

Departamento de Ingeniería Mecánica  
Universidad Carlos III de Madrid



## BANDAS TRANSPORTADORAS

TRANSPORTES

BANDAS TRANSPORTADORAS

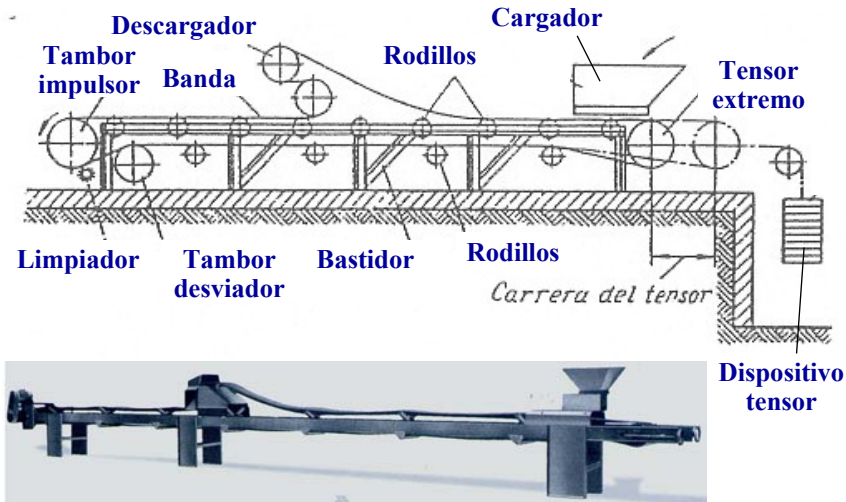
### INTRODUCCIÓN

Una banda o cinta transportadora es una estructura de goma o tejido en forma de correa cerrada en anillo, con una unión vulcanizada o con empalme metálico, utilizada para el transporte de materiales.

- Las bandas transportadoras son los aparatos más utilizados para el transporte de objetos sólidos y material a granel a gran velocidad y cubriendo grandes distancias



### ELEMENTOS

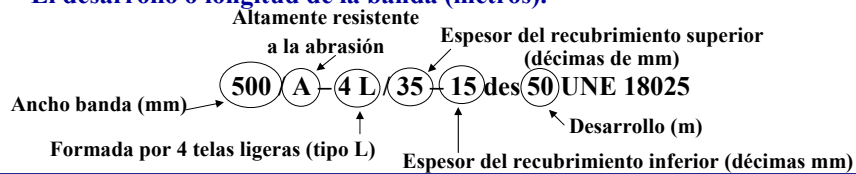
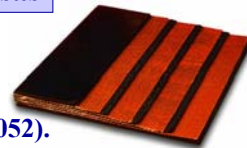


### BANDA O CINTA

#### Bandas de tejido o textiles lisas

**Definición (UNE 18 025):**

- El ancho, expresado en milímetros.
- La calidad de los recubrimientos (norma UNE 18 052).
- El número de telas.
- La calidad del tejido (norma UNE 18 052).
- El espesor del recubrimiento superior (décimas de milímetro).
- El espesor del recubrimiento inferior (décimas de milímetro).
- El desarrollo o longitud de la banda (metros).



## BANDA O CINTA

### Bandas de tejido o textiles lisas

• **Calidad de los recubrimientos (UNE 18 052)**

Calidad de recubrimiento	Resistencia a tracción mínima (g/mm <sup>2</sup> )	Alargamiento a la rotura mínimo (%)
A	2500	550
B	2000	500
C	1050	350

• **Calidad del tejido (UNE 18 052)**

Calidad del tejido	Urdimbre		Trama Resistencia a tracción mínima (kgf/cm)
	Resistencia a tracción mínima (kgf/cm)	Alargamiento a la rotura (%)	
L	60	20	25
LS	70	20	30
P	75	20	35

## BANDA O CINTA

### Bandas de tejido o textiles lisas

• **Número de capas:**

$$z = \frac{S \cdot T_m}{100 \cdot B \cdot R_1}$$

coeficiente de seguridad (S)  
 tensión máxima de trabajo de la banda (kgf) (T<sub>m</sub>)  
 ancho de la banda (metros) (B)  
 resistencia nominal de cada capa textil (kgf/cm) (R<sub>1</sub>)

