

# Industrias I

---

72.02 / 92.02

Transporte de Sólidos

(V. 1/2015)

## 5 Transporte de sólidos

5.1	Introducción .....	3
5.2	Transporte externo .....	4
5.3	Transporte Interno .....	5
5.4	Organización Del Transporte Interno .....	7
5.5	Utilización Del Esfuerzo Humano .....	8
5.6	Maquinas De Transporte .....	9
5.7	Maquinas motrices portátiles .....	10
5.7.1	Carretillas .....	10
5.7.2	Tractor con Remolques .....	10
5.7.3	Palas Mecánicas .....	11
5.7.4	Grúas Puente.....	11
5.7.5	Transportadores por Gravedad .....	13
5.7.6	Planos Inclínados.....	13
5.7.7	Canaletas Vibratorias .....	13
5.8	Transportadores Mecánicos .....	13
5.8.1	Transportado de Tornillo (de Rosca o Sin Fin).....	13
5.8.2	Transportador de Rasquetas (o Paletas) .....	14
5.8.3	Transportador Redler.....	16
5.8.4	Cinta Transportadora .....	17
5.8.5	Elevador de Cangilones.....	20
5.9	Bibliografía .....	22

## 5 TRANSPORTE DE SÓLIDOS

### 5.1 INTRODUCCIÓN

La selección de los equipos de transporte se realiza una vez que se ha definido el proyecto. Para ello se debe tener en cuenta el plan minero a ejecutar, que consiste en una evaluación técnica y económica completa.

Los aspectos más relevantes para la realización de una correcta selección de equipos de transporte.



El transporte puede clasificarse según el tipo de sustancia a transportar de la siguiente forma:

TRANSPORTE {

- De sólidos
- De líquidos
- De gases

En función del espacio físico donde se desarrolla el mismo se puede clasificar en:

TRANSPORTE {

- Externo
- Interno

En este capítulo se analizará, el transporte interno de sólidos, en los dos siguientes se analizará el de líquidos y el de gases.

## **5.2 TRANSPORTE EXTERNO**

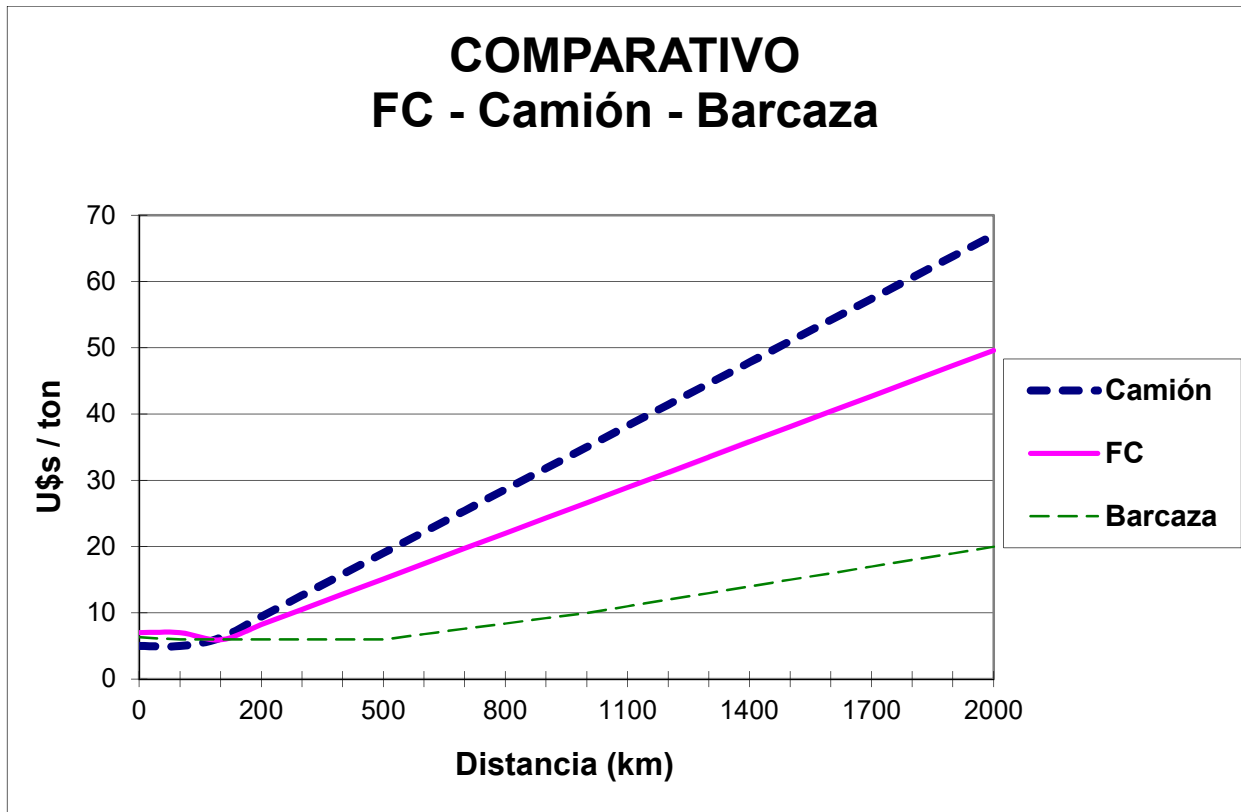
Si bien en este capítulo no se profundizará este tema, resulta necesario señalar que el transporte externo resulta vital para la determinación de la localización de una planta industrial, como consecuencia de un gasto excesivo en el transporte de los insumos o de un alto costo del transporte de los productos hasta los mercados respectivos.

En toda la planta industrial resulta necesario hacer llegar materias primas, combustibles y otros materiales y sacar productos y desechos; por lo que para ello resulta imprescindible elegir el medio de transporte más adecuado.

En general estos transportes son periódicos y no continuos, a excepción del transporte de gases o líquidos por tuberías (que habitualmente se realiza en plantas petroquímicas).

De los medios de transporte existentes, en términos generales se debe señalar que el automotor resulta como el técnico y económicamente más adecuado para realizar transportes de pequeños volúmenes, a cortas y medianas distancias; mientras que el ferroviario y la navegación fluvial o marítima resultan convenientes para la movilización de grandes volúmenes (transportes masivos) a larga y media distancia.

Para tener una idea de la elección del medio más idóneo, en la *Figura N° 1* se reflejan los costos de los distintos medios en función del volumen de cargas a movilizar. No obstante, en cada caso en particular una empresa industrial deberá investigar el medio de transporte a utilizar, en función de las tarifas de cada medio (más los gastos terminales que correspondan), pues frecuente que las mismas no reflejan los reales costos del medio.



