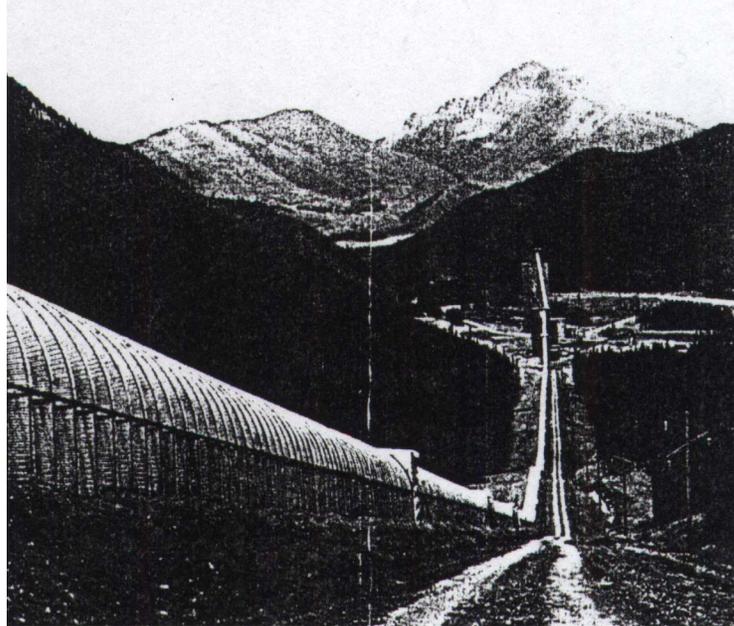
Figura 1-2. Transportador de 96 pulgadas de gran capacidad para facilitar la carga de carbón de piedra.



Adaptabilidad al terreno

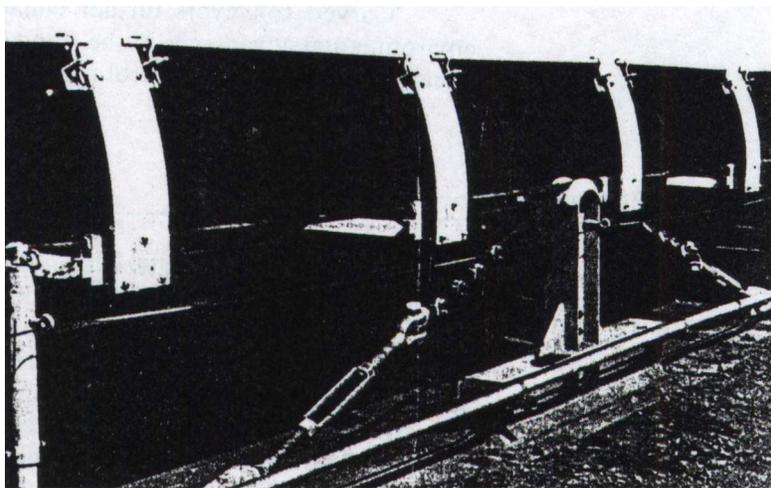
Los sistemas de la faja transportadora proporcionan los medios de transportar los materiales vía la distancia más corta entre los puntos de carga y descarga. Ellos pueden seguir el terreno existente en las inclinaciones de 30 a 35%, comparadas con las de 6 a 8% ,límites efectivos para el transporte de camión. Vea la Figura 1.3. Pueden proporcionarse con estructuras que previenen el escape de polvo a la atmósfera circundante y son protectores del ambiente. Tales estructuras son económicas y son adaptables a requisitos especiales. Vea la Figura 1.4 y 1.5. Las fajas transportadoras proporcionan un flujo continuo de material mientras evitan la confusión, retrasos, y riesgo de seguridad del ferrocarril y el tráfico en las plantas y otras áreas congestionadas.

Figura 1-3. Transportador regenerador bajando carbón de piedra a través de un terreno existente en tramo recto desde la mina.



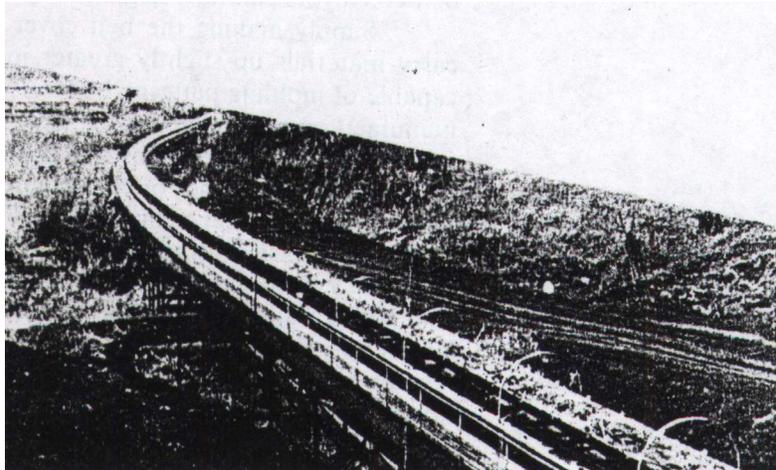
Las rutas de viaje pueden ser bastante flexibles, y la longitud de las rutas pueden extenderse repentinamente, como sea requerido. En algunas operaciones mineras de tajo abierto transportadores de miles de pies de largo tramos son intercambiados lateralmente en la plataforma para seguir el progreso de excavación en la superficie.

Figura 1-4. Cobertura de metal corrugado sobre la faja proporcionando protección contra el clima y el medio ambiente



La tecnología ha avanzado substancialmente en el diseño y aplicación de fajas transportadoras con curvas horizontales. Como la longitud total de un transportador aumenta, hace que probable que se requieran estaciones de transferencia para evitar algún obstáculo en su recorrido lineal recto. Las curvas horizontales eliminan las restricciones del transportador de línea recta y reducen sus costos de instalación y operación (Fig. 1.5.).

Figura 1-5. Transportador en curva horizontal siguiendo el terreno natural.



Los transportadores con curvas horizontales usan fajas transportadoras abarquilladas convencionales y componentes normales. La faja cargada y vacía pasa a través de los tramos de conducción y retorno de la curva horizontal, a falta de equilibrio, mediante una su elevación extra de los rodillos. Las curvas horizontales también pueden combinarse con las verticales convexas y/o cóncavas, para ajustar el transportador a la alineación del contorno más económica.

Los transportadores curvos realzan más la fiabilidad, disponibilidad y ventajas medioambientales de la faja transportadora standard eliminando la infraestructura y requisitos de control de polvo en las estaciones de transferencia.

Angulo de inclinación de transporte

Las características de materiales a granel tales como la densidad, ángulo efectivo de fricción interior, tamaño del trozo y forma, son todos los factores que indican el ángulo de inclinación máximo con el cual, el material puede ser transportado por la faja transportadora standard sin tener que rodar o resbalar sobre la faja. En capítulo 3, la Tabla 3-3 lista los límites de inclinación máximos que los transportadores convencionales pueden tener al llevar los distintos materiales a granel con seguridad. Estos ángulos máximos generalmente van de 10 - 18 grados dependiendo del material a granel. Los recientes desarrollos aumentan este ángulo de inclinación debido al recorrido flexible que las fajas transportadoras standard pueden lograr ahora.

