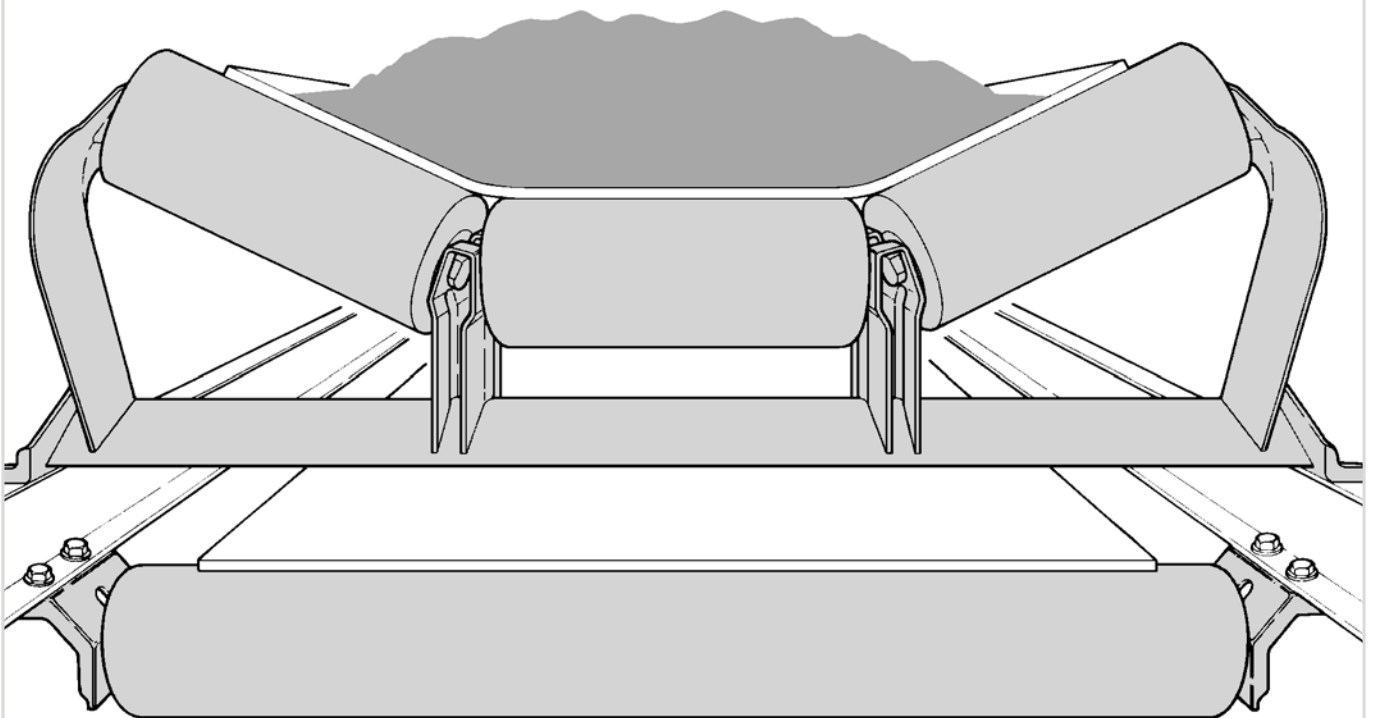


CALCOLO E SCELTA



CALCOLO E SCELTA DELLE STAZIONI A RULLI NEI TRASPORTATORI A NASTRO

Nel redigere il testo di queste "informazioni tecniche" si è considerata nota la norma UNI 8384, dal titolo:

- APPARECCHIATURE PER TRASPORTATORI INTERNI
- TRASPORTATORI A NASTRO MUNITI DI RULLI PORTANTI
- CALCOLO DELLA POTENZA D'AZIONAMENTO E DELLE TENSIONI DEL NASTRO

Questa norma italiana corrisponde sostanzialmente alla traduzione della norma ISO 5048.

Le dimensioni delle stazioni a rulli contenute nel presente catalogo rispettano o tengono sostanzialmente conto delle principali norme europee in materia, in particolare delle norme UNI 8726, ISO 1535, ISO 1537, DIN 22107, NF 53800, SF 2274 ecc.

These technical specifications have been drawn up in consideration of UNI regulation no. 8384, with the following title:

- CONTINUOUS MECHANICAL HANDLING EQUIPMENT
- BELT CONVEYORS FITTED WITH CARRYING ROLLERS
- CALCULATION OF THE OPERATING POWER AND TENSIONS OF THE BELT

This Italian regulation approximately corresponds to the translation of the standard ISO 5048.

The dimensions of the idlers in the catalogue respect the main European standards, in particular UNI 8728, ISO 1535, ISO 1537, DIN 22107, NF 53800, SF 2274 etc.

DESCRIZIONE DI UN TRASPORTATORE A NASTRO

È costituito essenzialmente da un nastro chiuso ad anello tenuto in tensione da due o più tamburi, uno dei quali comanda l'avanzamento.

La parte superiore del nastro assume una sezione a conca, adatta a contenere il materiale da trasportare, grazie alla disposizione dei numerosi rulli di sostegno (fig. 1).

Un minor numero di rulli sostiene il nastro scarico nel tratto di ritorno.

I trasportatori a nastro possono trasportare i materiali più diversi nelle più diverse condizioni ambientali. Per questo motivo la DUGOMRULLI ha realizzato una vasta gamma di rulli, tra i quali il progettista può sempre trovare la soluzione più idonea al caso specifico, dai piccoli trasportatori mobili usati per poche ore al giorno alle grandi installazioni portuali o minerarie, dagli ambienti sterili delle industrie alimentari a quelli chimicamente aggressivi delle industrie chimiche.

DESCRIPTION OF A BELT CONVEYOR

A belt conveyor basically consists of a belt joined in a continuous loop and kept taut by means of two or more drums, one of which controls the movement of the conveyor.

The upper part of the belt has a troughed section to contain the handled material due to the positioning of the various carrying rollers (fig. 1).

A smaller number of rollers support the unloaded belt in the return section.

Belt conveyors can handle a wide variety of materials in a range of environmental conditions. For this reason DUGOMRULLI has created a vast range of rollers suitable for any situation, from the small mobile conveyors used for a few hours per day to the large harbor or mining conveyor systems, from the sterile environments of the food industries to the chemically aggressive environments of the chemical industries.

Indicazioni dello schema di fig. 1:

- 1 - rulli superiori di linea;
- 2 - rulli superiori d'impatto;
- 3 - rulli di ritorno;
- 4 - rulli di ricalzo;
- 5 - tamburo motore;
- 6 - tamburo di rinvio;
- 7 - tamburi deviatori;
- 8 - tamburo tenditore.

Key to the diagram in fig. 1:

- 1 - upper carrying rollers
- 2 - upper impact rollers
- 3 - return rollers
- 4 - contrast idle pulleys
- 5 - driving pulley
- 6 - tail idle pulley
- 7 - deviator pulley
- 8 - tensioning idler pulley

RULLI

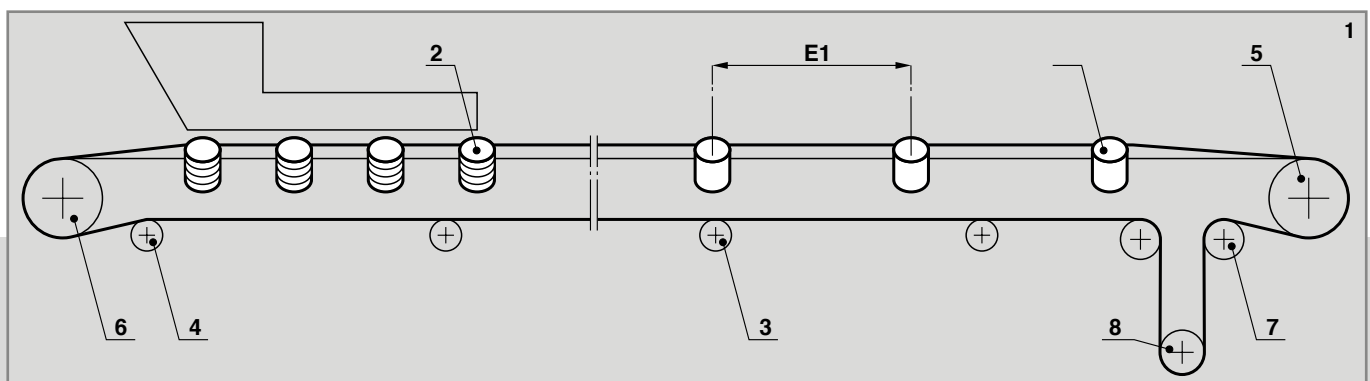
I rulli sono gli organi essenziali di sostegno e di guida dei nastri e devono possedere adeguate caratteristiche di portata, tenuta ed affidabilità anche in condizioni ambientali molto difficili.

I rulli di ricalzo devono essere scelti tenendo conto del sovraccarico provocato dalla tensione del nastro.

ROLLERS

Rollers are the essential support and guide elements of the belt and must maintain suitable characteristics of load, seal and reliability in very difficult environmental conditions.

The contrast rollers must be selected to cope with the overload created by the tension of the belt.



STAZIONI A RULLI

L'insieme di rulli e dei relativi elementi di sostegno forma una stazione. L'elemento di sostegno può essere costituito da una serie di supporti da imbullonare o da saldare sulla struttura del trasportatore, oppure da una "traversa portarulli" dotata di appositi fissaggi.