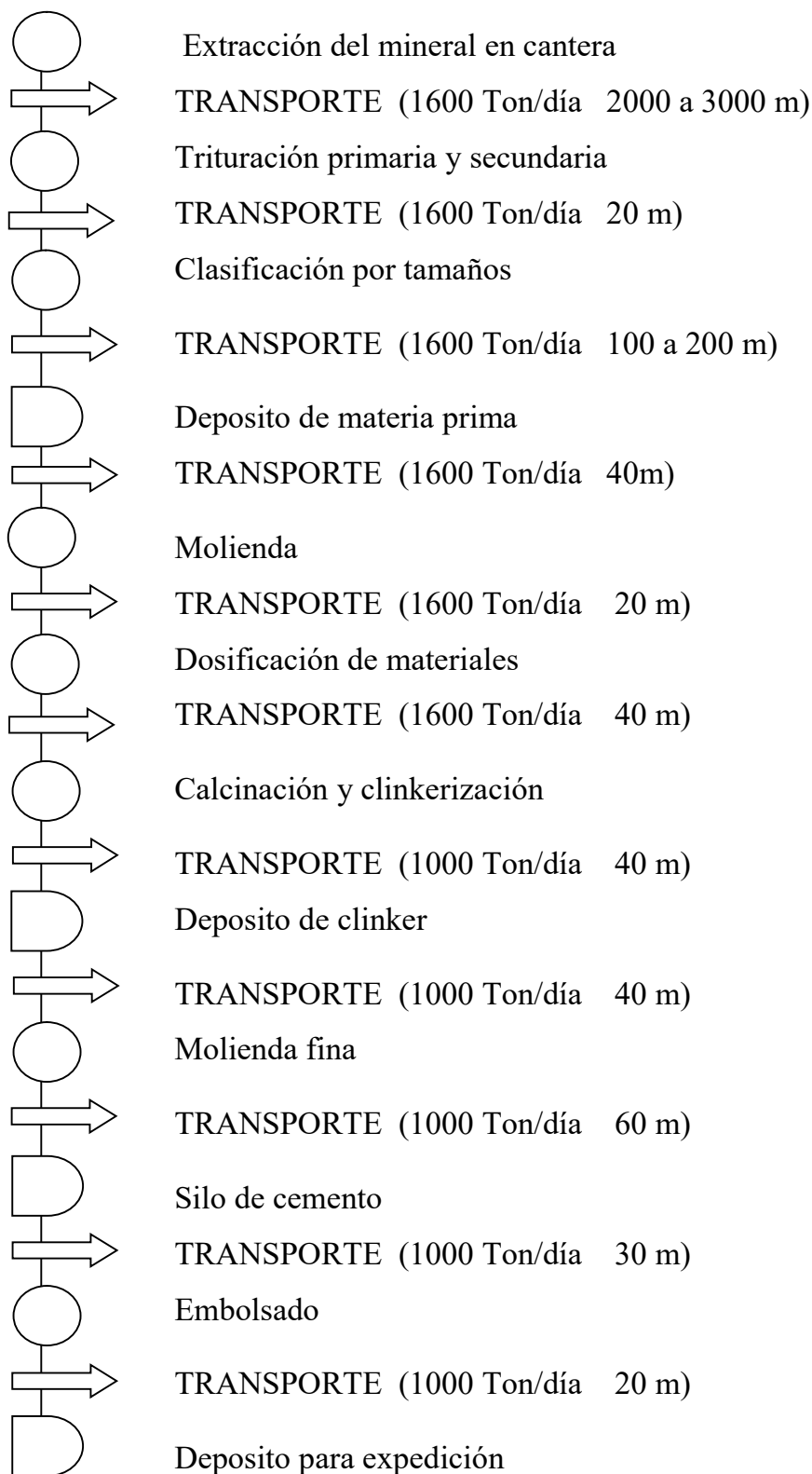
### 5.3 TRANSPORTE INTERNO

El transporte interno de una planta industrial debe ser analizado cuidadosamente, ya que el mismo resulta significativo en el costo final del producto. Algunos autores estiman que puede alcanzar a un valor de hasta el 40 % del costo total del producto fabricado. Naturalmente, en los distintos tipos de plantas industriales, según las características de las mismas y el proceso, el costo del transporte interno resultará más o menos significativo.

Si analizamos el movimiento de los materiales en una industria extractiva, tal como es la fábrica de cemento portland, se puede asegurar que por cada 1000 toneladas/día de producción, se movilizan, aproximadamente, 15000 toneladas/día de diversos materiales.

En la *Figura N° 2* se observa el esquema del proceso de fabricación de Cemento Portland, en el se han simbolizado con flechas los transportes internos realizados de los distintos materiales con las respectivas cantidades y distancias aproximadas de transporte, para una producción de 1000 toneladas/día de Cemento Portland.

### PROCESO DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND



#### 5.4 ORGANIZACIÓN DEL TRANSPORTE INTERNO

Para organizar el transporte interno de una planta industrial es necesario considerar aspectos técnicos y económicos, que serán los determinantes en la elección de equipo de transporte a utilizar.

Los aspectos técnicos son:

- Las características (naturaleza) del material a transportar, tales como tamaño, peso específico, dureza, abrasividad, humedad, temperatura, etc.
- Distancia y dirección del transporte (vertical, horizontal, oblicua)
- Cantidad horaria a transportar
- Forma de almacenamiento de los materiales
- Lugar donde se realiza el transporte (abierto o cerrado)
- Seguridad de operarios (de la planta en general y que atienden el equipo de transporte en particular)
- Forma y lugar de carga y de descarga del equipo de transporte

Los aspectos económicos son:

- La amortización del equipo de transporte (incluyendo su instalación)
- El consumo energético del equipo
- Los gastos de alistamiento y mantenimiento del equipo
- Los gastos de operación del equipo

Una metodología sencilla para analizar el transporte en planta está dada por la formulación de las clásicas preguntas: ¿Por qué? , ¿Qué? , ¿Cuánto? , ¿Dónde? , ¿Cómo? y ¿Quién?.

La pregunta ¿Por qué?, debe hacerse siempre con el objeto de saber si el movimiento es imprescindible, en algunos casos, un cambio de proceso o una renunciación de máquinas puede resultar más conveniente que efectuar el transporte previsto.

Al formularnos la pregunta ¿Qué?, estamos investigando sobre las características del material, tamaño, forma, estado, dureza o fragilidad, etc. situación determinante para elegir el equipo de transporte más adecuado para cada caso. Atiende un aspecto cualitativo del material a transportar.

¿Cuánto?, esta indicando la cantidad a transportar por unidad de tiempo y permitirá optimizar el equipo y dimensión del mismo a seleccionar. Por consiguiente atiende un problema cuantitativo del transporte a realizar.

La pregunta ¿Dónde?, apunta a establecer los lugares de carga y descarga del material y el recorrido a seguir, así también como el lugar en el que se efectuará el transporte.

¿Cómo? se formula con el objeto de establecer la necesidad o no de equipos y en este ultimo caso, la determinación del más adecuado desde el punto de vista técnica y económico.

El ¿Quién? está analizando el (o los) operario(s) requerido(s) para operar el equipo de transporte.

El conjunto de preguntas señalado precedentemente permitirán asegurar una buena elección del sistema de transporte interno en planta.

### **5.5 UTILIZACIÓN DEL ESFUERZO HUMANO**

La utilización del esfuerzo humano para el movimiento de los materiales en planta solo debe hacerse en casos esporádicos o con la ayuda de elementos que faciliten la tarea, pero sólo dentro de ciertos límites de peso del material a transportar y distancia a recorrer. En las industrias extractivas, por tratarse de movimientos de materiales en forma continua y grandes volúmenes, prácticamente no se utiliza dicho esfuerzo para el transporte.