- Depende del tiempo en que la banda completa su recorrido, ya que de él dependen:
  - El número de flexiones en los tambores.
  - Los impactos de carga.
- Si el tiempo de recorrido es superior a 5 minutos ⇒ - 2 capas

Coeficientes de Seguridad para Bandas de Carcasa textil (norma DIN 22101)			
Número de Capas (z)	de 3 a 5	de 6 a 9	más de 9
Coefficiente Seguridad (S)	11	12	13

## BANDA O CINTA

### Bandas para el transporte inclinado o vertical

**•Inconveniente banda textil lisa:**

- Límite de inclinación : 18° - 20°

**• Diferentes soluciones:**

- Bandas con superficie rugosa:
  - Bandas con perfil de espina de pescado.
  - Bandas perfiladas de tipo *Nasta*, *Nappula*, *Ripa* y *Pyramid*.
  - Bandas de tipo *Grip Top*.
  - Bandas de tipo *Ripro*.
- Bandas nervadas en forma de U y V.
- Bandas de bordes corrugados.



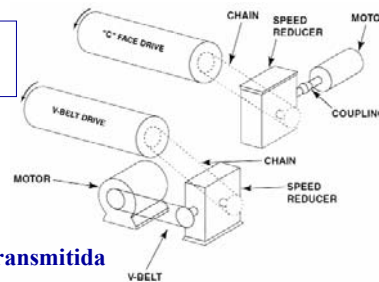
## TAMBORES

### Tambor accionador

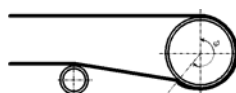
Encargado de transmitir el movimiento por el grupo motor-reductor a la banda.

- Garantizar máxima adherencia  
⇒ Menor deslizamiento.

Ángulo de abrace mayor ⇒ Mayor fuerza transmitida



Tambor simple  
 $\varphi = 180^\circ$

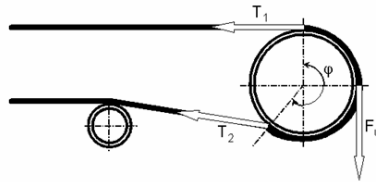


Tambor simple con  
polea desviadora  
 $210^\circ \leq \varphi \leq 230^\circ$



Tambor en tándem  
 $350^\circ \leq \varphi \leq 480^\circ$

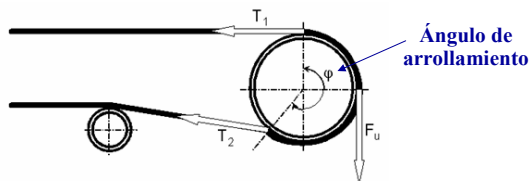
## TENSIONES



- Las tensiones varían en toda la longitud de la banda.
- Dependen de:
  - La disposición de la banda transportadora.
  - El número y disposición de los tambores de accionamiento.
  - Las características del accionamiento y de los frenos.
  - El tipo y disposición de los dispositivos de tensión de la banda.
  - La fase de funcionamiento (arranque, marcha normal, frenado, etc.).

## TENSIONES

### Un solo tambor de accionamiento

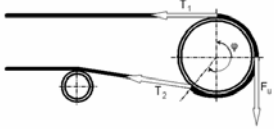


- Situación más común.
- Condiciones de funcionamiento correcto:
  - Las fuerzas periféricas aplicadas a los tambores de accionamiento tiene que ser transmitidas a la banda por rozamiento sin que se produzca deslizamiento.
  - La tensión aplicada a la banda será adecuada para impedir que se produzcan flechas importantes entre dos estaciones de rodillos portantes.