STAZIONI SUPERIORI

Le stazioni superiori sono essenzialmente di 3 tipi:

- 1) Stazioni piane (2a), generalmente con un solo rullo, che permettono il trasporto di carichi isolati o di materiali alla rinfusa, che non necessiti di contenimento laterale, oppure quando il nastro è dotato di bordi di contenimento.
- 2) Stazioni concave a due rulli (2b), generalmente usate in piccoli trasportatori, per lo più carrellati, con nastri fino a 650 mm di larghezza.
- 3) Stazioni formate da una terna di rulli (2c, d, e) nelle quali quelli laterali formano un angolo che può variare da 20° a 45°. Notare la soluzione a ghirlanda, che può essere montata direttamente al telaio (2d), oppure su di un'apposita traversa di sostegno (2e). Le stazioni portanti superiori sono generalmente montate con un interasse da 750 a 1250 mm. e da 250 a 350 mm. nei punti di carico (stazioni d'impatto con rulli gommati).

STAZIONI DI RITORNO

Le stazioni di ritorno sono essenzialmente di 2 tipi:

- 1) Stazioni piane, generalmente con un solo rullo (2f).
- 2) Stazioni formate da una coppia di rulli a 10° su di una traversa rigida (2g) o a ghirlanda (2h).

I rulli di ritorno lavorano, in genere, in condizioni ambientali particolarmente gravose, essendo quasi sempre a contatto con la parte sporca del nastro, e devono essere corrispondentemente sovradimensionati.

È pertanto consigliabile che i rulli di ritorno siano della stessa serie e diametro di quelli superiori con l'eventuale applicazione di anelli anticorrotta, quando richiesti dalla natura del materiale trasportato (abrasivo, appiccicoso ecc.).

Le stazioni di ritorno si montano generalmente con interassi variabili da 2.000 a 3.000 mm.

IDLERS

A group of rollers and relative elements of support form an idler. The support element can consist of a series of brackets to be bolted or welded onto the conveyor frame, or of a "roller supporting frame" equipped with special fittings.

UPPER IDLERS

The upper idlers generally consist of three types:

- 1) Flat belt idlers (2a), usually with a single roller, used to transport unit loads and bulk handling which do not need side containing devices or when the belt is fitted with side edges to contain the material.
- 2) 2 roll idlers (2b) are generally used in small movable conveyors, usually with a belt width of up to 650 mm.
- 3) 3 roll idlers (2c, d, e) in which the side rollers form an angle ranging from 20° to 45°.

Note the garland set, which can be directly mounted onto the conveyor's frame (2d), or on special support frames (2e). The upper carrying idlers are usually mounted with a center distance from 750 to 1250 mm and from 250 and 350 mm the loading points (impact idlers with rubber tread rollers).

RETURN IDLERS

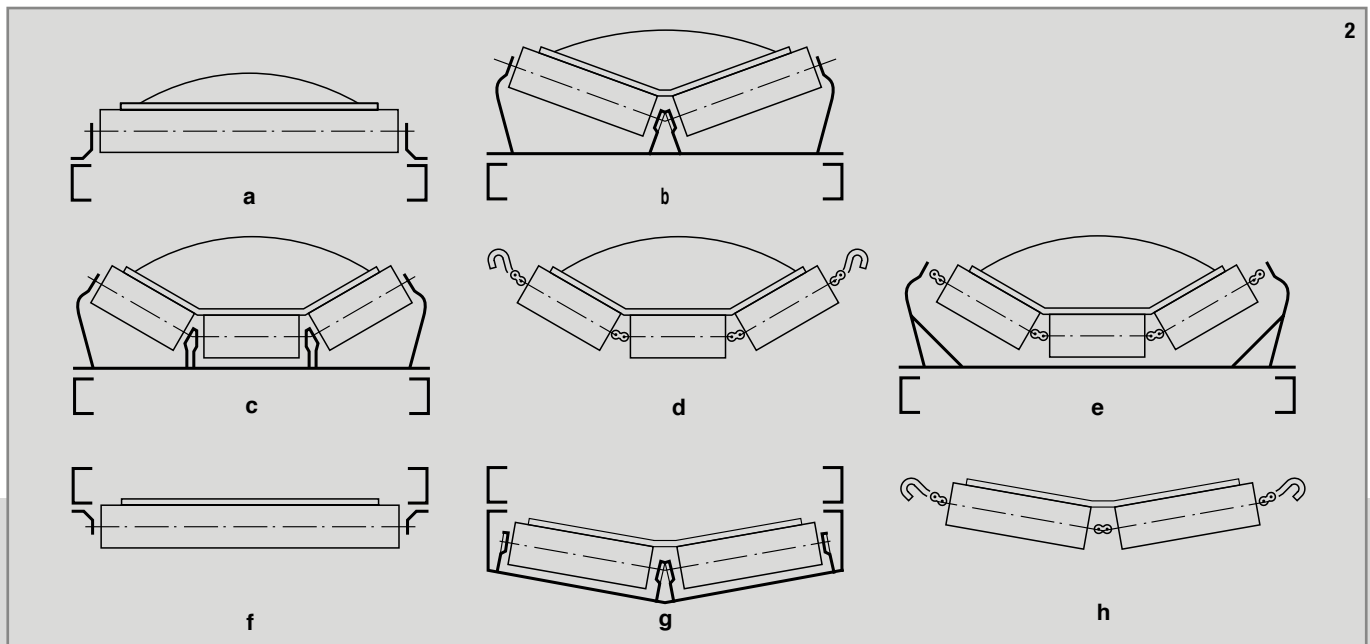
Return idlers are generally of two types:

- 1) Flat belt idlers, usually with a single roller (2f).
- 2) 10° 2 roll idlers on a fixed frame (2g) or in a garland formation (2h).

Return rollers should always be over-sized as they generally operate in particularly difficult environmental conditions, being almost always in contact with the dirty part of the belt.

Thus the return rollers should be of the same series and diameter of the upper rollers, possibly with anti-increase discs if requested by the nature of the material handled (abrasive, sticky, etc.).

The return idlers are usually mounted with a center distance from 2,000 to 3,000 mm.



SIGNIFICATO DEI SIMBOLI:

B [m]	larghezza del nastro	
E [m]	interasse delle stazioni superiori	
Er [m]	interasse delle stazioni di ritorno	
p [kg/m]	peso lineare del nastro	
Pe [daN]	carico EFFETTIVO su di una stazione superiore	
Pc [daN]	carico COMPENSATO su di una stazione superiore	
Pr [daN]	carico COMPENSATO su di una stazione di ritorno	
Qm [t/h]	portata oraria massima del trasportatore	
S [m ²]	sezione massima del materiale trasportato	
γ [kg/m ³]	peso specifico del materiale trasportato	
ρ [grad]	angolo di sovraccarico dinamico del materiale trasportato	
v [m/s]	velocità del nastro	
Kp	coefficiente di pezzatura	
Ks	coefficiente di servizio	
pz [mm]	pezzatura massima del materiale trasportato	
hg [h/g]	tempo di funzionamento giornaliero	
z	fattore da moltiplicare per passare da kg a daN	
a1	ambiente asciutto anche polveroso	} condizioni ambientali
a2	ambiente umido ed abrasivo	
a3	ambiente abrasivo e corrosivo	

CALCOLO DEL CARICO GRAVANTE SULLA STAZIONE A RULLI

Per passare dalla portata di un nastro trasportatore ai carichi massimi che agiscono sui rulli e sui relativi elementi di sostegno si devono conoscere o determinare le seguenti caratteristiche:

- materiale da trasportare: peso specifico, pezzatura, angolo di sovraccarico dinamico;
- trasportatore a nastro: portata oraria massima, velocità, interasse delle stazioni a rulli, condizioni di lavoro ed ambientali.

I calcoli relativi possono essere effettuati mediante l'utilizzo delle formule e delle tabelle riportate alle pagg. 5, 6, 7 e 8 che consentono di determinare:

- la sezione **S** massima, sul nastro, del materiale trasportato;
- la larghezza del nastro **B**;
- il peso lineare del nastro **P**;
- il carico effettivo **Pe** sulla stazione a rulli;
- il carico compensato **Pc** sulla stazione a rulli;
- il diametro dei rulli **D**;
- il carico gravante sui singoli rulli di una stazione;
- il dimensionamento delle traverse porta-rulli.

Per tenere conto della pezzatura si moltiplica il peso per un fattore d'impatto.
Il valore della pezzatura si intende riferito alla massima.