No obstante y sólo a título referencial, se puede señalar que un operario puede efectuar trabajos del orden de 200 kg./min., trabajando con distancias inferiores a los 3 metros y alturas de elevación de hasta 1,5 metros. Por otra parte resulta conveniente que el operario no levante pesos superiores a los 50 kg. .

En caso que el esfuerzo humano sea complementado con el uso de carretillas o carritos se puede extender el movimiento hasta 60 metros y pesos de hasta 500 kg, sobre la superficie horizontal, a velocidad de 2,5 km./hora.

Para levantar pesos, auxiliando el esfuerzo humano, se pueden usar, gatos, tornos y aparejos. los primeros solo se utilizan para alturas pequeñas, no mayores a 05 a un metro mientras que los dos últimos se utilizan para elevar cargas hasta 3 metros de altura y el peso no debería superar los 1000 kg.

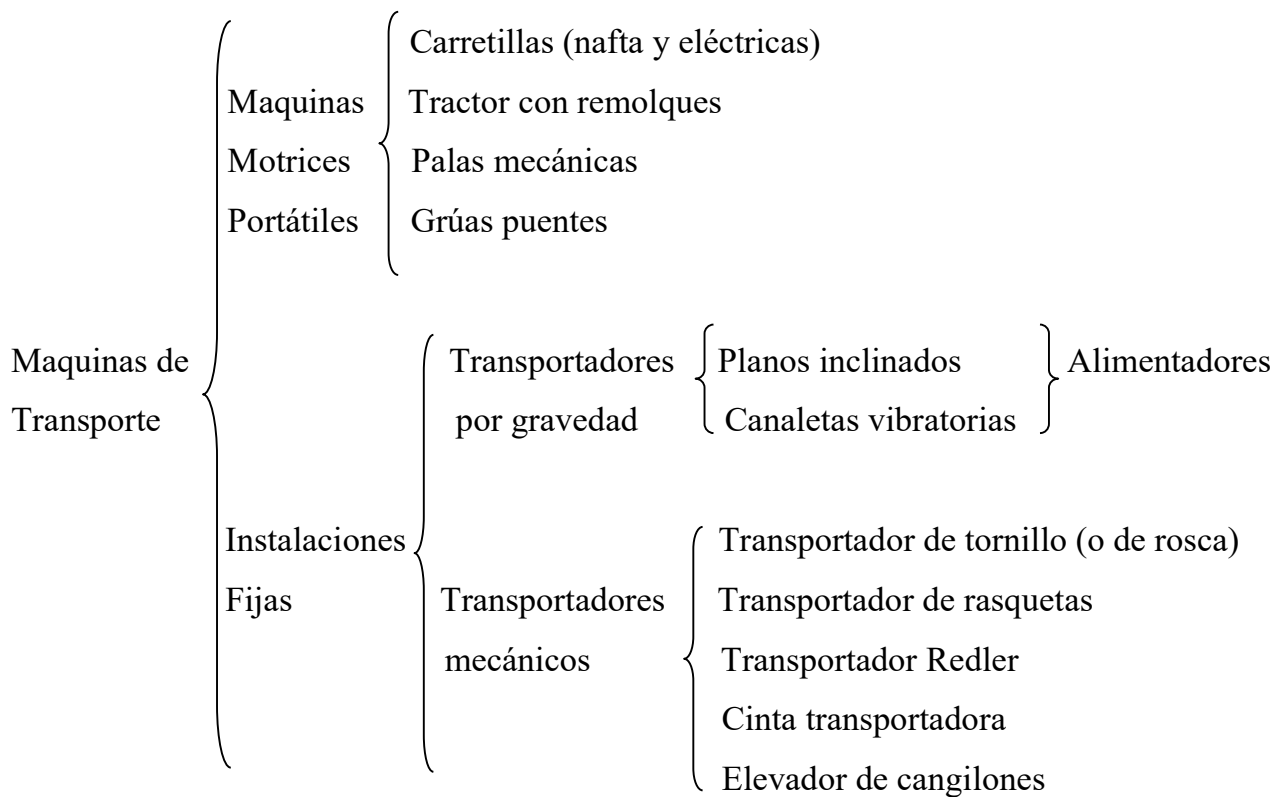


## 5.6 MAQUINAS DE TRANSPORTE

La necesidad de efectuar, en plantas industriales el transporte de grandes volúmenes de materiales, en forma segura y rápida originó la aparición de diversos tipos de máquinas que permiten asegurar el movimiento de los distintos materiales en forma horizontal, vertical y oblicua.

En la actualidad se estima que el número de máquinas de transporte de distintos tipos que se ofrecen en el mercado supera los 500. En este curso se citarán sólo aquellas que se consideran más usuales y se desarrollarán los cálculos correspondientes a las de más importante aplicación en las industrias extractivas.

Las máquinas a considerar las clasificaremos en máquinas motrices portátiles e instalaciones fijas para el transporte de sólidos. Las primeras de ellas son máquinas que se desplazan por la acción de un motor, mientras que las segundas son máquinas en las que el desplazamiento es del material entre puntos determinados



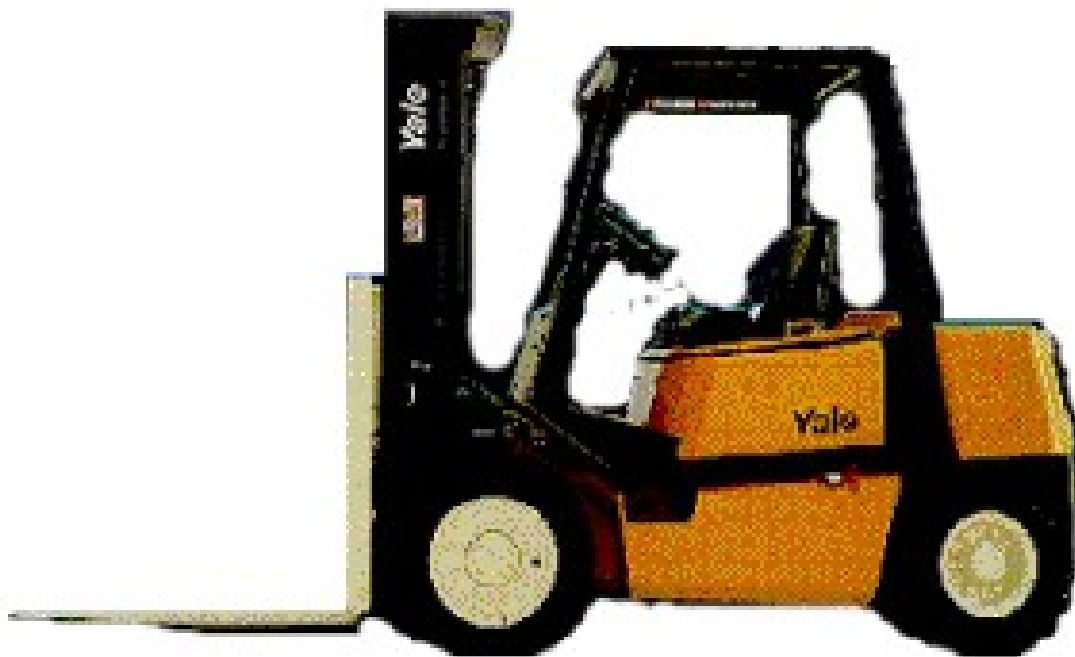
## 5.7 MAQUINAS MOTRICES PORTÁTILES

### 5.7.1 Carretillas

Las carretillas son plataformas con ruedas accionadas por un motor que puede ser eléctrico (con acumuladores) o naftero. En horizontal pueden transportar hasta 2 toneladas de carga a velocidades de hasta 10 km./hora para las eléctricas y de hasta 25 km./hora para las nafteras.