Simplemente, haciendo las cubiertas de faja irregulares se aumentará su capacidad para llevar materiales a inclinaciones ligeramente mayores con la mayoría de fabricantes de modelos de faja con espesores de ¼" a 1-3/8" en la cubierta superior. Los fabricantes de fajas quieren sin embargo, para algunos materiales, que sólo aumente las recomendaciones de inclinación máxima a cinco grados por encima de la cubierta de la faja plana. Los soportes más grandes pueden estar conformadas en caliente o frío unido, o mecánicamente sujetos en la cubierta superior después de la fabricación. Estos grande soportes permiten que el ángulo de transporte aumente aproximadamente 45 grados. La capacidad de transporte disminuye rápidamente con el incremento del ángulo. Los soportes de faja están disponibles en varias medidas, formas y configuraciones, permitiendo a la mayoría de las fajas correr tanto en una posición abarquillada como plana. Las fajas con abrazadera son usualmente restringidas para transportadores cortos donde algunos o ningún rodillo de retorno sea necesario y/o el material no se pega a la superficie o donde la devolución es aceptable.

Para mejorar en el aprovechamiento del soporte, pueden agregarse paredes laterales corrugadas al soporte transversal de la faja para formar los compartimentos rectangulares completos. Estas paredes laterales y la

estructura rígida transversal de la faja permiten que corra en forma llana sin rodillos abarquillados. Las paredes laterales también aumentan la capacidad de transporte de carga en comparación con los diseños de soporte sólo y permiten llevar la carga a ángulos mayores de 90 grados.

Una familia de transportadores conocida como "cañería" o transportadores de "tubo", fajas con "pliegue", y fajas "suspendidas" que encierran totalmente el material con la faja aumentando el ángulo permisible de inclinación. En cada caso, el área interior de la faja encerrada se fija, y por consiguiente es capaz de transportar el material a inclinaciones mayores sólo si el área interior está completamente ocupada con el material. Con ángulos empinados, estos transportadores son incapaces de descargar completamente el extremo de la carga sin que ningún material adicional ascendente lo "empuje" hacia arriba.

Otra familia que usa el principio de faja intercalada totalmente encierra al material y aplica una presión para asegurarla. Esto asegura que ni resbale ni se deslice, incluso al transportarla verticalmente. Los sistemas están disponibles para que sólo usen fajas transportadoras y componentes standard, por consiguiente, tienen una alta disponibilidad y bajo mantenimiento. Estos sistemas permiten que la faja tenga alta velocidad lo que ocasiona altas capacidades.

Consulte con los respectivos miembros fabricantes de CEMA de fajas transportadoras a cerca del ángulo de inclinación para más información y aplicaciones específicas.

Carga, Descarga, y Capacidades de Almacenamiento

Las fajas transportadoras son muy flexibles en sus capacidades para recibir material de uno o más lugares y para entregarlo a puntos o áreas, requeridas por las rutas de flujo de planta. Pueden proporcionar la arteria de transporte principal mientras la faja se carga en varios puntos (Figura 1.6) o en cualquier lugar a lo largo de su longitud por equipos que proporcionan una alimentación uniforme a la faja (Figura 1.7). Ellos son particularmente útiles en los túneles subterráneos a canchas de almacenamiento, desde los cuales pueden recuperar y, donde sea requerido, mezclar materiales de varios montones (Figura 1.8). El material simplemente puede descargarse encima del extremo de la polea de cabeza de cada transportador (Figura 1.9) o en cualquier parte a lo largo de su longitud por medio de desviadores o volteadores móviles (Figura 1.10).

Figura 1-6. Estaciones múltiples alimentadoras de carga de material a un transportador inclinado en una mina de tajo abierto.

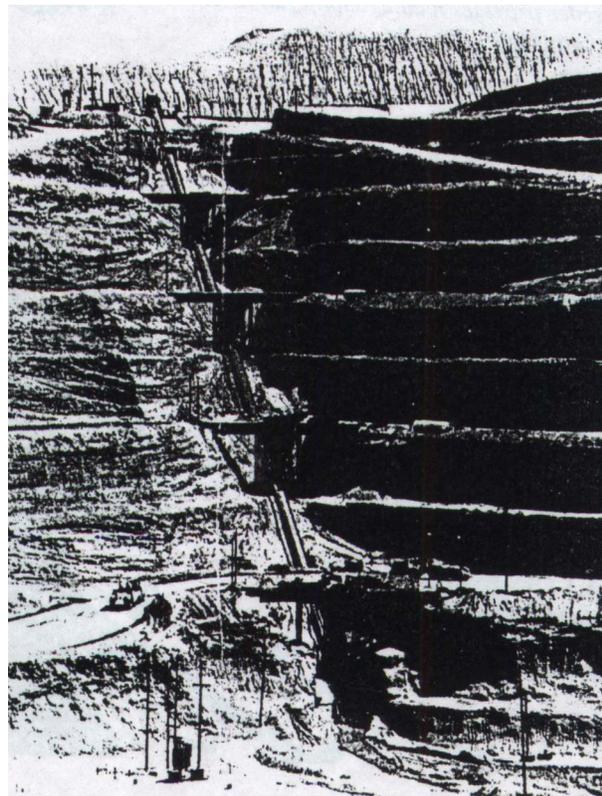


Figura 1-7. Tolya montada sobre carriles con alimentador que permite la carga a lo largo de toda la longitud del transportador.