KEY TO SYMBOLS:

B [m]	belt width	
E [m]	centre distance of upper idlers	
Er [m]	centre distance of return stations	
p [kg/m]	linear weight of belt	
Pe [daN]	actual load on carrying idler	
Pc [daN]	compensated load on carrying idler	
Pr [daN]	compensated load on return idler	
Qm [t/h]	maximum hourly capacity of conveyor	
S [m ²]	maximum section of handled material	
γ [kg/m ³]	specific weight of handled material	
ρ [degrees]	dynamic surcharge angle of handled material	
v [m/s]	belt speed	
Kp	lump coefficient	
Ks	service coefficient	
pz [mm]	maximum lump size of handled material	
hg [h/day]	daily operating time	
z	factor to multiply to pass from Kg to daN	
a1	dry, possibly dusty environment	} environmental conditions
a2	wet and abrasive environment	
a3	abrasive and corrosive	

CALCULATION OF LOAD ON IDLER

To calculate the maximum loads on the rollers and the relative support elements based on the conveyor belt capacity, the following characteristics should be known or defined:

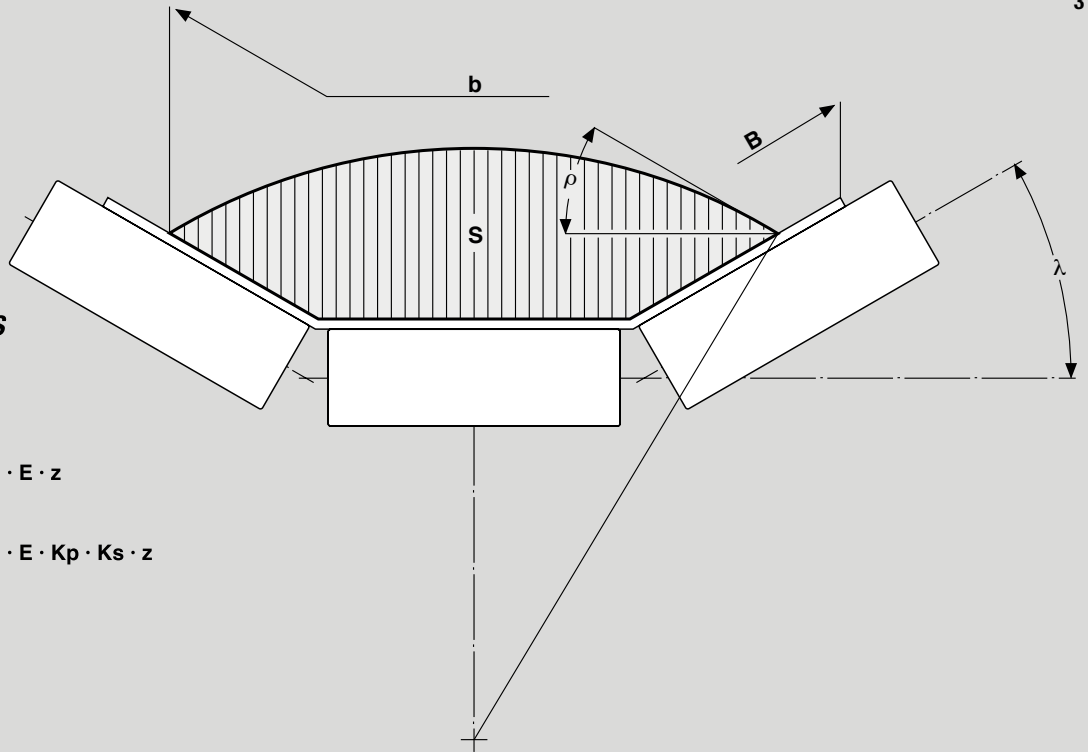
- material to be handled: specific weight, lump size and dynamic surcharge angle;
- belt conveyor: maximum hourly capacity, speed, centre distances of idlers, operating and environmental conditions.

The relative calculations can be made using the formulae and tables on pages 5, 6, 7 and 8 to determine the following:

- maximum cross sectional area **S** on the belt of the material handled;
- belt width **B**;
- linear weight of belt **P**;
- actual load **Pe** on the idler;
- compensated load **Pc** on the idler;
- diameter of rollers **D**;
- load on the single rollers of an idler;
- dimensions of the roller support frames.

The weight should be multiplied by an impact factor taking into account the lump size.
The value of the lump size is to be taken as the maximum.

3



FORMULA / FORMULAS

$$S = \frac{Qm}{3,6 \cdot v \cdot \gamma}$$

$$Pe = \left(\frac{Qm}{3,6 \cdot v} + p \right) \cdot E \cdot z$$

$$Pc = \left(\frac{Qm}{3,6 \cdot v} + p \right) \cdot E \cdot Kp \cdot Ks \cdot z$$

$$Pc = Pe \cdot Kp \cdot Ks$$

$$Pr = 2 \cdot p \cdot Er \cdot Ks \cdot z$$

$$Qm = 3,6 \cdot S \cdot v \cdot \gamma$$

Pezzatura max Lump size		γ [kg/m ³] peso specifico materiale trasportato specific weight of the handled material					4	Condizioni ambientali Environmental conditions		hg = [h/giorno] funzionamento giornaliero working hours per day				5
pz	mm	800	1200	1600	2000	2400				≤4	8	12	≥16	
		Kp								Ks				
100		1	1	1	1,1	1,1	a1		0,7	0,9	1	1,1	1,1	
150		1	1	1,1	1,1	1,2	a2		0,8	1	1,1	1,2	1,2	
200		1	1,1	1,1	1,2	1,2	a3		0,9	1,1	1,2	1,3	1,3	
250		1	1,1	1,1	1,2	1,3								
300		1,1	1,1	1,2	1,2	1,3								
350		1,1	1,2	1,2	1,3	1,4								
400		1,1	1,2	1,2	1,3	1,4								
Diametro rullo Rolls diameter		v [m/s] velocità del nastro Belt speed											6	
D	[mm]	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5			
		n [giri/min]		R.p.m.										
48		398	597											
60		318	477	637	796	955								
76		251	377	503	628	754	880							
89		215	322	429	536	644	751	858	966					
102		187	281	374	468	562	655	749	843	936				
108		177	265	354	442	531	619	707	796	884	973			
133		144	215	287	359	431	503	574	646	718	790			
159		120	180	240	300	360	420	480	541	601	661			

SIGNIFICATO DEI SIMBOLI

B	[mm]	larghezza del nastro in gomma
Pn	[Kg/m]	peso lineare del nastro
S	[m ²]	sezione massima del materiale trasportato
γ	[kg/m ³]	peso specifico del materiale trasportato
ρ	[gradi]	angolo di sovraccarico dinamico del materiale trasportato
λ	[gradi]	angolo dei rulli della stazione

KEY TO SYMBOLS

B	[mm]	width of rubber belt
Pn	[Kg/m]	linear weight of belt
S	[m ²]	maximum cross sectional area of handled material
γ	[kg/m ³]	specific weight of handled material
ρ	[degrees]	dynamic surcharge angle of handled material
λ	[degrees]	idler troughing

SEZIONE MAX. DEL MATERIALE TRASPORTATO DAL NASTRO B

La tabella 8 riporta, per ogni nastro, la sezione massima di materiale che lo stesso è in grado di contenere, che dipende dalle dimensioni del nastro, dalla forma della conca e dall'angolo di sovraccarico dinamico, che il materiale trasportato assume, durante il passaggio sui rulli di sostegno. Dopo aver determinato la sezione S occorrente al materiale da trasportare, si utilizza la tabella 8 per stabilire la forma della stazione, l'angolo formato dai rulli λ e la larghezza del nastro B.

MAXIMUM CROSS SECTIONAL AREA OF MATERIAL HANDLED BY BELT B

Table 8 shows the maximum cross sectional area of material that each belt is able to contain, depending on the dimensions of the belt, the shape of the frame and the dynamic surcharge angle of the material handled as it passes over the carrying idlers. After defining the cross sectional area S required for the handled material, table 8 should be used to define the form of the idler, the idler troughing λ and the belt width B.

LARGHEZZA DEL NASTRO IN FUNZIONE DELLA PEZZATURA

La larghezza del nastro precedentemente stabilita va controllata anche in funzione della pezzatura massima del materiale trasportato.

A questo scopo si può utilizzare il diagramma 7.

BELT WIDTH IN RELATION TO LUMP SIZE

The previously established belt width should also be checked in relation to the maximum lump size of the material handled. Diagram 7 can be used for this purpose.

LETTURA DEL DIAGRAMMA "7"

La linea 1 si riferisce ad un materiale con 10% di grossa pezzatura, 90% piccola ed angolo $\rho = 20^\circ$

La linea 2 si riferisce solo a grossa pezzatura ed angolo $\rho = 20^\circ$

La linea 3 si riferisce a 10% grossa pezzatura, 90% piccola, angolo $\rho = 30^\circ$

La linea 4 si riferisce solo a grossa pezzatura ed angolo $\rho = 30^\circ$
S'intende che la piccola pezzatura sia $\leq 1/10$ di quella massima.

KEY TO DIAGRAM "7"

Line 1 refers to a material containing 10% large lumps, 90% small and an angle $\rho = 20^\circ$

Line 2 refers only to large lumps and to an angle $\rho = 20^\circ$

Line 3 refers to 10% large lumps, 90% small and an angle $\rho = 30^\circ$

Line 4 refers only to large lumps and an angle $\rho = 30^\circ$

Small lumps are intended as $\leq 1/10$ of the maximum lump size.

Se per esempio, si deve trasportare del materiale che ha una pezzatura max di 200 mm. ed una composizione definita dalla linea 3 del diagramma, la larghezza del nastro occorrente sarà 1200 mm.

If for example the material to be handled has a maximum lump size of 200 mm and a composition defined by line 3 of the diagram, the required belt width will be 1200 mm.

PESO MEDIO STIMATO DEL NASTRO

I pesi dei nastri variano secondo la costruzione, la marca, ecc.

La tabella 9 riporta una stima approssimativa che tiene conto anche dei nastri pesanti utilizzati per grandi distanze.

Se possibile, considerare i valori effettivi forniti dal costruttore dei nastri.

Per nastri con inserti in acciaio il peso aumenta indicativamente del 50%.