En algunos casos cuentan con una plataforma elevable, dando lugar a los denominados autoelevadores, que permiten apilar y acomodar cargas en los depósitos, los autoelevadores según sus características permiten apilar cargas hasta una altura de 10 metros y es el método de transporte más utilizado en la actualidad para el traslado y acomodado de cargas dentro de los depósitos (*Figura N° 3*).

*Figura N° 3. Autoelevador*



### 5.7.2 Tractor con Remolques

Consiste en un tractor que remolca vagonetas, que llevan el material. El volumen en material a transportar depende de la potencia del tractor y de la cantidad de vagones que remolca.

Esta es una forma de transporte utilizada solamente en transporte horizontal.

En plantas siderúrgicas es utilizado para el transporte del arrabio, el tractor es reemplazado por una pequeña locomotora (locotractor) y los vagones utilizados son térmicos. El tren circula sobre rieles.

### 5.7.3 Palas Mecánicas

Constan de una base o plato giratorio y un brazo que en el extremo tiene una cuchara o pala. Las palas mecánicas pueden ser a nafta, diesel o eléctricas, y con ruedas u oruga (ver *Figura N° 4*).

Se utilizan para la manipulación de grandes cantidades de materiales en trozos para carga, descarga y apilado de los mismos.

*Figura N° 4. Pala Mecánica*



### 5.7.4 Grúas Puente

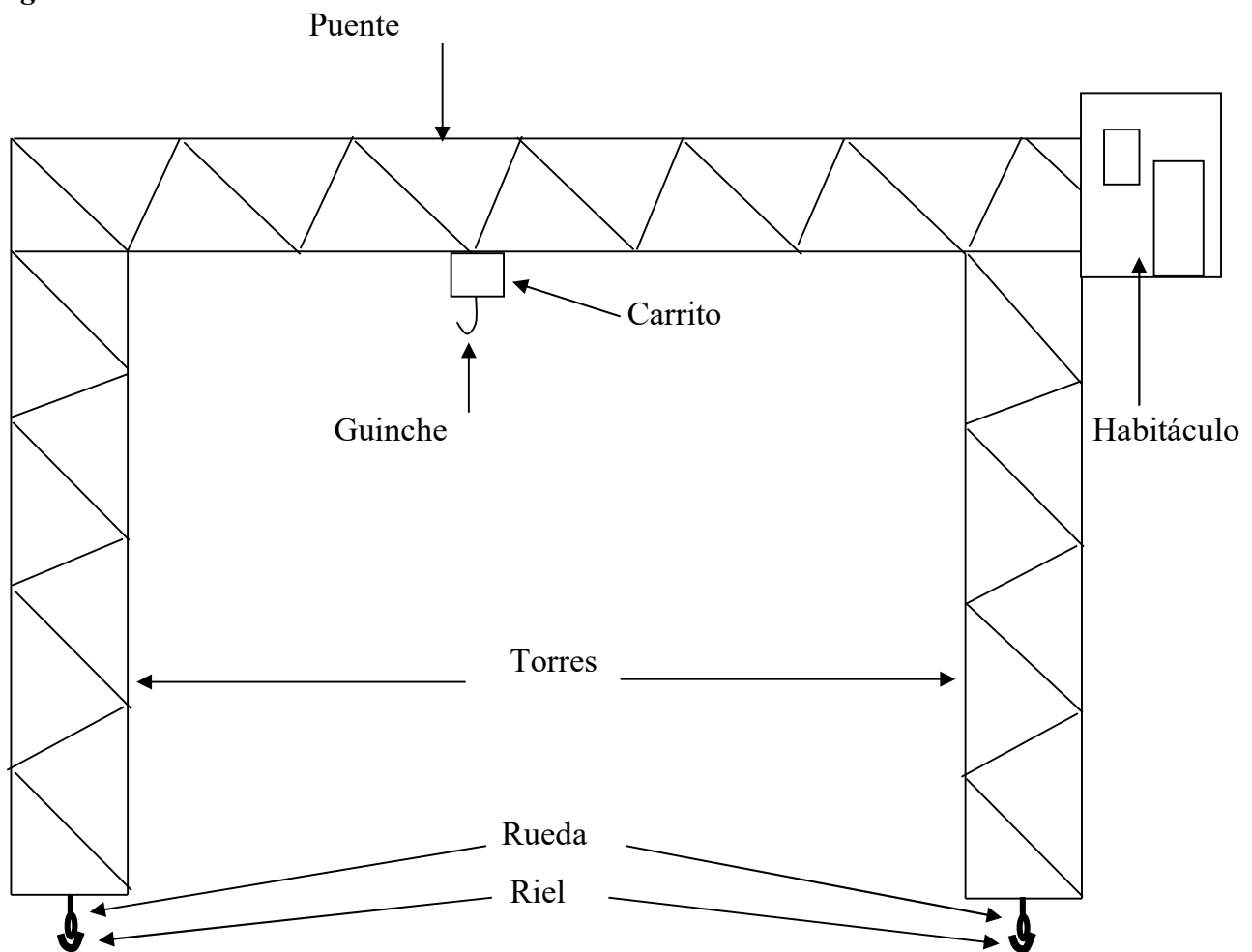
Consisten en dos torres que se encuentran unidas por un puente. Las dos torres, que son soportes del puente se desplazan, con ruedas, sobre rieles. El puente cuenta con un carrito (que en la parte inferior tiene un guinche) que se desplaza perpendicularmente a los rieles.

Las torres pueden ser altas, como las que se observan en los muelles de los puertos o pequeñas y que circulan por la parte superior de las naves de las plantas industriales (ver *Figura N° 5*). Estas grúas cuentan con un habitáculo para el operario que las maneja.

Se utilizan para el movimiento de bultos o recipientes que contienen materiales; con lingas se utilizan para la carga y descarga de vehículos, etc.

En las plantas siderúrgicas se emplean, por ejemplo para transportar el arrabio líquido, en cucharas, desde los altos hornos a los convertidores.

**Figura N° 5**



## 5.8 Y 5.9 INSTALACIONES FIJAS

### 5.8.1 Transportadores por Gravedad

En estos transportadores, los materiales se mueven por efecto de la gravedad. Una regla a tener en cuenta en cualquier planta industrial es que siempre que sea posible debe de utilizarse este efecto, para el movimiento de los materiales, con el objeto de economizar energía. Generalmente estos transportadores son utilizados para alimentación de máquinas con materiales secos en trozos o pulverulentos.

### 5.8.2 Planos Inclinados

Básicamente consisten en planos inclinados (con bordes), con ángulos mayores de 45 grados. Estos pueden ser rectos o en espiral.

### 5.8.3 Canaletas Vibratorias

Están compuestas por una especie de canaleta que cuenta con un vibrador magnético, que ayuda a mover el material hasta el borde, y luego cae por gravedad.