## TENSIONES

### Un solo tambor de accionamiento

- Ecuación Euler-Eytelwein (en ausencia de deslizamiento):



$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu \cdot \varphi}$$

$$T_1 = T_2 + F_u$$

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = e^{\mu \cdot \varphi} - 1 \Rightarrow \frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{F_u}{T_2} = e^{\mu \cdot \varphi} - 1 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} T_1 = \frac{e^{\mu \cdot \varphi}}{e^{\mu \cdot \varphi} - 1} \cdot F_u = C_{TS} \cdot F_u \\ T_2 = \frac{1}{(e^{\mu \cdot \varphi} - 1)} \cdot F_u = C_{T1} \cdot F_u \end{array} \right.$$

## TAMBORES

### Diámetro de los tambores

**Diámetro total del tambor sin tener en cuenta las capas protectoras de goma, cerámica o cualquier otro material, si están expuestos al desgaste.**

- Factor importante para el correcto funcionamiento de una instalación:
  - Determina el grado de esfuerzo al que va a estar sometida la banda en las flexiones que provoca su paso por ellos.
  - La superficie de contacto entre la banda y el tambor motriz ha de ser la suficiente para dar la fuerza de accionamiento necesaria evitando un tensionamiento excesivo

Diámetro mayor  $\Rightarrow$  Más esfuerzo a transmitir

## TAMBORES

### Diámetro de los tambores

$$D_{\min} = \frac{360 \cdot F}{p \cdot \pi \cdot \varphi \cdot B}$$

Diámetro mínimo del tambor motriz recomendado para bandas textiles (m) →  $D_{\min}$   
 Fuerza de accionamiento (kg) →  $F$   
 Ancho de la banda (m) →  $B$   
 Ángulo de arrollamiento (grados) →  $\varphi$   
 Capacidad de transmisión tambor/banda:  
 1.600÷2.000 Kg/m<sup>2</sup>  
 En subterráneas, hasta 3.500 kg/m<sup>2</sup> →  $p$

Diámetros de tambores normalizados s/DIN 22101

200	250	320	400	500	630	800	1.000	1.250	1.400	1.600	1.800	2.000
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------

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

$$D_{\text{tambor desviable}} \cong 0.65 D_{\text{tambor accionador}}$$

## PESO DE LAS PARTES MÓVILES

**Peso de las partes móviles (kg):**

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

Masa de la banda (kg) →  $M_B$   
 Masa de los rodillos (kg) →  $M_R$   
 Masa de los tambores (kg) →  $M_{TB}$

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

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

Longitud de la banda (m) →  $L$

### PESO DE LAS PARTES MÓVILES

Ancho de la banda (mm)	Peso de las partes móviles por unidad de longitud (kg/m)			
	Banda ligera Rodillos 102 mm	Banda moderada Rodillos 127 mm	Banda Pesada Rodillos 152 mm	Banda de cables de acero Rodillos 152 mm
450	23	25	33	
600	29	36	45	49
750	37	46	57	63
900	45	55	70	79
1050	52	64	82	94
1200	63	71	95	110
1350	70	82	107	127
1500		91	121	143
1650		100	132	160
1800			144	178
2100			168	205
2200			177	219

### PESO DE LA CARGA POR UNIDAD DE LONGITUD



Capacidad de la banda (t/h)

$$q_G = \frac{Q}{3,6 \cdot v} = 0,278 \cdot \frac{Q}{v} \text{ [kg/m]}$$

Velocidad de la banda (m/s)



## RESISTENCIAS AL MOVIMIENTO

• **Clasificación (UNE 58-204-92):**

1. Resistencias principales,  $F_H$
2. Resistencias secundarias,  $F_N$
3. Resistencias principales especiales,  $F_{S1}$
4. Resistencias secundarias especiales,  $F_{S2}$
5. Resistencias debidas a la inclinación,  $F_{St}$

$$F_u = F_H + F_N + F_{S1} + F_{S2} + F_{St}$$

Aparecen en todas las instalaciones (1) y (2)

Aparecen en algunas instalaciones (3) y (4)

Actúan en toda la banda (1) y (3)

Actúan en ciertas zonas (2) y (4)

## RESISTENCIAS AL MOVIMIENTO

### Resistencias principales

• La resistencia al giro de los rodillos portadores, debido al rozamiento en los rodamientos y juntas de los rodillos.