ESTIMATED MEAN WEIGHT OF BELT

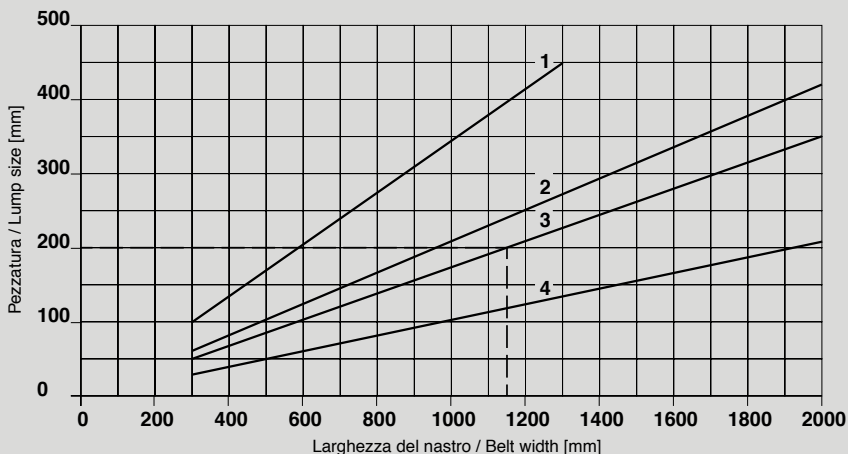
Belt weights vary according to the type of manufacture, the brand, etc.

Table 9 shows an approximate estimate, which also considers heavy-duty belts used for long distances.

If possible the actual values supplied by the belt manufacturer should be consulted.

For belts with steel components the weight increase approximately by the 50%.

LARGHEZZA DEL NASTRO IN FUNZIONE DELLA PEZZATURA

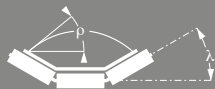




BELT WIDTH IN RELATION TO LUMP SIZE

7

SEZIONE MAX. DEL MATERIALE TRASPORTATO DAL NASTRO

CROSS SECTIONAL AREA

FORMA STAZIONE IDLER SHAPE									
B	ρ	λ angolo dei rulli <i>idler troughing</i>						λ	
		20°	25°	30°	35°	40°	45°		
		S sezione max (m²)			S sectional area (m²)				
400	10°	0,0086	0,0098	0,0109	0,0119	0,0127	0,0134	0,0102	0,0028
	20°	0,0113	0,0124	0,0134	0,0143	0,0150	0,0155	0,0127	0,0057
	30°	0,0141	0,0152	0,0160	0,0168	0,0173	0,0177	0,0154	0,0087
500	10°	0,0144	0,0165	0,0184	0,0200	0,0214	0,0225	0,0170	0,0047
	20°	0,0190	0,0209	0,0226	0,0240	0,0252	0,0260	0,0212	0,0094
	30°	0,0237	0,0255	0,0269	0,0282	0,0291	0,0297	0,0257	0,0145
600	10°	0,0219	0,0250	0,0278	0,0303	0,0324	0,0341	0,0255	0,0070
	20°	0,0286	0,0315	0,0341	0,0362	0,0380	0,0393	0,0318	0,0142
	30°	0,0357	0,0384	0,0406	0,0425	0,0438	0,0448	0,0384	0,0218
650	10°	0,0262	0,0299	0,0333	0,0363	0,0388	0,0408	0,0304	0,0083
	20°	0,0342	0,0377	0,0407	0,0433	0,0454	0,0469	0,0380	0,0169
	30°	0,0426	0,0458	0,0485	0,0507	0,0524	0,0534	0,0459	0,0259
800	10°	0,0413	0,0473	0,0526	0,0573	0,0612	0,0643	0,0475	0,0130
	20°	0,0539	0,0594	0,0642	0,0683	0,0715	0,0740	0,0594	0,0265
	30°	0,0671	0,0722	0,0764	0,0799	0,0824	0,0841	0,0718	0,0406
1000	10°	0,0668	0,0765	0,0851	0,0927	0,0990	0,1040	0,0765	0,0210
	20°	0,0871	0,0960	0,1038	0,1103	0,1160	0,1200	0,0956	0,0427
	30°	0,1084	0,1170	0,1230	0,1290	0,1330	0,1360	0,1160	0,0653
1200	10°	0,0985	0,1130	0,1250	0,1370	0,1460	0,1530		0,0308
	20°	0,1280	0,1410	0,1530	0,1620	0,1700	0,1760		0,0626
	30°	0,1590	0,1710	0,1820	0,1900	0,1960	0,2000		0,0958
1400	10°	0,1360	0,1560	0,1740	0,1890	0,2020	0,2120		0,0425
	20°	0,1770	0,1950	0,2110	0,2250	0,2350	0,2430		0,0864
	30°	0,2200	0,2370	0,2510	0,2620	0,2700	0,2760		0,1320
1600	10°	0,1800	0,2060	0,2290	0,2500	0,2670	0,2800		0,0560
	20°	0,2340	0,2580	0,2790	0,2970	0,3110	0,3210		0,1140
	30°	0,2910	0,3130	0,3320	0,3460	0,3570	0,3640		0,1740
1800	10°	0,2300	0,2630	0,2930	0,3190	0,3410	0,3580		
	20°	0,2990	0,3300	0,3570	0,3790	0,3970	0,4100		
	30°	0,3720	0,4000	0,4230	0,4420	0,4560	0,4650		
2000	10°	0,2860	0,3280	0,3650	0,3970	0,4240	0,4450		
	20°	0,3720	0,4100	0,4430	0,4710	0,4930	0,5100		
	30°	0,4620	0,4970	0,5260	0,5500	0,5670	0,5780		

PESO MEDIO LINEARE DEL NASTRO

BELT LINEAR AVERAGE WEIGHT

Ps [Kg/m³]	B [mm]										
	400	500	600	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
Pn [Kg/m]											
500-1200	3,6	4,6	5,3	5,7	7,5	12,3	16,4	19,4	22,5	24,6	27,9
1200-2000	4,2	5,2	6,4	7,0	8,8	13,4	17,6	20,7	25,0	28,1	33,5
2000-2400	4,7	5,9	7,0	7,6	10,0	15,6	19,9	23,1	27,5	30,5	36,8

CALCOLO E SCELTA DELLE STAZIONI A RULLI NEI TRASPORTATORI A NASTRO

CARICO "Cr" GRAVANTE SUI SINGOLI RULLI DI UNA STAZIONE

Nelle stazioni piane, il carico sulla stazione coincide con quello che grava sul rullo singolo.

$$Cr = Pc$$

Nelle stazioni concave a due rulli, il carico trasportato grava quasi esclusivamente sui due cuscinetti centrali: quindi si considera che la portata di una coppia sia praticamente uguale a quella di un rullo singolo.

$$Cr = Pc$$

Nelle stazioni concave a tre rulli (fig. 10), il rullo centrale sopporta da solo dal 60% al 70% del carico dell'intera stazione, come indicato dal coefficiente x riportato nella figura stessa.

$$Cr = Pc \cdot x$$

SCELTA DEI RULLI

Un rullo per trasportatori che, ruotando, ha il compito di permettere il movimento del nastro, deve funzionare per parecchi anni con una minima resistenza al moto.

La durata di un rullo è determinata da molti fattori ed in particolare da:

- le condizioni ambientali;
- le caratteristiche dei materiali trasportati;
- il carico che lo sollecita;
- il suo dimensionamento;
- le caratteristiche dei cuscinetti sui quali ruota;
- la lubrificazione a vita;
- l'efficacia delle tenute.

La vita utile dei cuscinetti è definita come la durata in ore del 90% di essi senza che si verifichino rotture, aumenti di rumorosità e d'attrito. Questa definizione è valida se i cuscinetti lavorano in condizioni normali di lubrificazione ed ambientali.

Le moderne tecniche costruttive DUGOMRULLI consentono la fabbricazione di componenti veramente affidabili e di lunga durata, che non richiedono manutenzione anche nelle peggiori condizioni ambientali. La scelta dei rulli viene fatta confrontando il carico Cr , prima calcolato, con i carichi delle tabelle che, in ogni capitolo del presente catalogo, riportano i carichi dei vari tipi di rulli in funzione della durata di progetto, velocità di rotazione e lunghezza.

Indipendentemente dal risultato del calcolo, certi tipi di materiali trasportati e certe condizioni di ambientali, limitano la possibilità di scelta dei rulli a quelli serie pesante presentati nel capitolo M07 (vedi dopo).

"Cr" LOAD ON THE SINGLE ROLLERS OF AN IDLER

In flat belt idlers, the load on the idlers is equal to the load on the single roller.

$$Cr = Pc$$

In troughed belt 2-roll idlers, the handled load is almost exclusively supported by the two central bearings: thus the capacity of 2 rollers should be considered as more or less equal to that of a single roller.

$$Cr = Pc$$

In troughed belt 3-roll idlers (fig. 10), the central roller supports from 60% to 70% of the load of the entire idler, as indicated by the coefficient x shown in the diagram.

$$Cr = Pc \cdot x$$

CHOICE OF ROLLERS

A roller for conveyors must have a working life of several years with a minimum resistance to movement.