## 5.9 TRANSPORTADORES MECÁNICOS

### 5.9.1 Transportado de Tornillo (de Rosca o Sin Fin)

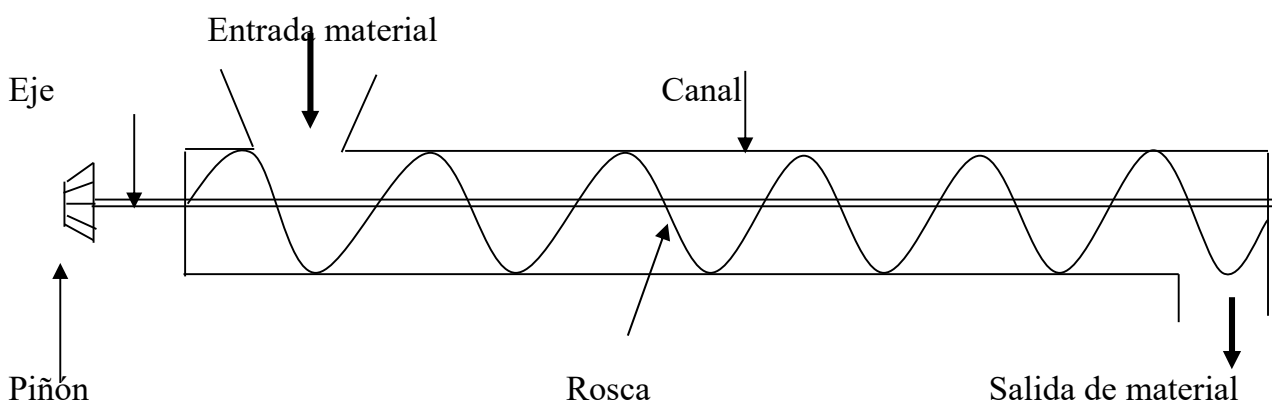
El transportador de rosca consiste en un eje de acero, sobre el cual se desarrolla una espiral, que gira dentro de un canal. (Ver *Figura N° 6*). El eje es propulsado por un motor y el acople se produce a través de engranajes o cadenas.

Este transportador se utiliza para el movimiento de materiales abrasivos y no abrasivos, en horizontal y oblicuo con pendiente que no supere los 30°.

Puede transportar cereales, carbón, arena, piedra, clinker de cemento, etc; La longitud máxima de transporte no debe superar los 30 metros, pues más allá de esa distancia los esfuerzos de torsión que se producen son muy elevados. El diámetro máximo a utilizar es de 0,60 metros.

Este tipo de transporte se utiliza principalmente para movilización de granos en silos de campaña y se los denomina "CHIMANGO".

*Figura N° 6. Transportador de tornillo*



Par la determinación de la capacidad y potencia del transportador se utilizan las siguientes fórmulas:

CAPACIDAD:

$$Q \text{ (Ton/hora)} = \frac{d^2 \pi \cdot \varphi \cdot \gamma \cdot s \cdot n \cdot 60}{4}$$

POTENCIA:

$$N \text{ (H.P)} = K \cdot L \cdot Q \cdot \gamma$$

En dichas formulas los símbolos utilizados significan:

d: diámetro del tornillo (en metros).

s: paso del tornillo (generalmente s: 0,7 d).

n: velocidad del tornillo (en r.p.m). Toma valores según los distintos materiales transportados y el diámetro del tornillo. Para materiales livianos, entre 100 y 200 r.p.m.

$\gamma$ : Peso específico aparente del material a transportar (en Ton / m<sup>3</sup> ).

$\varphi$ : Rendimiento volumétrico. El canal no se llena completamente con el material, el suele ser 0,5.

K: constante que varia con el peso y abrasividad del material a transportar, tomando los siguientes valores

MATERIALES LIVIANOS Y NO ABRASIVOS (Ej. Cereales) : 0,018

MATERIALES PESADOS Y NO ABRASIVOS (Ej. carbón) : 0,020

MATERIALES PESADOS Y ABRASIVOS (Ej. clinker) : 0,024

L: longitud del tornillo (en metros).

A continuación se da una tabla de capacidades volumétricas máximas de transporte en transportadores de roscas industriales.

Diámetro (en metros)	Materiales Livianos no abrasivos		Materiales Pesados no abrasivos		Materiales Pesados Muy abrasivos	
	V (m <sup>3</sup> /hora)	Velocidad (r.p.m)	V (m <sup>3</sup> /hora)	Velocidad (r.p.m)	V (m <sup>3</sup> /hora)	Velocidad (r.p.m)
0,13	8,6	210	4,25	105	2,4	85
0,30	94,0	150	47,0	75	23,2	60
0,51	340	115	164,0	55	81,0	46

De la tabla se infiere que en la medida que el material es menos abrasivo el transportador admite una velocidad máxima mayor y por consiguiente tiene una capacidad de transporte mayor.

### 5.9.2 Transportador de Rasquetas (o Paletas)

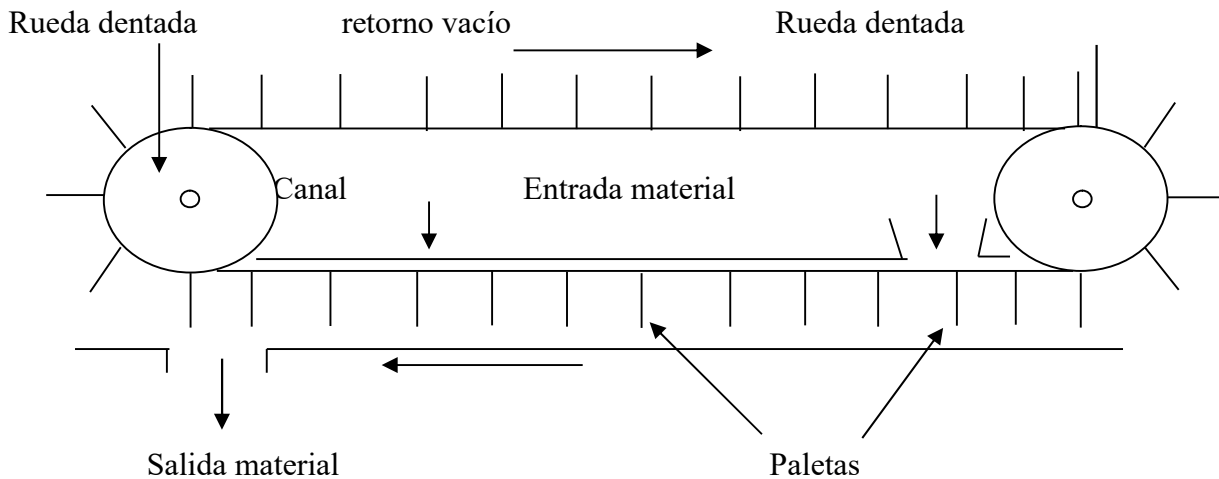
El transportador de rasquetas consiste en un canal por el que se desplazan paletas, cuya sección se ajusta a la del canal. El material a transportar se ubica entre las paletas y con el movimiento de éstas se va desplazando.