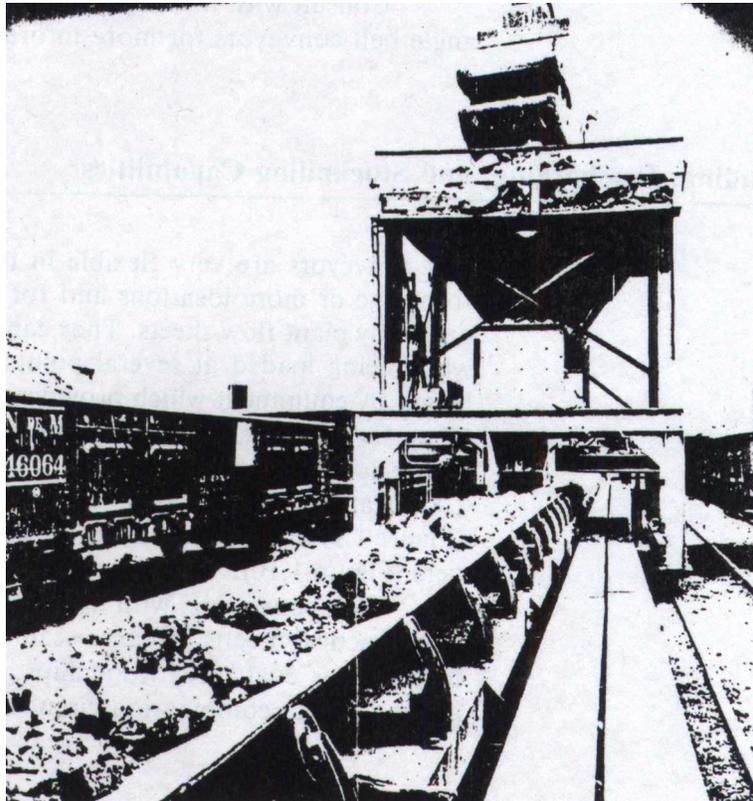
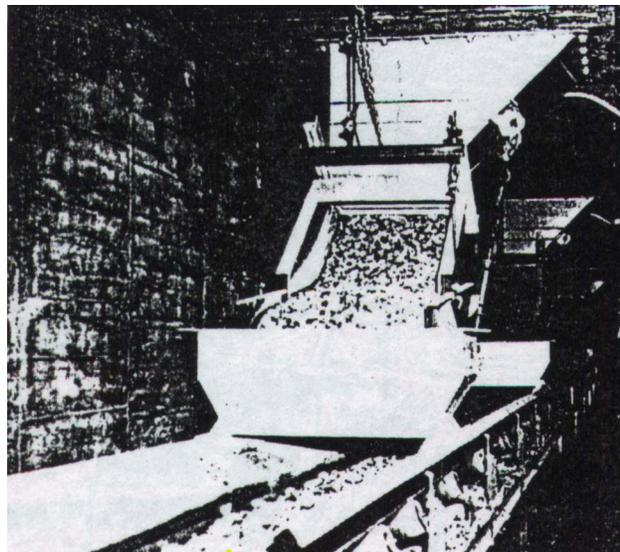
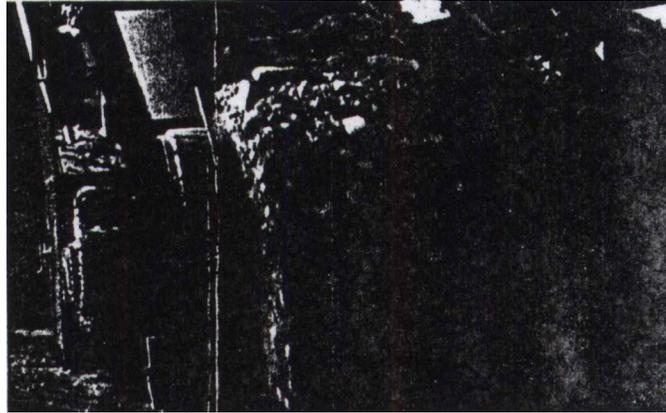


Figura 1-8. Alimentadores múltiples en túneles subterráneos de canchas proporcionando una recuperación y mezclado eficiente.



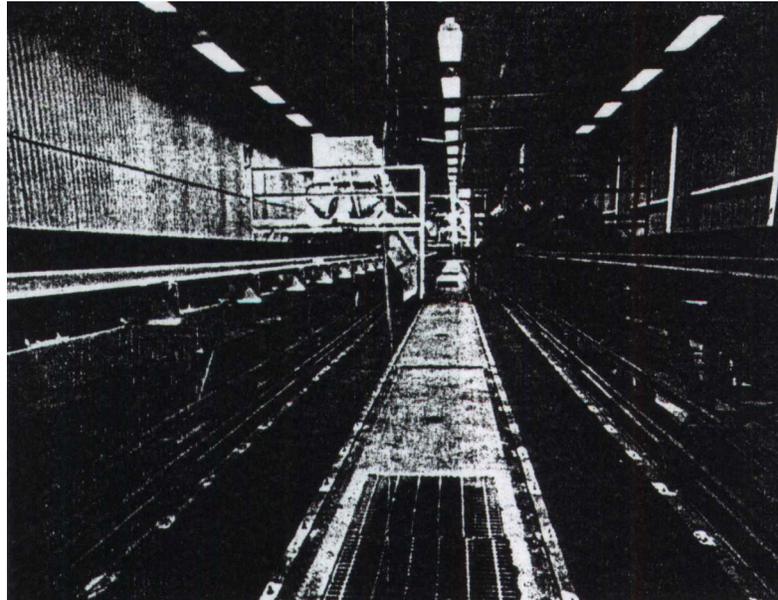
Las fajas transportadoras, con sus apiladoras; y recuperadores, se han vuelto los únicos medios prácticos para el almacenaje a gran escala y la recuperación de materiales a granel como el carbón, mineral, virutas, y gránulos de taconita. Vea Figura 1.11 y 1.12. La combinación apilador-recuperador circular en la Figura 1.12 ilustra la pendiente sobre carriles hasta los terminales de los barcos. Incluso los buques cargueros están provistos con transportadores para llenar y arreglar los espacios de los recipientes en rangos controlados. Vea Figura 1.13.

Figura 1-9. Descarga del material sobre la polea de cabeza de transportador.



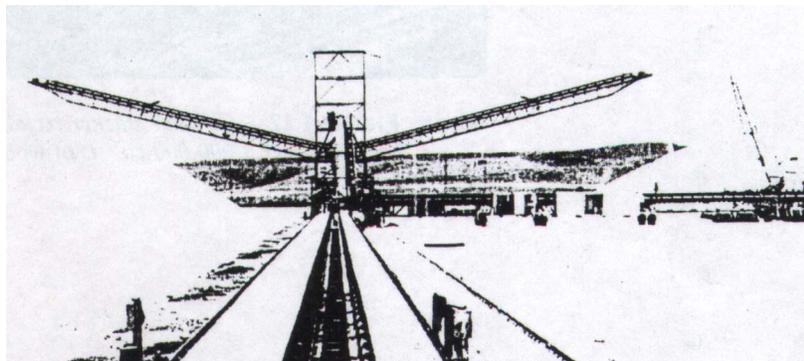
Los barcos de autodescarga y embarcaciones de lago (Figura 1.14) provistas con fajas transportadoras puede descargarse en todos los puertos, incluyendo aquéllos que no tienen equipo de descarga en el muelle (Figura 1.15). Las capacidades de descarga de tales sistemas son normalmente mayores que muchas de las Dragas de descarga de materiales a granel, requiriendo menos tiempo de retorno y costos de trabajo y otras operaciones menores.

Figura 1-10. Volteadores gemelos accionados distribuyendo carbón de piedra en una planta generadora de energía.



En contraste con la alta capacidad antedicha de los sistemas de descarga, ciertos materiales, como la arena de fundición, pueden desviarse de la faja (Figura 1.16) en puntos específicos en cantidades controladas por los requisitos de aplicación.