The working life of a roller is determined by many factors, including:

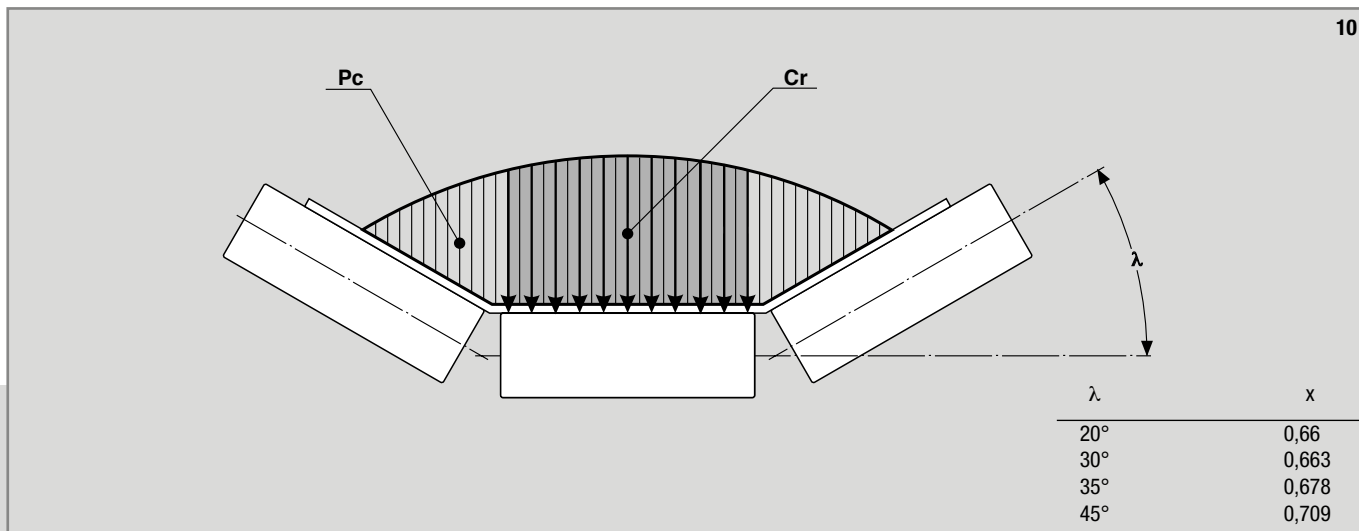
- the environment conditions
- the characteristics of the material handled
- the load that subjects it to stress,
- the dimensions of the roller,
- the characteristics of the bearings on which it rotates,
- permanent greasing,
- the efficacy of the seals.

The working life of the bearings is defined as the duration in hours of 90% of them without failures, increases in noise and friction.

This definition applies when the bearings work in normal environmental and lubrication conditions.

Using modern DUGOMRULLI construction techniques, extremely reliable and long-lasting components are manufactured which do not require maintenance even in the worst environmental conditions. The rollers are selected by comparing the load Cr , calculated above, with the loads of the tables printed in each section of this catalogue to list the loads of the various types of rollers in relation to the rated life, rotation speed and length.

Regardless of the result of the calculation, certain types of carried materials and certain environmental conditions set a limit to the choice of rollers to those heavy series presented in Chapter M07 (see below).



TRAVERSE PORTARULLI

Le traverse sostengono i rulli e determinano la concavità del nastro. Le traverse portarulli dovrebbero sempre avere una forma "autopulente" (fig. 11), che si ottiene con una trave angolare (1) con il vertice in alto e con supporti laterali e centrali, il cui profilo si allontana il più possibile dalle testate dei rulli (2-3-4).

Le norme ISO prevedono dei valori minimi per la distanza (5) tra la generatrice inferiore del rullo centrale ed il vertice della trave. I supporti laterali possono essere inclinati in avanti di un angolo di convergenza Σ , generalmente di 2°, per una migliore guida in linea del nastro. Questa soluzione non può essere adottata nel caso di nastri reversibili

DIMENSIONAMENTO DELLE TRAVERSE PORTARULLI

A parità di larghezza di nastro, il dimensionamento di una traversa portarulli cambia sensibilmente in funzione del peso specifico e della pezzatura del materiale.

La scelta viene fatta confrontando il carico massimo P_t , indicato per ogni tipo di traversa nelle tabelle del capitolo P2, con il carico compensato P_c , calcolato precedentemente, senza tenere conto del peso proprio dei rulli portanti, che è già stato considerato. Quindi sarà:

$P_c < P_t$

ROLLER SUPPORT FRAMES

The frames support the rollers and define the troughing angle of the belt. The roller support frames should always have a "self-cleaning" form (fig. 11) obtained with a corner beam (1) with the apex at the top and with side and central supports, whose profile is as far as possible from the roller end-caps (2-3-4).

ISO Standards dictate the minimum values for the distance (5) between the lower generating line of the central roller and the apex of the beam.

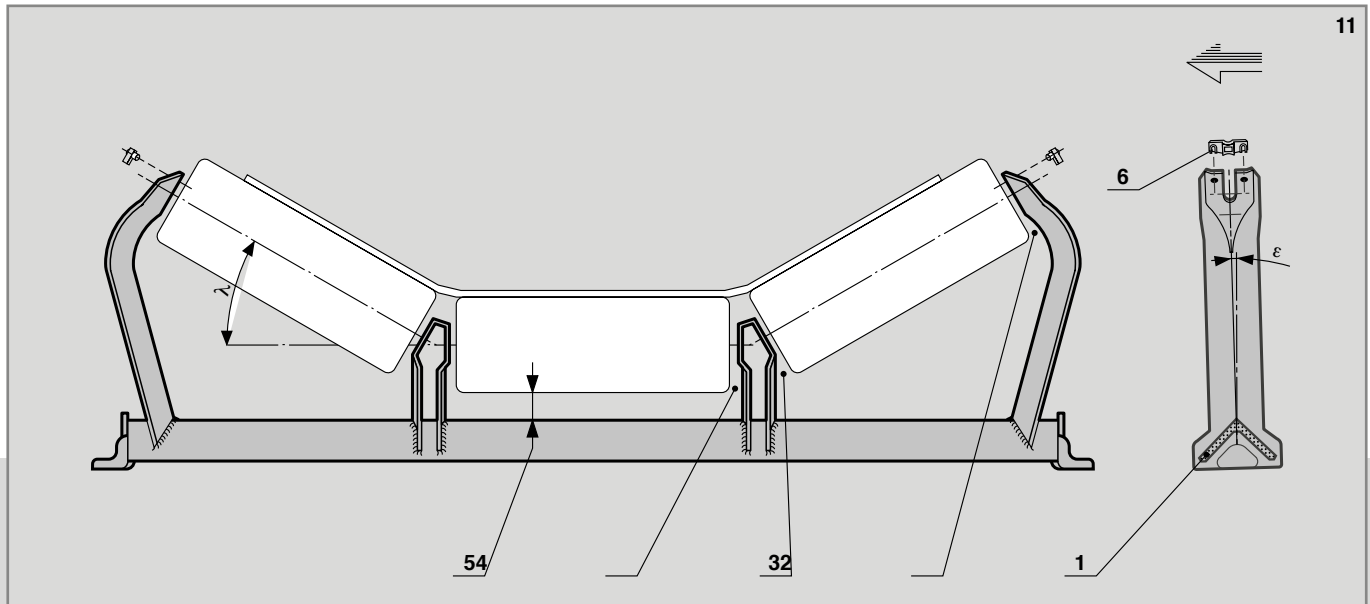
The side supports can be sloped forwards by an angle (angle of convergence, usually 2°) for a better belt line guide. This method cannot be used where reversible belts are used.

DIMENSIONS OF THE FRAMES

Like the belt width, the dimensions of a frame changes considerably in relation to the specific weight and the lump size of the material. The selection is made by comparing the maximum load P_t , indicated for each type of frame in the tables in section P2, with the compensated load P_c , calculated beforehand, without considering the weight of the supporting rollers themselves, which has already been calculated.

Thus:

$P_c < P_t$



11

ESEMPIO DI CALCOLO

Il materiale che deve essere trasportato è dolomite frantumata avente le seguenti caratteristiche:

γ	= 1500 kg/m ³ di peso specifico;
p_z	= 200 mm di pezzatura (solo grossa);
ρ	= 20°, angolo di sovraccarico dinamico.

Le caratteristiche del trasportatore a nastro sono le seguenti:

Q_m	= 1580 t/h, portata oraria;
v	= 3 m/s, velocità del nastro;
E	= 1,1 m, interasse delle stazioni superiori a 3 rulli;
E_r	= 3 m, interasse dei rulli di ritorno;
h	= 30000 h, durata di progetto in ore;
hg	= 12 h/giorno, tempo di funzionamento giornaliero.

In funzione delle condizioni di lavoro ed ambientali si possono scegliere, facendo riferimento alle tabelle 4 e 5 di pag. 5, i relativi coefficienti, che sono:

k_p	= 1,1 coefficiente di pezzatura;
k_s	= 1,1 12 h/giorno in ambiente a2.

Si determina la sezione del materiale trasportato:

$$S = \frac{Q_m}{3,6 \cdot v \cdot \gamma} = \frac{1580}{3,6 \cdot 3 \cdot 1500} = 0,0975 \text{ m}^2$$

Dalla tabella 8 di pag. 7 si vede che è possibile scegliere un nastro largo $B = 1000$ mm, sostenuto da una terna a 30°. Il materiale trasportato ha un angolo di sovraccarico dinamico $\rho = 20^\circ$ e può assumere una sezione $S = 0,1038 \text{ m}^2$.

Si controlla la larghezza del nastro in funzione della pezzatura.