• La resistencia al avance de la banda debida a la rodadura de la misma sobre los rodillos.

$$F_H = f \cdot L \cdot g \cdot [q_{RO} + q_{RU} + (2 \cdot q_B + q_G) \cdot \cos \delta]$$

Coef. de fricción

Tipo de Cojinete	Estado	f
Rodamiento	Favorable	0,018
	Normal	0,020
	Desfavorable	0,023 - 0,030
Fricción		0,050

Masa de los rodillos de trabajo por unidad de longitud (kg/m)

## RESISTENCIAS AL MOVIMIENTO

### Resistencias secundarias

• Cuando  $L > 80 \text{ m} \Rightarrow F_N < F_H$ :

$$F_H + F_N = f \cdot C_L \cdot L \cdot g \cdot [q_{RO} + q_{RU} + (2 \cdot q_B + q_G) \cdot \cos \delta] =$$

$$= f \cdot L_C \cdot g \cdot [q_{RO} + q_{RU} + (2 \cdot q_B + q_G) \cdot \cos \delta]$$

Coef. de fricción

Longitud corregida de la banda (m)

Masa de los rodillos de trabajo por  
unidad de longitud (kg/m)

Masa de los rodillos de retorno por  
unidad de longitud (kg/m)

Masa de la banda  
por unidad de  
longitud (kg/m)

Masa de la carga  
por unidad de  
longitud (kg/m)

Ángulo de  
inclinación

## FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA LONGITUD

Las bandas transportadoras de poca longitud necesitan mayores esfuerzos para vencer la resistencia a la fricción que las bandas de gran longitud.

Longitud de banda corregida (m):

Factor de  
corrección

$$L_c = C_L \cdot L$$

Longitud banda (m)	3	4	5	6	8	10	13	16	20	25	32	40
$C_L$	9	5.6	6.6	5.9	5.1	4.5	4	3.6	3.2	2.9	2.6	2.4

Longitud banda (m)	50	63	80	100	125	160	200	250	320	400	500
$C_L$	2.2	2	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.05

## RESISTENCIAS AL MOVIMIENTO

### Resistencias debidas a la inclinación

$$F_{St} = q_G \cdot H \cdot g$$

Masa de la carga  
por unidad de  
longitud (kg/m)

Altura de la  
instalación (m)

## POTENCIA DE ACCIONAMIENTO EN EL TAMBOR

$$P_A = F_u \cdot v$$

Fuerza que se opone  
al movimiento (N)

Velocidad  
de la banda (m/s)

### Potencia de accionamiento en el motor

$$P_m = \frac{P_A}{\eta_l}$$

**POTENCIA DE ACCIONAMIENTO EN EL TAMBOR**

Coeficiente de fricción de partes móviles      Longitud de la banda       $L_0 = \begin{cases} 3.7-6 \text{ m} & \text{alta calidad} \\ 5-25 \text{ m} & \text{antifriccion} \\ 11 \text{ m} & \text{inst. normales} \end{cases}$

$$N_c(W) = C \left( P_g + \frac{10^3 gT}{3600v} \right) (L + L_0) v$$

Peso por metro de partes móviles (kg/m)      Coeficiente de pérdidas

$$P = 2B + \frac{W_1}{l_1} + \frac{W_2}{l_2}$$

Peso rodillo de apoyo      Peso rodillo de retorno  
 Peso por metro de banda      Separación entre rodillo

**POTENCIA DE ACCIONAMIENTO EN EL TAMBOR**

**Con inclinación:**

$$N_I(W) = \frac{10^3 gT}{3600} \cdot H = \frac{10^3 gT}{3600} \cdot L \cdot \text{sen}\alpha$$