Las paletas se encuentran unidas a una o dos cadenas sin fin, que se mueven como consecuencia de que en los extremos del transportador cuentan con ruedas dentadas, de las cuales la (las) de un extremo es

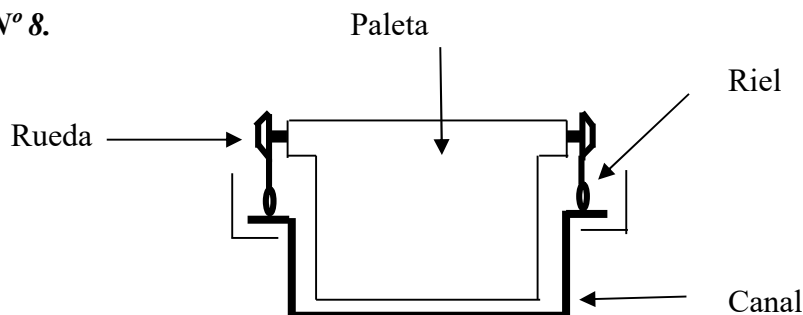
(son) motora (s). Las paletas generalmente son de acero y están dispuestas a distancias iguales a lo largo de la cadena (*Figura N° 7*).

Las paletas suelen estar suspendidas apoyando los extremos de las mismas con ruedas sobre rieles (*Figura N° 8*) o calzas sobre guías. La velocidad de las cadenas se encuentra entre 6 y 60 metros/min., aunque la más frecuente es de 30 metros/min.

**Figura N° 7.** Transportador de rasquetas



**Figura N° 8.**



Los transportadores de paletas se utilizan para transporte en horizontal y oblicuo hasta un ángulo no mayor de 30 grados (en algunos casos puede llegar hasta 45 grados). Se usan para transportar materiales en trozos no abrasivos y una aplicación muy importante es la del transporte de granos (cereales) en elevadores. No se deben aplicar al transporte de materiales abrasivos (tales como piedras partidas y clinker de cemento), por el gran desgaste que se produce en el equipo.

Las expresiones que dan la capacidad máxima de transporte y la potencia consumida son las siguientes:

CAPACIDAD:

$$Q(\text{ton/hora}) = \frac{A \cdot h \cdot v \cdot \delta}{208.000}$$

POTENCIA:

$$N(\text{CV}) = \frac{a \cdot Q \cdot L + b \cdot W \cdot L \cdot V + 32,8 \cdot L}{1000}$$

Los símbolos y unidades utilizados en las expresiones anteriores son los siguientes:

A: Ancho de las rasquetas (en cm)

h: Altura de las rasquetas (en cm)

V: Velocidad del transportador (en metros/min)

$\delta$ : Peso específico aparente del material transportado ( $\text{kg/m}^3$ )

L: Longitud del transportador entre ejes de ruedas dentadas (en metros)

W: Peso total de las paletas y cadenas por metro de distancia entre centro de ruedas dentadas en  $\text{kg/m}$

a: Constante que depende del material (abrasividad) y la inclinación del transporte.  
A mayor abrasividad e inclinación del transporte mayor valor

b: Constante para el transportador, es función del tipo de apoyo de las paletas e inclinación de transporte

### 5.9.3 Transportador Redler

El transportador Redler es similar al de paletas, la diferencia estriba en que la sección de la paleta no es igual a la del canal, sino que cubre solo una parte de la misma.

En la *Figura N° 9* se puede observar el transportador y diversos tipos de perfiles de paletas.

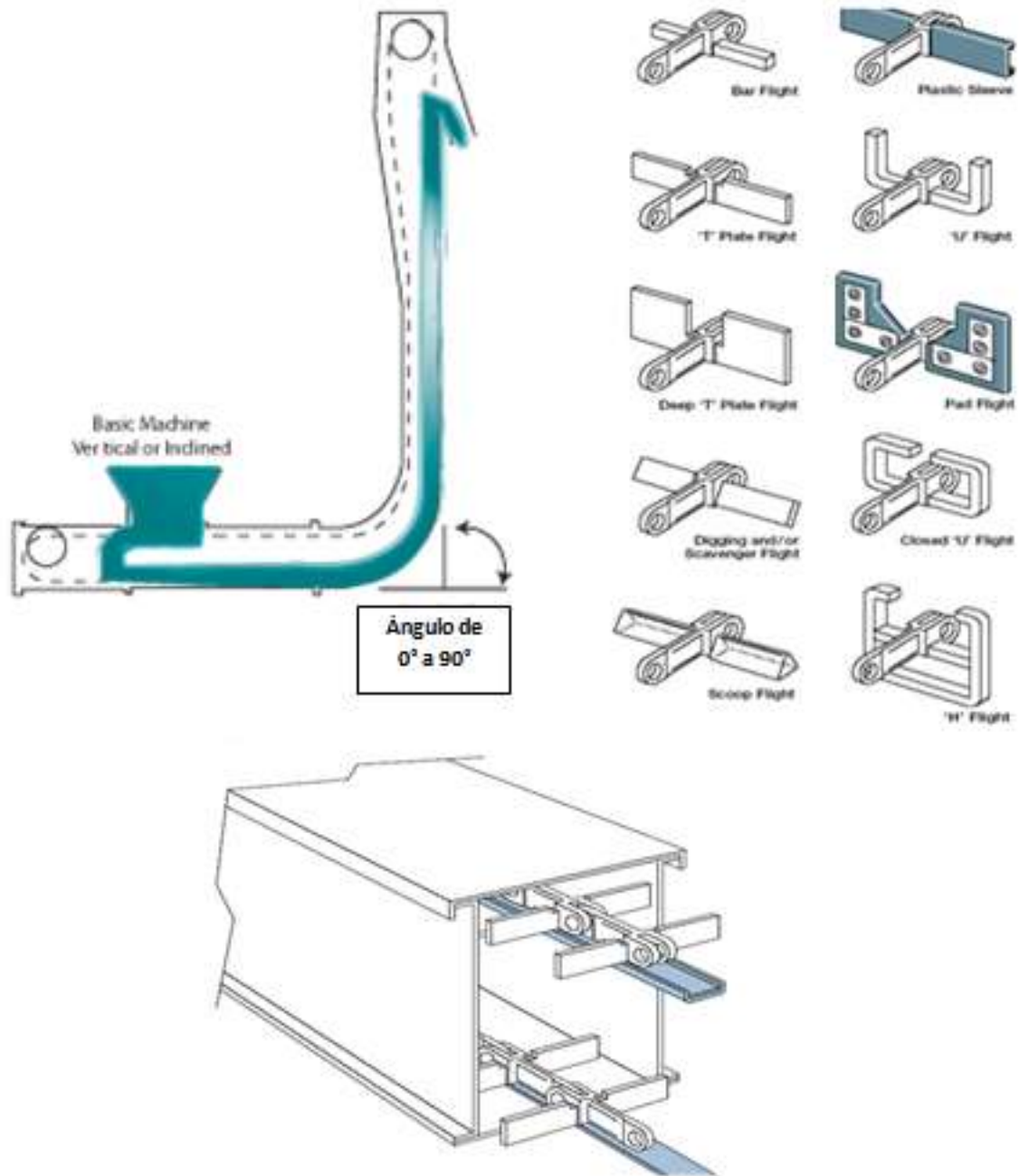
Este transportador es especialmente indicado para el transporte de materiales sueltos, secos y abrasivos, tales como cemento, harina, arena, clinker, carbón, etc.