Il diagramma della fig. 7 di pag. 6, indica che per una pezzatura di 200 mm solo grossa ed un angolo ρ di 20°, il nastro occorrente è di poco inferiore a 1000 mm. Resta quindi valida la larghezza determinata precedentemente.

CARICO COMPENSATO P_c DELLE STAZIONI SUPERIORI

Dalla tabella 9 di pag. 7 si ricava un peso del nastro di 13,4 kg/m da utilizzare nel calcolo di P_e e di P_c :

$$P_e = \left(\frac{Q_m}{3,6 \cdot v} + p \right) \cdot E \cdot z =$$

$$= \left(\frac{1580}{3,6 \cdot 3} + 13,4 \right) \cdot 1,1 \cdot 0,981 = 172,3 \text{ daN}$$

$$P_c = P_e \cdot K_p \cdot k_s = 172,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 208,5 \text{ daN} = 2086 \text{ N}$$

CARICO SUI RULLI

Se non si vuole superare la velocità di 500 giri/min, si deve scegliere, nella tab. 6 di pag. 5, $D = 133$ mm che alla velocità v di 3 m/s compie 431 giri/min.

Come definito a pag. 8 fig. 10 il maggior carico è sopportato dal rullo centrale della terna, nella seguente misura:

$$C_r = P_c \cdot x = 208,5 \cdot 0,663 = 138,2 \text{ daN} = 1382 \text{ N}$$

C_r e P_c saranno i dati che permetteranno di scegliere il tipo di rullo adatto e la traversa portarulli adatta, nei capitoli specifici del presente catalogo.

Indipendentemente dal risultato del calcolo, certi tipi di materiali, quali, ad esempio, quelle contrassegnate con i codici M, R, S, Z nella tabella di pag. 12 e certe condizioni ambientali, quali quelle precedentemente classificate come A3, limitano la possibilità di scelta dei rulli a quelli serie pesante presentati nel capitolo M07.

EXAMPLE OF CALCULATION

The material to be handled is crushed dolomite with the following characteristics:

γ	= 1500 kg/m ³ specific weight;
p_z	= 200 mm lump size (only large lumps);
ρ	= 20° dynamic overload angle.

The characteristics of the belt conveyor are as follows:

Q_m	= 1580 t/h, hourly capacity;
v	= 3 m/s, belt speed;
E	= 1,1 m, centre distance of the 3 roll carrying idlers;
E_r	= 3 m, centre distance of return idlers;
h	= 30000 h, rated life in hours;
hg	= 12 h/day, time of daily operation.

The relative coefficients are selected in relation to the working and environmental conditions with reference to tables 4 and 5, page 5, which are as follows:

k_p	= 1.1: lump coefficient;
k_s	= 1.1: 12 h/day of work in a2 environment.

The cross sectional area of the handled material is determined as follows:

$$S = \frac{Q_m}{3,6 \cdot v \cdot \gamma} = \frac{1580}{3,6 \cdot 3 \cdot 1500} = 0,0975 \text{ m}^2$$

Table 8 on page 7 shows that a belt with a width of $B = 1000$ mm can be selected, supported by a 30° 3 roll idler. The material handled has a dynamic overload angle $\rho = 20^\circ$ and can have a cross sectional area $S = 0.1038 \text{ m}^2$.

The belt width is checked in relation to the lump size.

The diagram in fig. 7 on page 6 indicates that for a lump size of 200 mm, with large lumps alone and an angle ρ of 20°, the belt width required is slightly less than 1000 mm, so the previously determined width still applies.

COMPENSATED LOAD P_c OF THE UPPER IDLERS

Table 9 on page 7 contains a belt weight of 13.4 kg/m to be used in calculating P_e and P_c :

$$P_e = \left(\frac{Q_m}{3,6 \cdot v} + p \right) \cdot E \cdot z =$$

$$= \left(\frac{1580}{3,6 \cdot 3} + 13,4 \right) \cdot 1,1 \cdot 0,981 = 172,3 \text{ daN}$$

$$P_c = P_e \cdot K_p \cdot k_s = 172,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 208,5 \text{ daN} = 2086 \text{ N}$$

LOAD ON THE ROLLERS

If the maximum speed is to be 500 rpm, $D = 133$ mm should be selected from table 6, page 5 which completes 431 rpm at speed v of 3 m/s.

As defined on page 8 fig. 10, the central roller of the 3 roll idler supports the greatest load, as follows:

$$C_r = P_c \cdot x = 208,5 \cdot 0,663 = 138,2 \text{ daN} = 1382 \text{ N}$$

C_r and P_c will be used to select the most suitable type of roller and roller support transom in the specific sections of this catalogue.

Regardless of the result of the calculation, certain types of materials, such as, for example, those marked with codes M, R, S, Z in the table on p. 12 and certain environmental conditions, such as those previously classified as A3, set a limit of choice of rollers to those heavy series presented in Chapter M07.

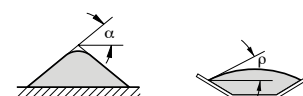
**CARATTERISTICHE E CLASSIFICAZIONE
DEI MATERIALI**

Se non si conoscono le caratteristiche del materiale trasportato si può ricorrere alle tabelle di pagg. 13,14 e 15 che ne forniscono il peso in kg/m³, l'angolo di riposo statico (α) ed un codice di classificazione. L'angolo di riposo va trasformato con la tab. 12 in angolo di sovraccarico dinamico (ρ). La tab. 13 fornisce la chiave di lettura del codice di classificazione.

**CHARACTERISTICS AND CLASSIFICATION
OF MATERIAL**

If the characteristics of the handled material are unknown, the tables on pages 16,17 and 18 can be referred to for the weight in kg/m³, the angle of static rest (α) and a classification code. With the help of table 12 the angle of rest becomes the dynamic overload angle (ρ).

Table 13 provides the key to the classification code.



Descrizione	Material characteristics	Fluidità o scorrevolezza Flowability	Angolo di riposo statico Static angle of repose	Angolo di sovraccarico dinamico Dynamic angle of surcharge
Formato uniforme, particelle tondeggianti molto piccole, sia molto bagnate che molto asciutte, come terra silicea asciutta, cemento, calcestruzzo.	<i>Uniform size, very small rounded particle, either very wet or very dry, such as dry silica sand, cement, wet concrete, etc.</i>	Enorme Very free	$\leq 19^\circ$	5°
Particelle tondeggianti asciutte e levigate di peso medio, come cereali e legumi.	<i>Rounded, dry polished particles, of medium weight, such as whole grain and beans.</i>	Grande Free	$20^\circ - 29^\circ$	10°
Materiali granulari o grumosi irregolari di peso medio come carbone di antracite, farina di semi di cotone, argilla.	<i>Irregular, granular or lumpy material of medium weight, such as anthracite coal, cottonseed meal, clay, etc.</i>	Media Average	$30^\circ - 34^\circ$	20°
Materiali comuni tipici come carbone bituminoso, pietra, la maggior parte dei minerali.	<i>Typical common materials such as bituminous coal, stone, most ores, etc.</i>	Media Average	$35^\circ - 39^\circ$	25°
Materiali irregolari, filamentososi, fibrosi, amalgamanti come legno, trucioli, sabbia da fonderia, ecc.	<i>Irregular, stringy, fibrous, interlocking material, such as wood chips, bagasse, tempered, foundry sand, etc.</i>	Scarsa Sluggish	$\geq 40^\circ$	30°

CALCOLO E SCELTA DELLE STAZIONI A RULLI NEI TRASPORTATORI A NASTRO

CARATTERISTICHE E CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI

Se non si conoscono le caratteristiche del materiale trasportato si può ricorrere alle tabelle di pag. 13,14 e 15 che ne forniscono il peso in kg/m³, l'angolo di riposo statico (°) ed un codice di classificazione.

L'angolo di riposo va trasformato con la tab. 12 in angolo di sovraccarico dinamico (°).

La tab. 13 fornisce la chiave di lettura del codice di classificazione.

Esempio: Un materiale molto fine che è molto scorrevole, abrasivo contenente polvere esplosiva sarebbe indicato con A26N.

CHARACTERISTICS AND CLASSIFICATION OF MATERIAL

If the characteristics of the handled material are unknown, the tables on pages 16, 17 and 18 can be referred to for the weight in kg/m³, the angle of static rest (°) and a classification code.

With the help of table 12 the angle of rest becomes the dynamic overload angle (°).

Table 13 provides the key to the classification code.

Example: A very fine material that is free-flowing, abrasive, and contains explosive dust would be designated: Class A26N.