**Total:**

$$N_T(W) = N_c + N_I$$

### CAPACIDAD DE TRANSPORTE

$$Q = 3600 \cdot v \cdot A \cdot \gamma \cdot k$$

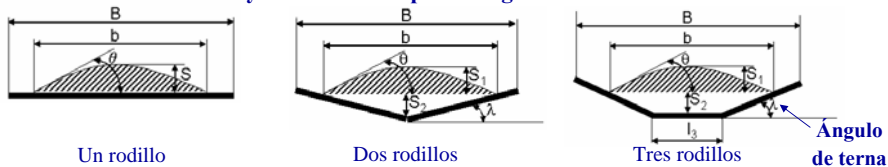
Capacidad de transporte (t/hora) →  $Q$   
 Velocidad (m/s) →  $v$   
 Sección transversal del material sobre la banda (m<sup>2</sup>) →  $A$   
 Peso específico del material (t/m<sup>3</sup>) →  $\gamma$   
 Coef. de reducción de capacidad de la banda debida a la inclinación →  $k$

Coef. de reducción de capacidad de la banda debida a la inclinación

Inclinación (grados)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
k	1,0	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,85	0,81

### CAPACIDAD DE TRANSPORTE

- La **sección transversal del material sobre la cinta** depende de:
  - La anchura útil (b) de la cinta que es en sí misma función de la anchura real B:
    - $b = 0.9 \cdot B - 0.05$  para  $B \leq 2$  m
    - $b = B - 0.2$  para  $B > 2$  m
  - El número, disposición y dimensiones de los rodillos.
  - La forma del talud dinámico del material sobre la cinta limitado por una curva de forma parabólica y caracterizada por el ángulo de talud dinámico  $\theta$ .



$$S = S_1 + S_2 \begin{cases} S_1 = (l_3 + (b - l_3) \cdot \cos \lambda)^2 \cdot \frac{tg \theta}{6} \rightarrow \text{Depende de: - fluidez del material} \\ \text{- condiciones de transporte} \\ S_2 = \left( l_3 + \frac{(b - l_3)}{2} \cdot \frac{1}{\cos \lambda} \right) \cdot \left( \frac{(b - l_3)}{2} \cdot \sin \lambda \right) \end{cases}$$

### CAPACIDAD DE TRANSPORTE

- **Materiales de tamaño uniforme (cereales, gránulos o piedras trituradas) no influyen en el ancho de la banda.**
- **Materiales no clasificados (materiales obtenidos de cantera o mina) influyen en el ancho de la banda:**
  - **Tamaño máximo de material.**
  - **Porcentaje de finos y gruesos.**
- **Puede ocurrir que para capacidades pequeñas el ancho de banda sea grande ⇒ antieconómico**

Ángulo de talud dinámico	10 % gruesos, 90 % finos	100 % gruesos
$\theta \leq 20^\circ$	3	5
$20^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$	6	10

### CAPACIDAD DE TRANSPORTE

- **La velocidad de la cinta tiene que ser lo mayor posible debido a que los anchos serán más pequeños.**
- **La velocidad depende de las propiedades del material:**
  - **Fluidez.** Riesgo de producción de polvo.
  - **Abrasividad.** Riesgo de producción de cortes en la banda.
  - **Friabilidad.** Riesgo de fraccionamiento del material.
  - **Tamaño.** Tamaños grandes y pesados producen un gran impacto sobre la banda, debilitando el tejido de la misma.

Material	B (mm)	V (m/s)	Material	B (mm)	V (m/s)
Granos y otros materiales que fluyen bien y no son abrasivos	500	2,62	Minerales con aristas vivas, duros y pesados, piedras trituradas de pequeño tamaño	500	1,68
	650 y 800	3,35		650 y 800	2,09
	1000 y 1200	4,19		1000 a 2400	3,35
	1400 y 2400	5,24	Arena de fundición preparada o apelmazada	Cualquier ancho	1,31 a 2,09
Carbón, arcilla compactada, minerales blandos y tierras, piedras trituradas de pequeño tamaño	500	2,09	Bandas extractoras, planas o en artesa, con materiales finos no abrasivos o medianamente abrasivos	Cualquier ancho	0,3 a 0,6
	650 a 1000	3,35			
	1200 a 1200	4,19			
	1400 a 2400	5,24			
Materiales no abrasivos	Cualquier ancho	1,05 – 1,68			

BANDAS TRANSPORTADORAS

**CAPACIDAD DE TRANSPORTE**

- Velocidades normalizadas en m/s (DIN 22101)