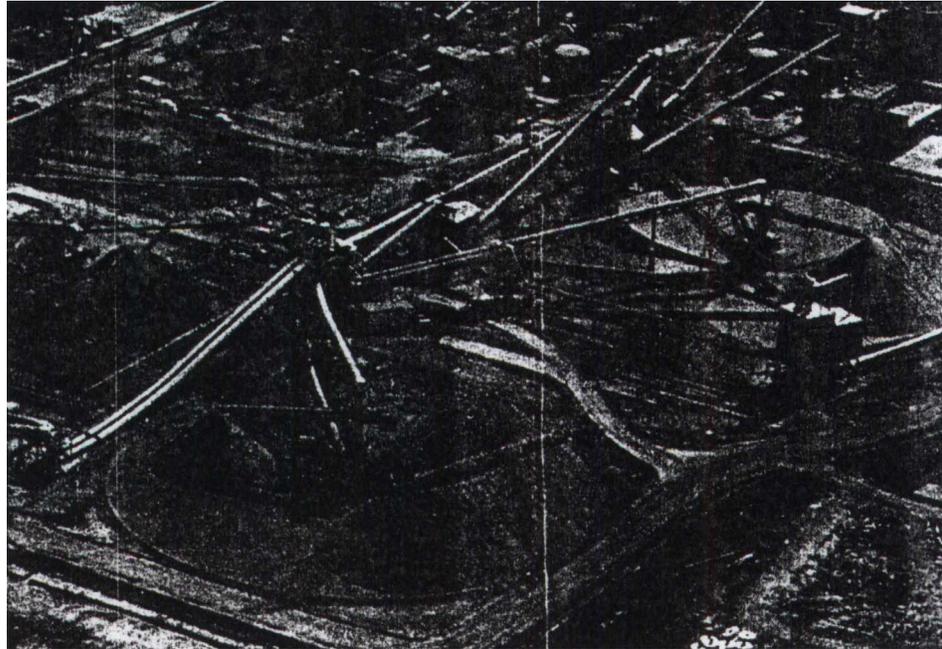
Figura 1-11. Transportador de doble aguilón descargando en canchas de gran capacidad a cada lado del transportador alimentador.



Las Funciones del proceso

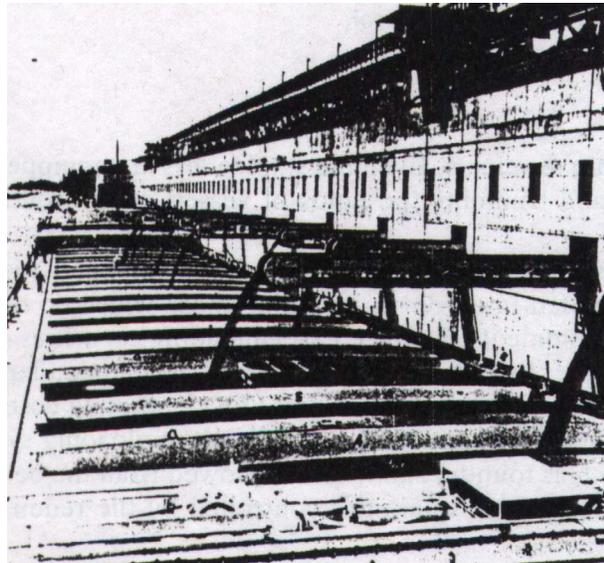
Aunque generalmente se usan las fajas transportadoras para transportar y distribuir los materiales, también se usan con equipo auxiliar para realizar numerosas funciones durante varias etapas del proceso. Un grado alto de mezcla se acompaña en los materiales que descansan en y son recuperadas de canchas de reserva.

*Figura 1-12.
Transportador de
aguilón
recuperador que
acomoda y
recupera de forma
simultánea más de
3 millones de pies
cúbicos de viruta de
madera en una gran
fábrica de papel.*



Las muestras exactas del material llevado pueden obtenerse por dispositivos que atraviesan el flujo del material desde un transportador al siguiente. Pueden eliminarse objetos magnéticos del material (Figura 1.17). Mientras se transportan en el transportador, también pueden pesarse con precisión y en forma continua además de ordenarse, escogerse, o rociarse (Figura 1.18 y 1.19). En muchos casos, tales operaciones no se realizan de la forma más eficaz estando en contacto con las fajas transportadoras, pero son los únicos medios prácticos.

Figura 1-13. Transportadores de faja cortos reversibles que cargan y recortan gránulos de taconita dentro de un recipiente de material en los Grandes Lagos.



Confiabilidad y Disponibilidad

La confiabilidad de las fajas transportadoras ha sido probada durante décadas y en prácticamente cada industria. Ellas operan con una confiabilidad absoluta, muchos que sirven a unidades de proceso vitales cuyo éxito depende del funcionamiento continuo, como el manejo del carbón en las plantas de energía, y transportando la materia prima a granel en las siderúrgicas, cementeras, fabricas de papel, y a y desde las embarcaciones en puertos dónde el tiempo de retraso es muy costoso.

Figura 1-14. Barco de autodescarga con transportador de 78 pulgadas desalojando gránulos de mineral de hierro de 10000 TPH.

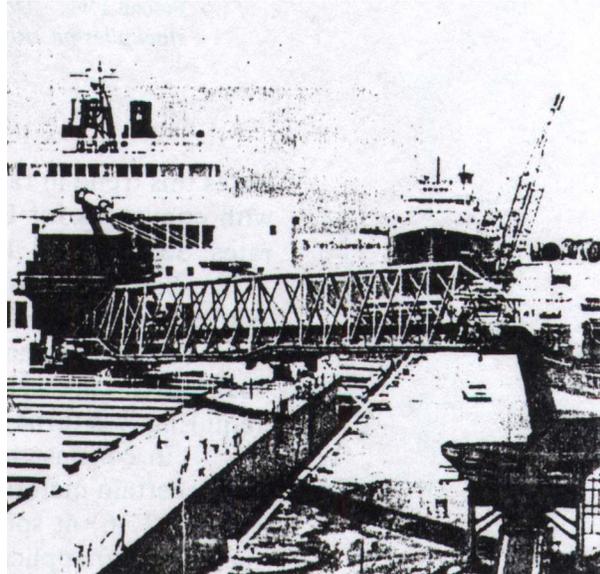
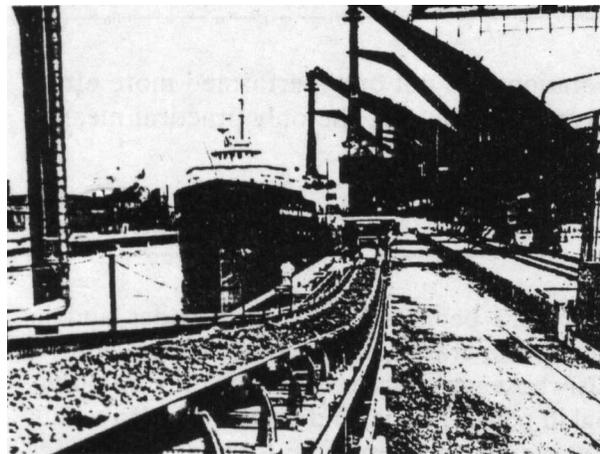


Figura 1-15. Barcos descargadores montados sobre carriles que alimentan un sistema transportador de 60 pulgadas en una fábrica de acero.