13	Caratteristiche del materiale	Codice Code	Material characteristics	
Dimensioni	Molto fine - impalpabile.	A	Very fine - 100 mesh and under.	Size
	Fine - fino a 3 mm.	B	Fine - 3 mm and under.	
	Granulare - fino a 13 mm.	C	Granular - Under 13 mm.	
	Con pezzature maggiori di 13 mm.	D	Lumpy - containing lumps over 13 mm.	
	Irregolare - fibroso, amalgamante, raggrumato.	E	Irregular - stringy, interlocking, mats together.	
Scorrevolezza.	Enormemente scorrevole - angolo di riposo < a 19°.	1	Very free - flowing-angle of repose less than 19°.	Flowability. Angle of Repose
Angolo di riposo.	Molto scorrevole - angolo di riposo da 20° a 29°.	2	Free - flowing-angle of repose 20° to 29°.	
	Mediamente scorr. - angolo di riposo da 30° a 39°.	3	Average flowing - angle of repose 30° to 39°.	
	Lento - angolo di riposo da 40° e oltre.	4	Sluggish - angle of repose 40° and over.	
Abrasività	Non abrasivo.	5	Non abrasive.	Abrasiveness
	Abrasivo.	6	Abrasive.	
	Molto abrasivo.	7	Very abrasive.	
	Molto spigoloso - protez. anti-taglio per nastri.	8	Very sharp-cuts or gouges belt covers.	
Caratteristiche varie (talvolta possono coesistere diverse)	Molto polveroso.	L	Very dusty.	Miscellaneous Characteristics (Sometimes more than one of these characteristics may apply)
	Emette gas e sviluppa caratteristiche fluide.	M	Aerates and develops fluid characteristics.	
	Contiene polvere esplosiva.	N	Contains explosive dust.	
	Contaminabile, uso o distribuzione dannosi.	P	Contaminable, affecting use or saleability.	
	Degradabile, uso o distribuzione dannosi.	Q	Degradable, affecting use or saleability.	
	Sprigiona vapori dannosi o polvere.	R	Gives off harmful fumes or dust.	
	Altamente corrosivo.	S	Highly corrosive.	
	Mediamente corrosivo.	T	Mildly corrosive.	
	Igroscopico.	U	Hygroscopic.	
	Si amalgama o si impasta.	V	Interlocks or mats.	
	Contiene olii o prodotti chimici che possono danneggiare la gomma.	W	Oil or chemical present-may affect rubber products.	
	Si compatta sotto pressione.	X	Packs under pressure.	
	Molto leggero può essere spazzato via dal vento.	Y	Very light and fluffy-may be wind-swept.	
	A temperatura elevata.	Z	Elevated temperature.	

Materiale	Peso medio (Kg/m ³)	Angolo di riposo (gradi)	Codice	Materiale	Peso medio (Kg/m ³)	Angolo di riposo (gradi)	Codice
Acciaio, solfato di	801-1201	30-44°	C35	Borace, residui di vagliatura 13 mm	881-961	30-44°	C36
Acciaio, solfuro di	1922-2162	30-44°	D36				
Acciaio, trucioli di	1602-2403	30-44°	D37WZ	Cacao in grani	481-721	30-44°	C35Q
Allume fine	721-801	30-44°	B35	Cacao in grani pestati	561	30-44°	C35
Allume grumoso	801-961	30-44°	D35	Caffè, fondi	400	23°	B25
Allumina	801-1041	22°	B27M	Caffè in grani tostati	352-416		C25PQU
Alluminio, ossido di	1121-1922	29°	A27M	Caffè in grani verdi	513-721	30-44°	C35Q
Alluminio, silicato di	785	30-44°	B35S	Caffè pula	320	20-29°	B25MY
Alluminio, solfato di	865	32°	D35	Caffè solubile	304		B45PQ
Alluminio, trucioli di	112-240	45°	E46Y	Calcare frantumato	1362-1442	38°	C36X
Amianto in frammenti	320-400	45°	E46XY	Calcare in polvere	1280-1360		A4L
Amianto, minerale di	1297	30-44°	D37R	Calcare in polvere, fino a 3 mm	1089	30-44°	B36
Amido	400-801	24°	B25	Calce, borato di	961	30-44°	A35
Ammonio, cloruro cristallino di	721-833	30-44°	B36S	Calce, fino a 3 mm	961-1041	43°	B35X
Ammonio, nitrato di	721	30-44°	C36NUS	Calce idrata, fino a 3 mm	641	40°	B35MX
Ammonio, solfato granulare di	721-929	44°	C35TU	Calce idrata polverizzata	513-641	42°	A35MXY
Ardesia frantumata, fino a 13 mm	1281-1442	28°	C36	Calce in granuli	849-897	30°	D35
Ardesia in blocchi da 13 a 76 mm	1362-1522		D26	Calcestruzzo con rottami	1442-1602		D46
Arenaria frantumata	1362-1442	30-44°	D37	Calcio, carburo compresso di	1121-1281	30-44°	D36N
Argilla calcinata	1281-1602		B37	Caolino, fino a 76 mm	1009	35°	D36
Argilla, ceramica, seccata, fine	961-1281	30-44°	A35	Carbone antracite, classificato	881-961	27°	C26
Argilla seccata a pezzetti	961-1201	35°	D36	Carbone antracite, fine fino a 3 mm	961	35°	B35TY
Argilla seccata fine	1602-1922	35°	C37	Carbone, ceneri asciutte di, fino a 76 mm	561-641	45°	D46T
Argilla smeltica, asciutta	481-561	23°	B26	Carbone, ceneri bagnate di, fino a 76 mm	721-801	45°	D46T
Argilla smeltica, oleosa	961-1041	20-29°	B26	Carbone di legna	288-400	35°	D36Q
Asfalto frantumato, fino a 13 mm	721	30-44°	C35	Carbone grasso fino a 50 maglie	801-865	45°	B45T
Asfalto, legante per pavimentazioni	1281-1362		C45	Carbone grasso grezzo (calcopirite)	721-881	38°	D35T
Avena	416-561	21°	C25M	Carbone grasso in polvere fino a 13 mm	689-801	40°	C35T
Avena, farina di	641-721	30-44°	B35W	Carbone grasso, non ripulito	801-961		D36T
Avena in balle	304-384	30-44°	C35NY	Carbone nero in granuli	320-400	25°	B25Q
				Carbone nero in polvere	64-112	30-44°	A35Y
Bachelite e mat. plastico simile (polvere)	561-721	45°	B45	Carborundum fino a 76 mm	1602	20-29°	D27
Barbabietola intera	769	50°	D45	Caseina	577	30-44°	B35
Barbabietola, polpa bagnata di	400-721		E46	Cemento Portland	1153-1586	30-44°	A36M
Barbabietola, polpa asciutta di	192-240		E45	Cemento Portland poroso (dolce)	961-1201		A16M
Bario, carbonato di	1153	45°	A45	Cemento grezzo	1602-1762		D36
Bario, idrato di	993-1041	43°	A36	Cemento in scorie (Clinker)	1201-1522	30-40°	D37
Bario, ossido di	2403-3204		A46	Ceneri (scorie) di altoforno	913	35°	D37T
Barite	2883	30-44°	B36	Ceneri (scorie) di carbone	641	35°	D37T
Basalto	1281-1650	20-28°	B26	Coke dolce	368-561	30-44°	B37QVT
Bauxite frantumata fino a 76 mm	1201-1362	30-44°	D37	Coke, petrolio grezzo calcinato	561-721	30-44°	D36Y
Bauxite grezza (calcopirite)	1281-1442	31°	E37	Coke, scorie di, fino a 6 mm	400-561	30-44°	C37Y
Bauxite macinata secca	1089	20-29°	B26	Colla vegetale, in polvere	641	30-44°	
Bentonite grezza	561-641	42-44°	D36X	Cotone, semi seccati di	352-641	29°	C35W
Bentonite molto fine	801-961	42°	A36XY	Criolite frantumata	1442-1602	30-44°	D36
Bicarbonato di sodio	655	42°	A45	Criolite in polvere	1201-1442	30-44°	A36
Borace, fino a 76 mm	961-1121	30-44°	D35	Cromo, minerale di	2002-2243	30-44°	D37