0,66	0,84	1,05	1,31	1,68	2,09	2,62	3,35	4,19	5,24
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Bv	0°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
500	38 0,0105	74 0,0205	80 0,0222	87 0,0241	91 0,0252	95 0,0263	98 0,0272
650	69 0,0191	133 0,0369	144 0,0400	156 0,0433	164 0,0455	172 0,0477	176 0,0488
800	108 0,0300	208 0,0577	227 0,0630	244 0,0677	258 0,0716	269 0,0747	276 0,0766
1000	173 0,0480	336 0,0933	365 0,1013	394 0,1094	415 0,1152	434 0,1205	445 0,1236
1200	255 0,0710	494 0,1370	537 0,1491	580 0,1612	610 0,1705	638 0,1777	654 0,1828
1400	351 0,0980	680 0,1903	738 0,2071	798 0,2240	840 0,2368	878 0,2467	900 0,2536
1600	464 0,1294	898 0,2519	976 0,1055	1055 0,2965	1110 0,3134	1160 0,3264	1190 0,3355

Capacidad en m<sup>3</sup>/hora para v = 1 m/s

Sección transversal en m<sup>2</sup>

BANDAS TRANSPORTADORAS

**CAPACIDAD DE TRANSPORTE**

Coefficiente geométrico (depende de la sección de la banda)

velocidad de la banda (m/s)

Flujo de material transportado (t/h)

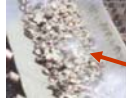
$$Q = C(0,9B - 0,05)^2 \cdot v \cdot \gamma \cdot k$$

Ancho de banda (m)

Densidad del material (t/m<sup>3</sup>)

**CAPACIDAD DE TRANSPORTE**

**EJEMPLO**



**Caliza**

- Peso específico = 1,4 T/m<sup>3</sup>
- Granulometría:
  - 10% de gruesos, tamaño máximo: 250 mm
  - Ángulo de talud dinámico o sobrecarga: 15°
  - No abrasivo, friable pero no reduce su precio, por ser necesaria una trituración posterior

**Geometría de la cinta:**

- L = 805 m, desnivel = 150 m, inclinación = 10,73°
- Ángulo de terna = 35°

**Capacidad a transportar:** 1500 T/hora

⇒ **¿Velocidad?**  
 ⇒ **¿Ancho de la Banda?**

**CAPACIDAD DE TRANSPORTE**

**EJEMPLO**

Inclinación (grados)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
k	1,0	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,85	0,81

θ=15°	Ángulo de talud dinámico	10 % gruesos, 90 % finos	100 % gruesos
	θ ≤ 20°	3	5
20° ≤ θ ≤ 30°	6	10	

**Tamaño máximo de grano 250 mm:**

**B = 3 · Tamaño máximo = 3 · 250 = 750 mm**

**B=800 mm**



BANDAS TRANSPORTADORAS

**CAPACIDAD DE TRANSPORTE**

**EJEMPLO**

$\lambda = 35^\circ$

**ÁNGULO DE TALUD DINÁMICO O SOBRECARGA  $\theta$**

B $\lambda$	0°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
500	38 0,0105	74 0,0205	80 0,0222	87 0,0241	91 0,0252	95 0,0263	98 0,0272
650	69 0,0191	133 0,0369	144 0,0400	156 0,0433	164 0,0455	172 0,0477	176 0,0488
800	108 0,0300	208 0,0577	227 0,0630	244 0,0677	258 0,0716	269 0,0747	276 0,0766
1000	173 0,0480	336 0,0933	365 0,1013	394 0,1094	415 0,1152	434 0,1205	445 0,1236
1200	255 0,0710	494 0,1370	537 0,1491	580 0,1612	610 0,1705	638 0,1777	654 0,1828
1400	351 0,0980	680 0,1903	738 0,2071	798 0,2240	840 0,2368	878 0,2467	900 0,2536
1600	464 0,1294	898 0,2519	976 0,1055	1055 0,2965	1110 0,3134	1160 0,3264	1190 0,3355

