

EJERCICIO SOBRE CINTAS TRANSPORTADORAS

1. En una cantera de caliza se desea transportar a una distancia de 350 metros, el material procedente de la trituradora primaria con una granulometría máxima (k) de 200 mm y una densidad de 2.4 t/m^3 . Se requiere una capacidad para la instalación de transporte de 1200 t/h. Se pide determinar la anchura de la banda, la velocidad de la cinta transportadora y la potencia estándar del motor que se requeriría para la cinta propuesta, considerando una eficiencia del 90%.

Otros datos:

- El material triturado contiene un 80% de finos (heterogéneo).
- El desnivel que debe superar la cinta es de unos 11 metros.
- La banda debe formar una artesa de 30° con un conjunto de tres rodillos.
- Condiciones normales de trabajo para la cinta transportadora.

Solución:

1. Determinación de la anchura de la banda, B.

Partiendo del dato de una granulometría (k) máxima de 200 mm, y siendo el material heterogéneo, según la siguiente tabla se escoge una anchura de cinta de 650 mm.

Ancho de banda mínimo (mm)	Granulometría, k (mm)	
	Homogénea (sized)	Heterogénea (unsized)
400	50	100
500	80	150
650	130	200
800	200	300
1000	250	400
1200	350	500
1400	400	600
1600	450	650
1800	550	700
2000	600	800

(Tomado de DUNLOP, pág. 36)

2. Determinación de la velocidad de la cinta, v.

Según recomendación de la siguiente tabla, para una caliza triturada, se recomienda una velocidad entre 1.05 y 2.09 m/s.

Velocidades de la cinta transportadora recomendadas (m/s)

Aplicación	v (m/s)
Cargas unitarias, líneas ensambladas	≤ 1.68
Cintas móviles	0.52 - 1.68
Material muy pulverulento: harinas, cemento, etc.	≤ 1.31
Cenizas volantes	≤ 1.68
Caliza triturada, arenas y gravas, grano	1.05 - 2.09
Mineral, carbón bituminoso, plantas térmicas, parques de almacenamiento e instalaciones de carga	1.31 - 3.35
Cintas de gran longitud, estériles, lignito	2.62 - 6.60
Cintas lanzadoras (apiladoras)	≥ 8.40
Cintas perfiladas de pendiente pronunciada (diseño Chevron o High Chevron)	0.84 - 2.62

(Tomado de DUNLOP, pág. 35)

Por otro lado, la siguiente tabla nos proporciona la capacidad, en m³/h, para una cinta de 650 mm con una velocidad de 1 m/s y una artesa a 30^a, siendo esta capacidad de 156 m³/h.

Ancho de Banda (mm)	Banda plana (m ³ /h)	Banda en artesa DIN 22107			L ₁ = L ₂ (mm)	Artesa 20° (m ³ /h)	Artesa 25° (m ³ /h)	Artesa 30° (m ³ /h)	Artesa 35° (m ³ /h)	Artesa 40° (m ³ /h)	Artesa 45° (m ³ /h)
		L ₁ (mm)	L ₂ (rodillo central) (mm)	Artesa 20° (m ³ /h)							
300	12	132	132		132						
400	23	165	165		165						
500	38	200	200	74	200	74	80	87	91	95	98
650	69	250	250	133	250	133	144	156	164	172	176
800	108	315	315	208	315	208	227	244	258	269	276
1.000	173	380	380	336	380	336	365	394	415	434	445
1.200	255	465	465	494	465	494	537	580	610	638	654
1.400	351	530	530	680	530	680	738	798	840	878	900
1.600	464	530	735	850	600	898	976	1.055	1.110	1.160	1.190
1.800	592	600	800	1.085	670	1.145	1.245	1.340	1.415	1.475	1.515
2.000	735	665	870	1.350	740	1.422	1.545	1.665	1.760	1.835	1.880
2.200	893	735	930	1.675	800	1.730	1.880	2.030	2.140	2.235	2.290
2.400	1.070	800	1.000	2.010	870	2.070	2.250	2.430	2.560	2.670	2.740
2.600	1.260	870	1.060	2.390	940	2.430	2.640	2.850	3.000	3.135	3.220
2.800	1.465	930	1.140	2.770	1.000	2.840	3.085	3.330	3.510	3.660	3.760
3.000	1.683	1.000	1.200	3.200	1.070	3.270	3.550	3.830	4.040	4.210	4.320

Fuente: ITGE (1991). Manual de Arranque, Carga y Transporte en Minería a Cielo Abierto. 664 pp

La capacidad en t/h nos da un valor de:

$$Q_m = 156 \text{ m}^3/\text{h} \times 2.4 \text{ t/m}^3 = 374.4 \text{ (t/h)/(1 m/s)} \quad (1)$$

Luego para obtener 1200 t/h se precisa que la cinta tenga una velocidad de:

$$v = \frac{1200 \text{ t/h}}{374.4 \text{ t/h}} = 3.2 \text{ m/s} \quad (2)$$

Luego, esta velocidad es superior a lo recomendado, por ello, vamos a elegir la siguiente anchura de banda que es la de 800 mm. Para esta nueva elección de anchura según la siguiente tabla, nos proporciona una capacidad de 244 m³/h por cada m/s de velocidad.