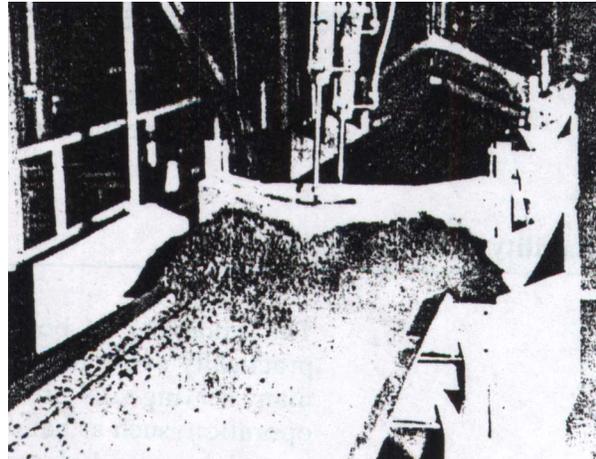
Las fajas transportadoras se operan al toque de un botón (Figura 1.20), en cualquier momento del día o de la semana. Cuando se requiera, pueden y a menudo operan continuamente, turno tras turno. Pueden alojarse para que ambos, los transportadores y el material transportado, sean protegidos de elementos que impidan el movimiento de camiones y otros medios de transporte.

Ventajas Ecológicas

Las fajas transportadoras son ecológicamente más aceptadas que otros medios de transporte de materiales a granel; no contaminan el aire, ni ensordecen. Ellos operan silenciosamente, a menudo en sus propios ambientes que, cuando se desea, puede localizarse en situaciones de confusión y que comprometen la

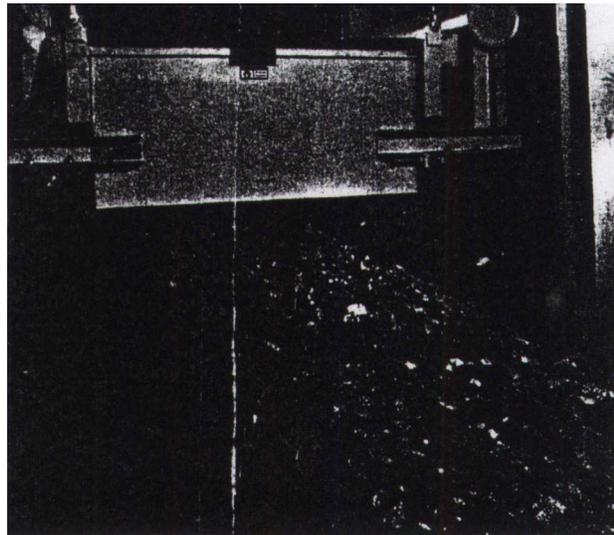
seguridad, en superficies de tráfico o en pequeños túneles fuera del alcance de la vista y el oído. Vea Figura 1.21. Además, no contaminan el aire con polvo o hidrocarburos. En las transferencias, el polvo puede contenerse dentro de los chutes de transferencia o recolectado con el equipo conveniente, si fuera necesario. Finalmente, los sistemas de faja por encima del nivel del suelo pueden diseñarse para adaptarse en el paisaje, produciendo una operación tranquila, silenciosa y libre de polución. Vea Figura 1.22.

Figura 1-16. Desviador tipo "V" que deriva arena de fundición de un transportador de faja plana.



Las cubiertas tubulares (Fig. 1.23.) se están convirtiendo en muy populares debido a sus capacidades de tramos largos, rasgos ecológicos, estética y la capacidad de comprarse ensambladas con componentes para reducir los costos de construcción en el campo.

Figura 1-17. Separador magnético de faja transversal a los dispositivos de autolimpieza.

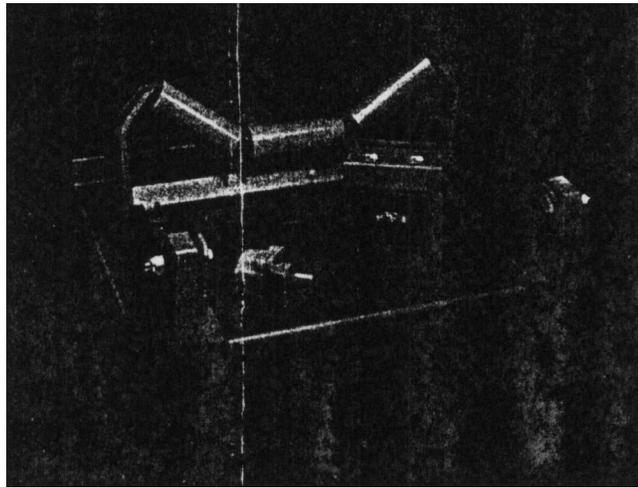


Seguridad

Las fajas transportadoras operan con un grado sumamente alto de seguridad. Se requiere poco personal para el funcionamiento y ellos se exponen a menores riesgos que con otros medios de transporte. El material esta contenido en la faja y el personal no se pone en peligro por la caída de trozos o el funcionamiento defectuoso de vehículos de transporte grandes y pesados. Tales vehículos también involucran la obligación pública, si ellos operan en carreteras o en otras áreas accesibles al público. También, los transportadores ofrecen menos riesgos al personal descuidado que es inherente en otros medios de transporte de materiales a granel. Puede

protegerse el propio equipo transportador de la carga excesiva y funcionamiento defectuoso mediante la construcción con dispositivos de seguridad eléctricos y mecánicos.

Figura 1-18. Báscula de faja con variación exacta de grados que permite un proceso de control e inventario.



Menores Costos de Trabajo

Las horas hombre por la tonelada requerida para operar el sistema de fajas transportadoras normalmente son mas que cualquier otro método de transporte de materiales a granel. Como otros dispositivos de poco trabajo, con operaciones altamente automatizadas, las fajas transportadoras tienen bajos costos de operación y proporcionan un mayor retorno de la inversión que los métodos competitivos. La mayoría de las funciones del sistema puede supervisarse por un tablero de mando central o controlado por computadora, mientras dejando un número mínimo de operarios para inspeccionar el equipo y las condiciones de reporte que pueden requerir atención por la sección de mantenimiento.

El tiempo requerido por el personal de mantenimiento también es mínimo. Como se anota debajo con respecto a los costos de mantenimiento, las reparaciones y reemplazos de las partes relativamente pequeñas, se pueden hacer rápidamente en el sitio. Muchas fajas, incluso pueden reemplazarse en uno turno y algunas fajas han llevado valores por encima de las 100,000,000 toneladas antes de ser reemplazadas. Después en este capítulo se ilustran varios ejemplos de sistemas de faja transportadora de grandes distancias en el efecto de los menores costos de trabajo.