El movimiento del material se produce por el arrastre de los perfiles que se mueven sobre las partículas y la fricción de estas entre sí.

Se aplican a transporte en horizontal, vertical o con cualquier ángulo. Cuanto mayor sea la inclinación de transporte se requieren perfiles de mayor sección.



Figura N° 9



#### 5.9.4 Cinta Transportadora

Consiste en una cinta sin fin con dos poleas, una de las cuales es motora (polea de cabeza) y la otra es conducida (polea de cola). Cuenta con rodillos locos debajo de la cinta (banda), denominados de apoyo para los que se encuentran debajo de la cinta cargada y rodillos de retorno para la cinta que regresa vacía. Los rodillos de apoyo se encuentran espaciados entre 1 y 1,5 metros y los de retorno entre 1,5 t 3 metros. La polea motora es accionada por un motor a través de un reductor de velocidad (ver *Figura N° 10*). La velocidad de la cinta varia entre 30 y 120 metros/min.

Las cintas se estiran por el uso y para que trabajen correctamente es necesario tensarlas, lo que se hace con diversos aparatos. En la *Figura N° 11* se pueden observar dos formas de tensado de cinta de uso común.

En la zona de carga del material a transportar suelen disponerse rodillos de apoyo a menores distancias que las señaladas anteriormente para absorber el peso del material que cae desde la tolva.

A efectos de evitar desgastes excesivos de la cinta es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Que el material a cargar entre en contacto con la cinta a su misma velocidad e igual dirección.
- El centro de la tolva de carga debe coincidir con el eje de la cinta
- El material en trozos gruesos debe frenarse en la tolva minimizando en lo posible la altura de caída.
- La tolva de carga no debe tocar la cinta (la distancia entre ambas suele cubrirse con una pollera elástica).

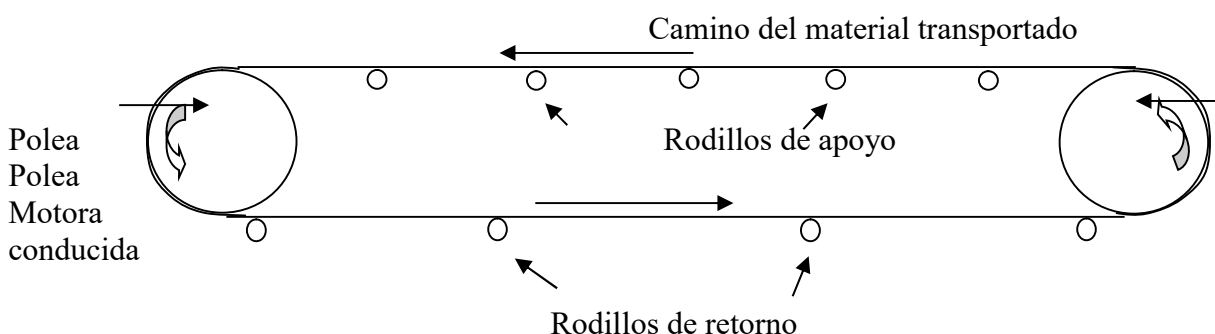
Las cintas pueden ser de distintos materiales, tales como, tela, cuero, goma, sintético y metal. Pueden utilizarse planas o abarquilladas, en la *Figura N° 12* se esquematizan ambas formas. Los anchos de cinta varían entre 35 y 150 cm.

Otro aspecto a destacar es la descarga de las cintas, existen cuatro formas diferentes:

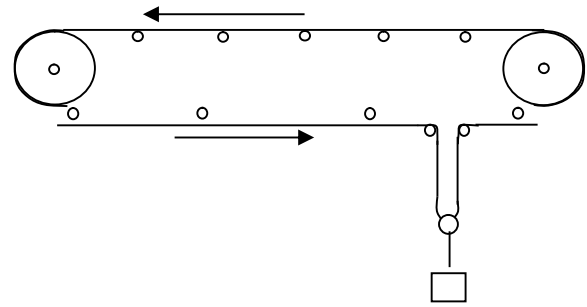
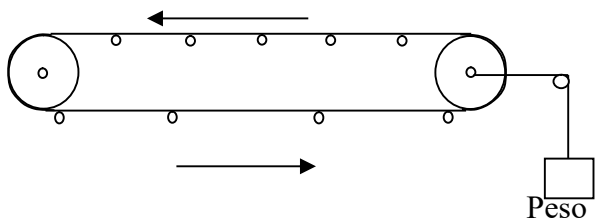
- Que el material se descargue en el extremo de la cinta por gravedad
- Colocando sobre la superficie de la cinta, en el lugar de descarga, un desviador (rascador) a 35 o 45° del eje de la cinta.
- Con un aparato denominado volteador (Carrito), que consiste en un juego de rodillos que vuelcan totalmente la cinta y el material que cae por gravedad se evacua por un plato inclinado (este volteador es desplazable a lo largo de la cinta, para variar el lugar de descarga).
- Abarquillando la cinta hacia abajo.

En la *Figura N° 13* se esquematiza las distintas formas de descarga.

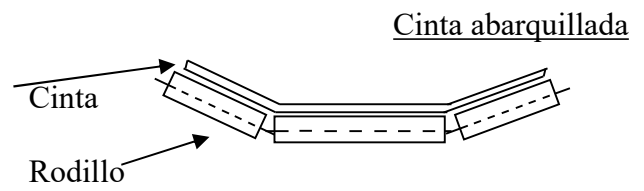
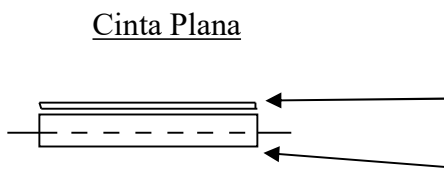
**Figura N° 10. Cinta Transportadora**



**Figura N° 11. Tensado de la Cinta**

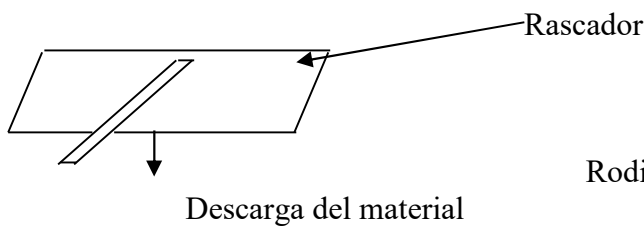


**Figura N° 12**

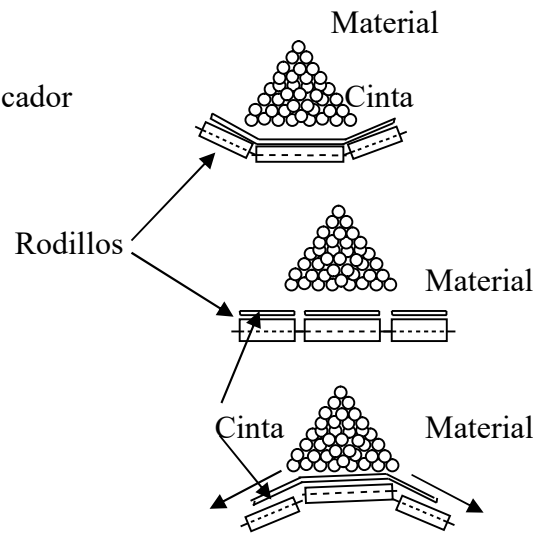


**Figura N° 13. Formas de Descarga**

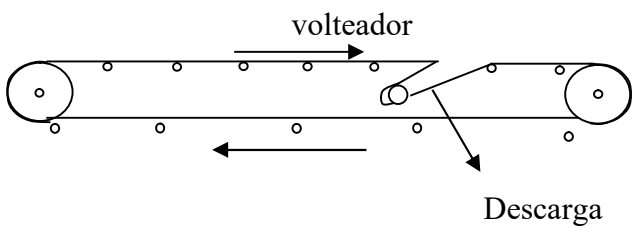
Descarga por rascador



Descarga por abarquillado



Descarga por Plano Inclinado





La aplicación de este transportador es variada, se utiliza para transporte de materiales en trozos (minerales, rocas, carbón, clinker, etc.), cereales, bultos, etc.