B = 800 mm

Para 1 m/s:  
 $Q_{v1} = 258 \text{ m}^3/\text{s}$

BANDAS TRANSPORTADORAS

**CAPACIDAD DE TRANSPORTE**

**EJEMPLO**

Material	B (mm)	V (m/s)
Granos y otros materiales que fluyen bien y no son abrasivos	500	2,62
	650 y 800	3,35
	1000 y 1200	4,19
	1400 y 2400	5,24
Carbón, arcilla compactada, minerales blandos y tierras, piedras trituradas de pequeño tamaño	500	2,09
	650 a 1000	3,35
	1200 a 1200	4,19
	1400 a 2400	5,24
Materiales no abrasivos	Cualquier ancho	1,05 – 1,68

$$Q = 3600 \cdot v \cdot A \cdot \gamma \cdot k \quad [\text{t/h}]$$

$$Q_v = \frac{Q}{\gamma} = 3600 \cdot v \cdot A \cdot k \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

- Como  $A_{v1} = A_{v2}$ :

$$Q_{v2} = \frac{Q_{v1}}{v_1 \cdot k_1} \cdot v_2 \cdot k_2 = \frac{258}{1 \cdot 1} \cdot 3,35 \cdot 0,95 = 821 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$Q_2 = \gamma \cdot Q_{v2} = 1150 \text{ t/hora} < 1500 \text{ t/hora}$$

**CAPACIDAD DE TRANSPORTE**

**EJEMPLO**

- Elegimos B = 1000 mm

ÁNGULO DE TALUD DINÁMICO O SOBRECARGA 0							
Bλ.	0°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
500	38 0,0105	74 0,0205	80 0,0222	87 0,0241	91 0,0252	95 0,0263	98 0,0272
650	69 0,0191	133 0,0369	144 0,0400	156 0,0433	164 0,0455	172 0,0477	176 0,0488
800	108 0,0300	208 0,0577	227 0,0630	244 0,0677	258 0,0716	269 0,0747	276 0,0766
1000	173 0,0480	336 0,0933	365 0,1013	394 0,1094	415 0,1152	434 0,1205	445 0,1236
1200	255 0,0710	494 0,1370	537 0,1491	580 0,1612	610 0,1705	638 0,1777	654 0,1828
1400	351 0,0980	680 0,1903	738 0,2071	798 0,2240	840 0,2368	878 0,2467	900 0,2536
1600	464 0,1294	898 0,2519	976 0,1055	1055 0,2965	1110 0,3134	1160 0,3264	1190 0,3355

**CAPACIDAD DE TRANSPORTE**

**EJEMPLO**

- Elegimos B = 1000 mm

Material	B (mm)	V (m/s)
Granos y otros materiales que fluyen bien y no son abrasivos	500	2,62
	650 y 800	3,35
	1000 y 1200	4,19
	1400 y 2400	5,24
Carbón, arcilla compactada, minerales blandos y tierras, piedras trituradas de pequeño tamaño	500	2,09
	650 a 1000	3,35
	1200 a 1200	4,19
	1400 a 2400	5,24
Material no abrasivos	Cualquier ancho	1,05 – 1,68

Para no sobredimensionar

v=3,35 m/s

- Velocidades normalizadas en m/s (DIN 22101)

0,66	0,84	1,05	1,31	1,68	2,09	2,62	3,35	4,19	5,24
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

**CAPACIDAD DE TRANSPORTE****EJEMPLO**

- Elegimos  $B = 1000 \text{ mm} \Rightarrow Q_{v1} = 415 \text{ m}^3/\text{h}$  y  $v_2 = 3,35 \text{ m/s}$

$$Q_{v2} = \frac{Q_{v1}}{v_1 \cdot k_1} \cdot v_2 \cdot k_2 = \frac{415}{1 \cdot 1} \cdot 3,35 \cdot 0,95 = 1320,7 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$Q_2 = \gamma \cdot Q_{v2} = 1849 \text{ t/hora}$$

Valor válido

$$B = 1000 \text{ mm y } v = 3,35 \text{ m/s}$$