Menores Costos de Potencia

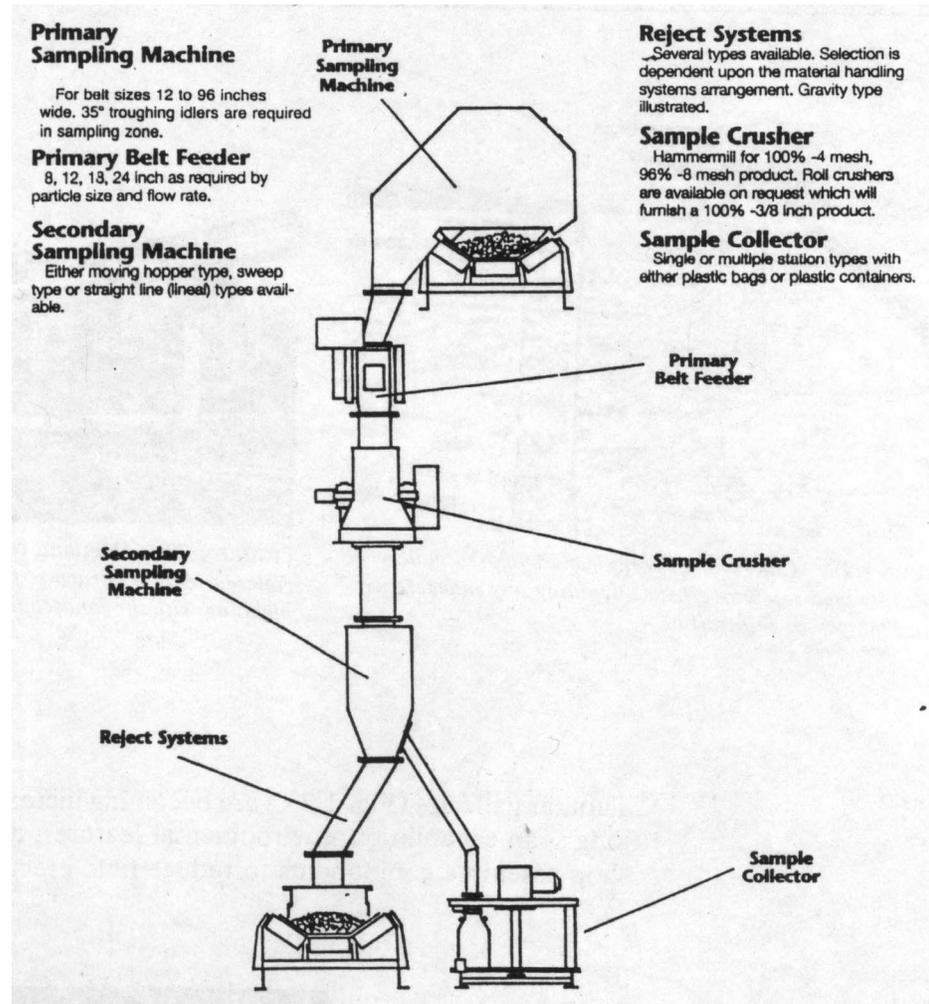
El creciente costo de la energía enfatiza la importancia de la potencia y su relación con el costo por tonelada en el transporte de los materiales a granel. Debido a que las fajas transportadoras funcionan gracias a la energía eléctrica, son menos afectadas por el precio, la escasez, y otras limitaciones del combustible líquido. Además, sólo consumen energía cuando están en funcionamiento. No hay necesidad en los tramos vacíos de retorno o alinear los rodillos para la siguiente carga. En los sistemas de gran longitud los tramos en declive ayudan a menudo a propulsar los tramos inclinados u horizontales. Algunos sistemas transportadores son completamente regeneradores. Vea la Figura 1.3. El costo de la energía para los sistemas transportadores de faja siempre ha contribuido a disminuir sus costos de operación, y esta ventaja se ha incrementado substancialmente con el aumento en el costo de los combustibles líquidos.

Menores Costos de Mantenimiento

Los costos de mantenimiento para las fajas transportadoras son sumamente bajos comparados con la mayoría medios de transporte de materiales a granel. Las vías de apoyo extensas, tales como las que normalmente se

asocian con el transporte en camión, no se requieren. Las partes componentes se guardan y tienen una vida útil mayor en comparación con las de los vehículos motrices. Normalmente, necesitan sólo inspecciones y lubricación programadas. Cualquiera reparación o reemplazo puede realizarse anticipadamente y evitar tiempos fuera de servicio no programados. Las partes son pequeñas y accesibles para que los reemplazos puedan realizarse rápidamente en el sitio y con el equipo de servicio mínimo. También, pueden tenerse inventarios adecuados de partes de repuesto a un costo bajo y requerir un espacio relativamente pequeño para el almacenamiento.

Figura 1-19. Sistemas de muestreo de varias etapas se usan tanto en configuraciones de faja en línea como cruzada para dar la información del proceso deseado.



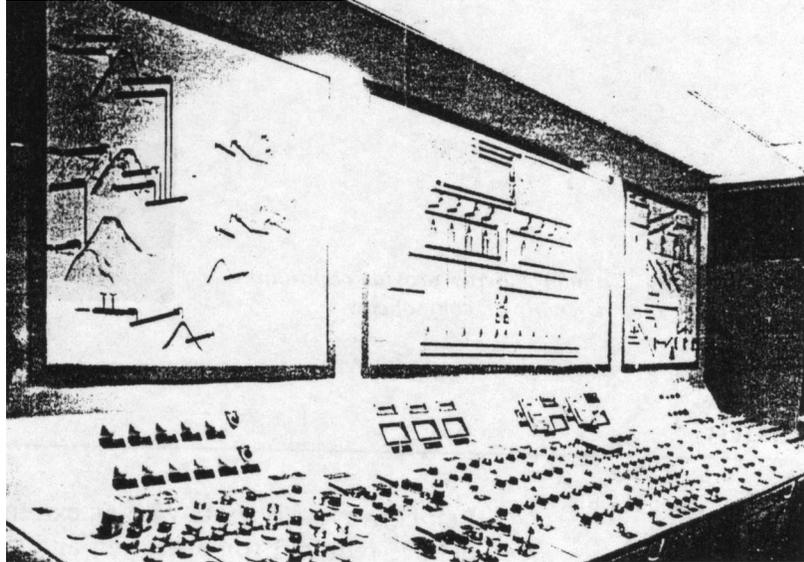
Transporte a Larga Distancia

Los beneficios económicos de los bajos costos de operación de trabajo y de energía, así como algunas de las otras ventajas descritas arriba, han llevado a una extensa adopción los sistemas de fajas transportadoras como medios de transporte de materiales a granel para grandes distancias. Estos sistemas no sólo fueron las mejores inversiones en el momento de su instalación, sino que los recientes dramáticos aumentos en los costos de trabajo y en el combustible líquido han reforzado grandemente su valor actual.

Transportadores de Potencia y Tensiones Altas

Muchos métodos de diseño y soluciones técnicas están fuera del alcance de este manual. El criterio de diseño CEMA en este manual es algo conservador y está basado en muchos ensayos del campo sobre una amplia gama de condiciones de operación para los transportadores de tamaño promedio.