Transporta a grandes distancias en horizontal y oblicuo hasta un ángulo de 25 grados como máximo, aunque la inclinación mayor más frecuente alcanza solamente los 15 grados.

Estas instalaciones suelen ser costosas pero de bajo costo de operación, consumo energético y mantenimiento.

En algunos casos si se transportan materiales muy finos, la cinta una vez cargada se cierra mediante dos solapas, con un sistema de cremallera, conformado por un tubo y evitando que los polvos transportados polucionen el ambiente donde se desarrolla el transporte.

La capacidad de la cinta transportadora es función del ancho y velocidad de la cinta, la inclinación del transporte y las características del material transportado.

La potencia requerida es función de la necesaria para moverla en vacío, la requerida en horizontal y vertical para transportar y la fricción en poleas.

Un ejemplo completo de cálculo de una cinta, con tablas y gráfico de manuales será explicado en clase.

### 5.9.5 Elevador de Cangilones

El elevador de cangilones consiste en una cadena (o cinta) sin fin que en sus extremos cuentan con una rueda dentada (o polea). A dicha cadena van unidos cangilones (baldes), a intervalos uniformes. La rueda dentada superior es motora y la inferior es conducida. El accionamiento de la rueda motora está dado por un motor a través de un reductor de velocidad.

Los cangilones toman el material a transportar en la parte inferior, con el balde que viene invertido, gira y asciende hasta la cabeza superior donde lo descarga.

Es un transportador utilizado para elevar granos, carbón, cenizas, cemento, minerales y rocas en trozos, etc. Efectúa transportes en vertical y con inclinación superior a 45 grados. Es de frecuente uso en elevadores de granos portuarios y silos de campaña y se conocen con el nombre de "Norias".

Los elevadores de cangilones tienen tres formas distintas de descarga que se utilizan según los materiales a transportar:

- Descarga centrífuga: usada para materiales livianos y secos (granos). La descarga se efectúa por la proyección del material dada la fuerza centrífuga originada por las altas velocidades de los cangilones.
- Descarga continua: utilizada para el transporte de granos o en las dragas para la elevación de arena húmeda. Se aplica a cangilones de marcha lenta con velocidades de hasta 0,8 m/s. La pared de un cangilón sirve como canal para la descarga del siguiente.
- Descarga por gravedad: se utiliza para materiales pesados y pegajosos. Se descarga el material al recorrer la rueda superior. Es necesario desviar los cangilones vaciados para que sea posible recibir el material descargado.

En las *Figura N° 14* y *Figura N° 15* se pueden observar los tres tipos de descarga. Cabe señalar que la descarga centrífuga se practica con elevadores de cinta y de cadena, la descarga continua, donde cada cangilón descarga su material sobre la parte posterior del que lo precede, se construye con una o dos cadenas, y la descarga por gravedad, se practica con dos cadenas.

La capacidad de transporte de un elevador de cangilones y la potencia necesaria para este se determinan con las siguientes expresiones:

CAPACIDAD:

$$Q \text{ (ton us/hora)} = 3600 \cdot s \cdot i \cdot \varphi \cdot \delta \cdot v$$

POTENCIA:

$$N \text{ (HP)} = \frac{Q \cdot H}{302 \cdot \eta}$$

Donde:

Q: Capacidad de transporte (en ton us/hora)

s : Número de cangilones por metro de cadena (cang/m)

i: Volumen de cada cangilón (m<sup>3</sup>/cang)

φ: Rendimiento volumétrico (entre 0,5 y 0,8)

v: Velocidad (en m/seg)

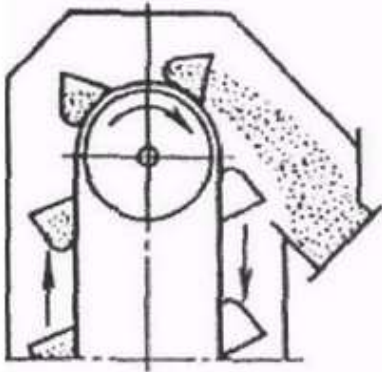
δ: peso específico aparente (en ton us/m<sup>3</sup>)

H: Altura vertical en elevación. (m)

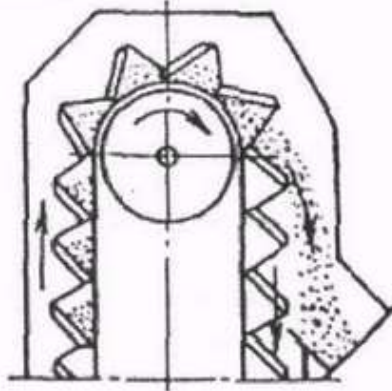
η: Rendimiento mecánico

**Figura N° 14.**

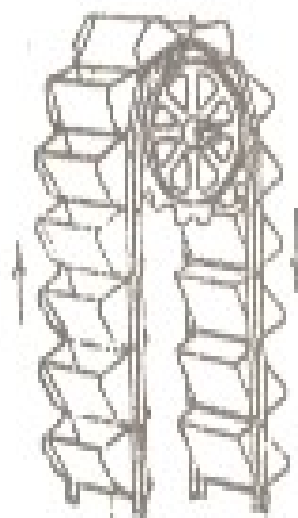
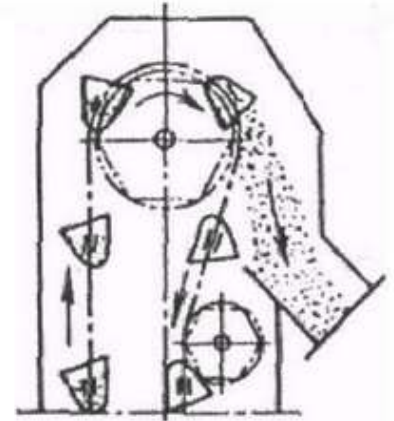
Descarga centrifuga



Descarga Continua



Descarga por Gravedad

**5.10 BIBLIOGRAFÍA**

- “Operaciones Básicas De Ingeniería Química”: Broun
- “Maquinas De Transporte” N.P. Waganoff
- “Manual Del Ingeniero” Hutte
- “Movimiento Y Almacenamiento De Materiales” R.F. Biasca
- Catalogos Industriales