Ancho de Banda (mm)	Banda plana (m ³ /h)	Banda en artesa DIN 22107			L ₁ = L ₂ (mm)	Artesa 20° (m ³ /h)	Artesa 25° (m ³ /h)	Artesa 30° (m ³ /h)	Artesa 35° (m ³ /h)	Artesa 40° (m ³ /h)	Artesa 45° (m ³ /h)
		L ₁ (mm)	L ₂ (rodillo central) (mm)	Artesa 20° (m ³ /h)							
300	12	132	132		132						
400	23	165	165		165						
500	38	200	200	74	200	74	80	87	91	95	98
650	69	250	250	133	250	133	144	156	164	172	176
800	108	315	315	208	315	208	227	244	258	269	276
1.000	173	380	380	336	380	336	365	394	415	434	445
1.200	255	465	465	494	465	494	537	580	610	638	654
1.400	351	530	530	680	530	680	738	798	840	878	900
1.600	464	530	735	850	600	898	976	1.055	1.110	1.160	1.190
1.800	592	600	800	1.085	670	1.145	1.245	1.340	1.415	1.475	1.515
2.000	735	665	870	1.350	740	1.422	1.545	1.665	1.760	1.835	1.880
2.200	893	735	930	1.675	800	1.730	1.880	2.030	2.140	2.235	2.290
2.400	1.070	800	1.000	2.010	870	2.070	2.250	2.430	2.560	2.670	2.740
2.600	1.260	870	1.060	2.390	940	2.430	2.640	2.850	3.000	3.135	3.220
2.800	1.465	930	1.140	2.770	1.000	2.840	3.085	3.330	3.510	3.660	3.760
3.000	1.683	1.000	1.200	3.200	1.070	3.270	3.550	3.830	4.040	4.210	4.320

Fuente: ITGE (1991). Manual de Arranque, Carga y Transporte en Minería a Cielo Abierto. 664 pp

La capacidad en t/h nos da un valor de:

$$Q_m = 244 \text{ m}^3/\text{h} \times 2.4 \text{ t/m}^3 = 585.6 \text{ (t/h)/(1 m/s)} \quad (3)$$

Luego para obtener 1200 t/h se precisa que la cinta tenga una velocidad de:

$$v = \frac{1200 \text{ t/h}}{585.6 \text{ t/h}} = 2.04 \text{ m/s} \quad (4)$$

Por lo que es una velocidad adecuada y para ello se adopta una velocidad próxima estándar como es la de 2.09 m/s.

3. Determinación del ángulo de inclinación, δ ($^\circ$).

El ángulo de inclinación será:

$$\delta = \arctan\left(\frac{11 \text{ m}}{350 \text{ m}}\right) = 1.8^\circ \quad (5)$$

4. Determinación de C_B .

Según la siguiente tabla se obtiene un valor de 144.

Valor C_B (kg/m)

Tipo Operación	Densidad material ρ (t/m ³)	Anchura de la banda, B (mm)											
		300	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200
Ligera	Hasta 1.0	31	54	67	81	108	133	194	227	291			
Media	1.0 a 2.0	36	59	76	92	126	187	277	320	468	554	691	745
Pesada	Superior 2.0		65	86	103	144	241	360	414	644	727	957	1033

(Tomado de DUNLOP, pág. 41)

5. Determinación de k_f .

Según la siguiente tabla se obtiene un valor de 1.

Factor k_f

Condiciones de operación de la cinta transportadora	k_f
Favorables, buen alineamiento, velocidad baja	1.17
Condiciones normales estándar	1
Desfavorables, pulverulentas, baja temperatura, sobrecarga, alta velocidad	0.87 - 0.74
Temperaturas extremadamente bajas	0.57

(Tomado de DUNLOP, pág. 41)

6. Determinación de C_L .

Según la siguiente tabla se obtiene un valor de 41.

Factor C_L (1/m)

L (m)	3	4	5	6	8	10	12.5	16	20
C_L	667	625	555	526	454	417	370	323	286
L (m)	25	32	40	50	63	80	90	100	150
C_L	250	222	192	167	145	119	109	103	77
L (m)	200	250	300	350	400	450	500	550	600
C_L	63	53	47	41	37	33	31	28	26
L (m)	700	800	900	1000	1500	2000			
C_L	23	20	18	17	12	9			

L (m) = Longitud de la cinta de transporte

(Tomado de DUNLOP, pág. 41)

7. Determinación del valor de la potencia P_T .

Con todos los términos determinados el valor de la potencia teórica, P_T , será:

$$P_T = \frac{C_B \times v + Q_m}{C_L \times k_f} + \frac{H \times Q_m}{367} = \frac{144 \times 2.09 + 1200}{41 \times 1} + \frac{11 \times 1200}{367} = 72.58 \text{ kW} \quad (6)$$

8. Determinación del valor de la potencia P_M .

La potencia motor, P_M , considerando una eficiencia del 90% será:

$$P_M = \frac{P_T}{\eta} = \frac{72.58 \text{ kW}}{0.90} = 80.64 \text{ kW} \quad (7)$$

9. Determinación de la potencia estándar o normalizada P_N .

Según potencias normalizadas de fabricantes (tabla adjunta) la potencia que se deberá elegir es de 90 kW.

Potencias estándar de motores eléctricos (kW)

1.5	2.2	3	4	5.5	7.5	11
15	18.5	22	30	37	45	55
75	90	110	132	160	200	250
315	400	500	630			

(Tomado de DUNLOP, pág. 41)