Figura 1-20. Operador que controla todo el sistema transportador desde un centro de control con paneles de visualización gráfica y consola de botones para presionar.

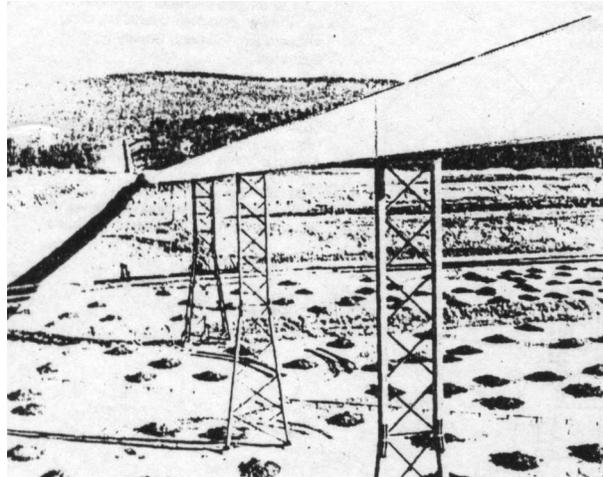


A menudo se requirieron avanzados métodos técnicos para los transportadores de alta potencia y tensión que tienen algunas de las condiciones siguientes:

- Longitud por encima de 3,000 pies
- Curvas Horizontales
- Poleas de cabeza y cola
- Gran altura
- Gran declive con requerimientos de frenado
- Geometría Ondulante

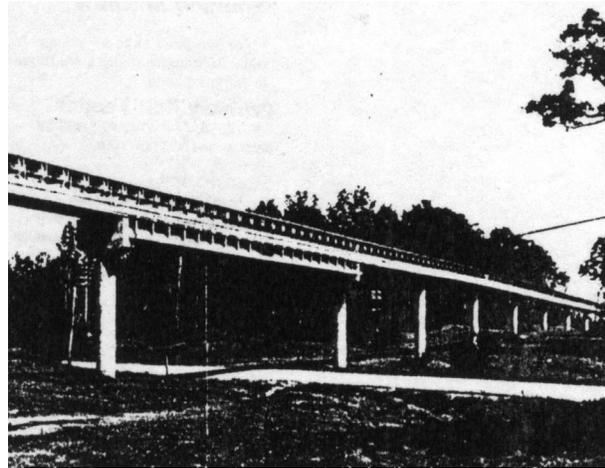
El análisis dinámico y los diseños por computadora, se usan a menudo para evaluar la acción y el mando dinámico para Sistemas de Transportadores de gran extensión, gran altura, y alta potencia.

Figura 1-21. Transportador totalmente protegido con una cubierta que conduce su carga en elevación de forma segura, superando cualquier interferencia de tráfico de autopista o de vía férrea.



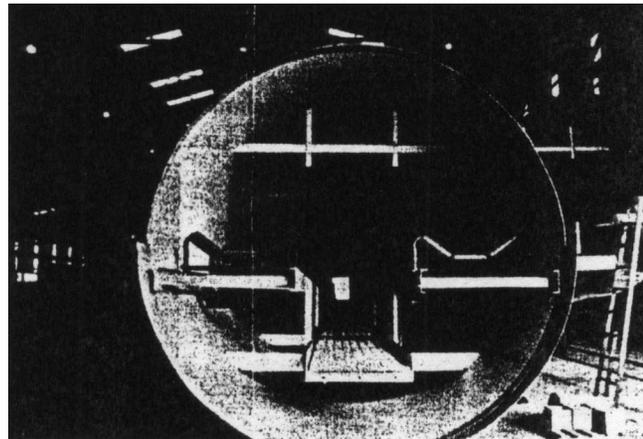
Se recomienda contactar con los miembros de CEMA u otros, cuando coinciden transportadores de esta naturaleza.

Figura 1-22. Sistema transportador en elevación soportado por una estructura de concreto que le proporciona una apariencia agradable en combinación con el paisaje.



Un excelente ejemplo del uso de métodos de contabilidad sofisticados para una decisión de inversión se presentó por F. W. Schweitzer and L. G. Dykers. Se basa en las estimaciones de costo apropiadas para un caso específico de condiciones de operación y desarrolla comparaciones en valores actuales, flujos de efectivo anticipado en la inversión, y valores del desarrollo de las ganancias; para un periodo de 10 años.

Figura 1-23. Cubierta tubular que brinda la oportunidad de optimizar el ensamble de los componentes.



Para el lector que desea comparar un problema del acarreo particular con este ejemplo, nosotros incluimos el material tabulado y una breve discusión de un método común de contabilidad para este propósito. Las cantidades dadas en dólares se incluyen de forma simple en tablas para esclarecer el procedimiento e ilustrar los efectos de la inflación y la depreciación. No se aplican a condiciones específicas, como tampoco están propuestos para una comparación exacta entre dos métodos del transporte.

Para hacer una verdadera comparación de costos entre dos o más sistemas del transporte, todos los costos referidos a cada sistema debe ser considerados, incluyendo medios auxiliares requeridos para cada sistema. Por ejemplo, pueden requerirse medios trituradores para reducir el tamaño de trozo para el manejo en el transportador de faja, no necesarios para el transporte por remolcador. Recíprocamente, un almacén muy grande con extenso equipo especial se requeriría para una flota de camiones, mientras que para proveer los pequeños componentes de una faja transportadora se necesita solamente equipo relativamente barato. También, debe considerarse el efecto de la inflación y de las inversiones adicionales para los recursos y equipo adicional o de reemplazo.

Costos Propios y de Operación

Las Tablas 1-1 y 1-2 presentan métodos recomendados para determinar el capital de inversión y los costos anuales propios y de operación para el remolcador y la faja transportadora. Estas tablas muestran los factores más importantes que contribuyen a los costos de cada uno de los dos sistemas. Sin embargo, para una comparación real, los factores se incrementarán o reducirán para adecuarse al proyecto en particular. El propósito de esta discusión es señalar otros artículos que deben ser considerados, diferentes a los costos actuales del remolcador y del transportador, al efectuar una comparación válida.

Tabla 1-1
Costos de Propiedad y de Operación-Transportador de Faja

	Gastos Anuales en dólares actuales									
	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	N
Capital de Inversión										
Arreglos de Carga										
Equipo y Estructura del Transportador										
Faja										
Levantamiento del Equipo y de la Estructura										
Cimientos										
Equipo e Instalación Eléctrica										
Preparación del Terreno										
Construcción de Vías de Acceso										
Alumbrado										
Equipo y Taller de Reparación										
Almacén de Partes de Reparación										
Arreglo de Descarga										
Equipo de Mantenimiento para la Vía de Acceso, movimiento del transportador, Limpieza. Etc.										
Costos propios anuales										
Depreciación										
Interés, Impuestos, Seguros										
Costos de operación anuales										
Energía										
Mantenimiento y Reparación de la Instalación del Transportador (trabajo e insumos)										
Mantenimiento del recorrido										
Mantenimiento y Reparación de Equipo Auxiliares										
Trabajo										
Costo Total										

Para considerar los valores de la inflación y de las inversiones adicionales, el formato permite las entradas anuales sobre la vida del proyecto y, por consiguiente, da los costos anuales. Estos valores anuales son importantes en el análisis de los valores actuales, método descrito más adelante, en este capítulo.

Como se mencionó antes, una de las consideraciones en la decisión de inversión es el costo propios y operación por tonelada. El costo anual propio y de operación se determina para cada año durante la vida del proyecto. El costo por tonelada, es entonces determinado, dividiendo el costo propio y de operación por el tonelaje que se espera transportar durante ese año. Es importante notar que las horas anuales de operación tienen un efecto significativo en los resultados del análisis de costos, partiendo de que la frecuencia de reemplazo y la depreciación anual son afectadas directamente.

Tabla 1-2
Costos de Propiedad y de Operación - Remolcador

	Gastos Anuales en dólares actuales									
	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	N
Capital de Inversión										
Neumáticos Inferiores del Remolcador										
Construcción de la Vía de Recorrido }										
Equipo de Mantenimiento de la Vía de Recorrido										
Alumbrado										
Almacén y Equipo de Reparación										
Edificio del Almacén de Partes de Reparación										
Arreglo de carga										
Arreglo de descarga										
Técnica										
Costos propios anuales										
Depreciación										
Interés, impuestos, y seguros										
Costos de operación anuales										
Mantenimiento del recorrido										
Mantenimiento y reparación de los remolcadores										
Neumáticos										
Combustible, aceite y grasa										
Trabajo										
Operadores										
Mecánicos										
(usualmente incluidos en la reparación del remolcador)										
Energía para alumbrado										
Costo total										

Aunque el análisis de los costos propios y de operación indican una ventaja de un sistema sobre otro, el programa más económico puede requerir una inversión inicial que puede ser mayor a la del programa alternativo. El valor de esta inversión puede ser el factor determinante en la decisión de la inversión. El ejemplo siguiente ilustra un método común de la evaluación de este valor.

Valor Actual: Valor de Retorno Requerido

Las Tablas 1-3, 1-4, y 1-5 muestran el procedimiento para obtener el valor actual de una inversión. Los valores de costo usados en las Tablas 1-3 y 1-4 son cantidades arbitrarias y no representan valores comparativos para un transporte por remolcador o transportador específico. Para simplificar el ejemplo, el interés del crédito del monto de la inversión y otras consideraciones del interés (principalmente la depreciación), que serían aconsejable en un análisis real, se han ignorado. El ejemplo asume 5% de inflación anual.

Las Tablas 1-3 y 1-4 muestran cómo los gastos anuales son determinados para cada sistema. El valor actual de un sistema es el valor de una inversión (hecha ahora a un valor de retorno requerido por el inversionista) que producirá los costos propios y de operación anuales, durante la vida del proyecto, de cada sistema. Como cada sistema realiza la misma función, el sistema que representa la menor inversión, será más atractivo al inversionista.

La Tabla 1-5 muestra el resultado, usando 20% como el valor de retorno requerido. En este ejemplo, el sistema transportador requiere una inversión de \$4,599,000 y el sistema remolcado, una de \$6,222,000. Como el valor actual del sistema transportador es menor al del sistema remolcador, se considera que el transportador es la

inversión más atractiva. De hecho, se pudo justificar un gasto de capital adicional de \$1,623,000 (\$6,222,000 menos \$4,599,000).

Tabla 1-3
Flujo de caja – Sistema transportador

En miles de dólares										
Año										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capital de inversión										
Sistema de transportador	1,900									
Sistema de carga	260					330*				
Faja	700					890*				
(Taller de reparación y almacén de partes incluidas como costos de operación)										
Vía de acceso	50									
Costos de operación										
Intereses y gastos	116	101	85	70	54	88	70	53	35	18
Energía										
Mantenimiento y reparación	287	301	316	332	349	366	385	404	424	445
Trabajo										
Mantenimiento de la vía de acceso	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5
Flujo de caja total	3,316	405	404	405						

*Para el propósito de este ejemplo, estos artículos se reemplazan al final del año 5. Expectativas en horas de Operación y de Vida determinan el ingreso adecuado.

Los Transportadores de faja han sido por mucho tiempo la primera opción para proporcionar el transporte interno de materiales a granel en cada industria en la que deben manejarse tales materiales. A menudo, las fajas son los únicos medios prácticos para este propósito. Repasando sus usos y ventajas bajo las diversas condiciones descritas anticipadamente, el lector tendrá un buen conocimiento de las posibilidades para la aplicación en sus operaciones.

Tabla 1-4
Flujo de caja – Sistema de remolque

En miles de dólares										
Año										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capital de inversión										
Remolcado	1,400					1787*				
Taller de reparación y almacén de partes.	50									
Recorrido	100									
Sistema de Carga	460					588*				
Costos de Operación										
Interés y Gastos	80	65	49	34	18	98	78	59	39	20
Mantenimiento de los Remolcadores										
Mantenimiento de los Cargadores										
Trabajo	704	739	776	815	856	899	944	991	1,040	1,092
Combustible										
Neumáticos										
Mantenimiento del Recorrido	10	10	11	12	12	13	13	14	15	15
Flujo de Caja Total	2,804	814	836	861	886	3,385	1,035	1,064	1,094	1,127

*Para el propósito de este ejemplo, estos artículos se reemplazan al final del año 5. Expectativas en Horas de Operación y de Vida determinan el ingreso adecuado.

En años recientes los transportadores de faja han ganado la mayor aceptación como medio de transporte de los materiales a granel en distancias relativamente grandes, debido a sus menores costos globales por tonelada y otros beneficios importantes. Este transporte de grandes distancias ha sido tradicionalmente cubiertas la operación de remolcadores o sobre carriles.

Tabla 1-5
Valor de los costos anuales descontados en 20%
En miles de dólares

Año	Sistema de faja			Sistema de faja		
	Flujo de caja	Factor	Valor actual	Flujo de caja	Factor	Valor actual
1	\$3,316	0.833	\$2,762	\$2,804	0.833	\$2,336
2	405	0.694	281	814	0.694	565
3	404	0.579	234	836	0.579	484
4	405	0.482	195	861	0.482	415
5	407	0.402	164	886	0.402	356
6	1,678	0.335	562	3,385	0.335	1,134
7	459	0.279	128	1,035	0.279	289
8	461	0.233	107	1,064	0.233	248
9	463	0.194	90	1,094	0.194	212
10	468	0.162	76	1,127	0.162	183
Total			\$4,599			\$6,222
Diferencia en valor actual = 6,222,000 – 4,599,000 = \$1,623,000						

RESUMEN

Este libro es una publicación CEMA para proporcionar al lector la información necesaria para hacer una evaluación técnica y económica de las fajas transportadoras, como una posible solución de problemas de manejo de materiales a granel. Los miembros de CEMA estarán gustosos en ayudar al lector en el suministro de datos adicionales, estimaciones, y propuestas.