Materiale	Peso medio (Kg/m ³)	Angolo di riposo (gradi)	Codice	Materiale	Peso medio (Kg/m ³)	Angolo di riposo (gradi)	Codice
Crusca (semola)	160-320	30-44°	B35NY	Granito, frantumato	1522-1602	30-44°	D37
				Granito, vaglio da 13 mm	1281-1442	20-29°	C27
Dolomite in blocchi	1281-1602	30-44°	D36	Grano saraceno	593-801	25°	B25N
Dolomite polverizzata	737	41°	B36	Granoturco	879	30-44°	C35N
				Granoturco, farina di	513-641	35°	B35W
Ebanite frantumata, fino a 13 mm	1041-1121	30-44°	C35	Guano secco	1121	20-29°	B26
Erba medica, semi di	160-240	29°	B26N				
				Ilmenite, minerale di	2243-2563	30-44°	B37
Fanghi di acque luride, seccati	721-881	30-44°	B36				
Fanghi di acque luride, umidi	881	30-44°	B36	Laminazione, scorie di	1602-2002	45°	E46T
Farina di semi di cotone	561-641	35°	B35W	Laterizio	1760-2160		E47
Farina di semi di lino	432	34°	B35	Latte intero in polvere	320	30-44°	B35PUX
Feldspato, pezzi da 38 a 76 mm	1442-1762	34°	D36	Lattosio	513	30-44°	A35PX
Feldspato, vaglio fino a 13 mm	1121-1362	38°	B36	Legno, trucioli di	160-481	45°	E45WY
Ferro in pellets	1858-2082	30-44°	D37Q	Lignite	641-721	38°	D36T
Ferro, minerale di	1602-3204	35°	D36	Lignite, seccata all'aria	721-881	30-44°	D35
Ferro, solfato di	801-1201		C36	Lino, semi di	721	21°	B25NW
Ferro, solfuro di	1922-2162	20-29°	C36				
Ferro spugnoso	1602-2162	30-44°		Magnesio, cloruro di	529	40°	C45
Fosfato (triplofosfato)	961	26°	B25T	Magnesio, solfato di	641-801	30-44°	
Fosfato bicalcico	641-801	45°	A45	Mais, semi di	336		B35W
Fosfato bisodico	400-497	30-44°	B36QT	Mais sgranato	721	21°	C25W
Fosfato minerale, frantumato, secco	1201-1362	25-29°	D26	Malto, farina di	577-641	30-44°	B35
Fosfato minerale, polverizzato	961	40°	B36	Malto secco, fondo fino a 3 mm	352	30-44°	B35NR
Fosfato super (superfosfato)	801-881	45°	B45T	Malto secco, intero	432-481	20-29°	C25N
Fosfato tricalcico	336-801	45°	A45	Mandorle rotte o intere	449-481	30-40°	C36Q
Fosfato trisodico	961		D36	Manganese, biossido di	1281		
Fosfato trisodico, granulare	961	30-44°	B35	Manganese, minerale di	2002-2243	39°	D37
Fosfato trisodico, polverizzato	801	40°	B35	Manganese, ossido di	1922	30-44°	A36
Fruento	721-769	28°	C25N	Manganese, solfato di	1121	30-44°	C37
Fruento, farina di	561-641	45°	A45PN	Marmo frantumato, fino a 13 mm	1281-1522	30-44°	D37
Fruento frantumato	561-721	30-44°	B35N	Mica, fondi di	208-240	34°	B36
				Mica in scaglie	272-352	19°	B16MY
Gesso idrato, pezzi da 38 a 76 mm	1121-1281	30°	D36	Minerale di solfato di nickel-cobalto	1281-2403	30-44°	D37T
Gesso idrato, vaglio da 13 mm	1121-1281	40°	C36	Molibdenite in polvere	1714	40°	B35
Ghiaccio frantumato	561-721	19°	D16	Molibdeno, minerale di	1714	40°	B36
Ghiaia, stato naturale	1442-1602	38°					
Ghiaia asciutta frantumata	1442-1602	30-44°	D37	Noccioline con guscio	240-384	30-44°	D35Q
Ghiaia in ciottoli	1442-1602	30°	D36	Noccioline sgusciate	561-721	30-44°	C35Q
Ghisa in scaglie	1442-1922	45°	C46				
Girasole, semi di	304-609	20°	C25	Orzo	593-769	23°	B25N
Gamma in pellets	801-881	35°	D35				
Gomma rigenerata	400-481	32°	D35	Piombo, arsenicato di	1153	45°	B45R
Grafiti in polvere	449	20-29°	A25	Piombo, carbonato di	3844-4165	30-44°	A36MR
Grafiti in scaglie	641	30-44°	C35	Piombo, minerali di	3204-4325	30°	B36RT
Grafiti, minerale di	1041-1201	30-44°	D37	Piombo, ossidi di	961-2403	45°	B45
Granito, pezzi da 38 a 76 mm	1362-1442	20-29°	D27	Piombo, ossidi polverizzati di	3204-4005	30-44°	A36

Materiale	Peso medio (Kg/m ³)	Angolo di riposo (gradi)	Codice	Materiale	Peso medio (Kg/m ³)	Angolo di riposo (gradi)	Codice
Piombo, silicato in granuli di	3684	40°	B36	Sodio, carbonato leggero di	320-561	37°	A36Y
Piombo, solfato polverizzato di	2947	45°	B46	Sodio, carbonato pesante di	881-1041	32°	B36
Piombo, solfuro di	3844-4165	30-44°	A36	Sodio, fosfato di	801-1041	37°	B36
Pirite di ferro, in blocchi da 50 a 76 mm	2162-2323	20-29°	D26T	Sodio, nitrato di	1121-1281	24°	D25
Pirite in pellets	2002-2082	30-44°	C36T	Sodio, solfato alluminico di	1201	30-44°	A36
Piselli secchi	721-801		C15NQ	Sodio, solfito secco di	1538	45°	B45X
Polietilene, palline di	561	23°	B25PQ	Soia, fiocchi grezzi di	320-416	30-44°	C35Y
Polistirolo, palline di	561	23°	B25PQ	Soia frantumata	481-641	35°	C36NW
Polivinile, cloruro di	320-481	45°	A45KT	Soia intera	721-801	21-28°	C27NW
Polvere di caldaia	561-641	20°	A17MTY	Sughero granulato	192-240		C45
Pomice, fino a 3 mm	641-721	45°	B47				
Potassa, sali di, silvina ecc.	1281	20-29°	B25T	Tabacco, foglie seccate di	192-224	45°	E45QV
Potassio, carbonato di	817	20-29°	B26	Tabacco, gambi di	240	45°	E45Y
Potassio, cloruro in palline di	1922-2082	30-44°	C36T	Tabacco, scarti di lavorazione	240-400	45°	D45Y
Potassio, nitrato di	1217-1281	20-29°	C26T	Talco, blocchi da 13 a 76 mm	1362-1522	20-29°	D25
Potassio, solfato di	673-769	45°	B36X	Talco in pellets	1858-2082	30-44°	D37Q
				Talco in polvere	800-960		A25L
Quarzo in polvere	1120-1280		A37	Talco, vaglio da 13 mm	1281-1442	20-29°	C25
Quarzo, blocchi da 13 a 76 mm	1362-1522	20-29°	D27Z	Terra bagnata contenente argilla	1602-1762	45°	B46
Quarzo, vaglio da 13 mm	1281-1442	20-29°	C27Z	Terra scavata, asciutta	1121-1281	35°	B36
				Titanio, biossido di	2243	30-44°	B36
Rame, minerale di	1922-2403	30-44°	D37	Trucioli	128-240		E45V
Rame, solfato di	1201-1362	31°	D36				
Residui di fonderia	1121-1602	30-44°	D37Z	Urea, palline, secca	689-737	25°	B25
Riso, grani di	673-721	30-44°	B35				
Riso grezzo, integrale	577	30-44°	B35M	Vermiculite espansa	256	45°	C45Y
Riso sgusciato o raffinato	721-769	19°	B15	Vermiculite, minerale di	1121-1281		D36Y
Roccia frantumata	2002-2323	20-29°	D26	Vetro, rottami di	1362-1922	30-44°	D37Z
Roccia tenera	1602-1762	30-44°	D36				
				Zinco concentrato	1201-1281		B26
Sabbia asciutta	1442-1602	35°	B37	Zinco, minerale arrostito di	1762	38°	C36
Sabbia di fonderia, preparata	1281-1442	30-44°	B37	Zinco, minerale frantumato di	2563	38°	
Sabbia di fonderia, recuperata	1442-1602	39°	D37	Zinco, ossido leggero di	160-240	45°	A45XY
Sabbia, silice, asciutta	1442-1602	20-29°	B27	Zinco, ossido pesante di	481-561	45-55°	A45X
Sabbia umida	1682-2082	45°	B47	Zolfo frantumato, fino a 13 mm	801-961	30-44°	C35NS
Sale fine, asciutta	641-881	25°	C36TU	Zolfo frantumato, fino a 76 mm	1281-1362	30-44°	D35NS
Sale grosso, asciutto	1121-1281	25°	D26TUW	Zolfo in polvere	801-961	30-44°	B35NW
Salnitro	1281	30-44°	A35T	Zucchero, canna tagliata da	240-288	45°	E45V
Sapone in polvere	320-400		A37	Zucchero grezzo, di canna	881-1041	45°	B46TX
Scorie di fonderia, frantumate	1281-1442	25°	A27	Zucchero, polpa di barbabietola asciutta	192-240	20-29°	C26
Scorie di fonderia, Granulari, asciutte	961-1041	25°	C27	Zucchero, polpa di barbabietola bagnata	400-721	20-29°	C26X
Scorie di fonderia, granulari, bagnate	1442-1602	45°	B47	Zucchero raffinato, granulato asciutto	801-881	30-44°	B35PU
Segale	673-737	23°	B25N	Zucchero raffinato, granulato bagnato	881-1041	30-44°	C35X
Segale, farina di	561-641	19°	B15				
Segatura	160-208	36°	B35				
Smeriglio, polvere di	3684	20-29°	A27				
Soda caustica	1410	29-43°	A36				

Material	Average weight (Kg/m ³)	Angle of repose (degrees)	Code	Material	Average weight (Kg/m ³)	Angle of repose (degrees)	Code
Alfalfa seed	160-240	29°	B26N	Caustic soda	1410	29-43°	A36
Almonds, broken or whole	449-481	30-44°	C36Q	Cement, Portland	1153-1586	30-44°	A36M
Alum, fine	721-801	30-44°	B35	Cement, Portland, aerated	961-1201		A16M
Alum, lumpy	801-961	30-44°	D35	Cement, rock (see limestone)	1602-1762		D36
Alumina	801-1041	22°	B27M	Cement clinker	1201-1522	30-40°	D37
Aluminium chips	112-240	45°	E46Y	Charcoal	288-400	35°	D36Q
Aluminium oxide	1121-1922	29°	A27M	Chrome ore (chromite)	2002-2243	30-44°	D37
Aluminium silicate	785	30-44°	B35S	Cinders, blast furnace	913	35°	D37T
Aluminium sulphate	865	32°	D35	Cinders, coal	641	35°	D37T
Ammonium chloride, crystalline	721-833	30-44°	B36S	Clay, calcined	1281-1602		B37
Ammonium nitrate	721	30-44°	C36NUS	Clay, ceramic, dry, fine	961-1281	30-44°	A35
Ammonium sulphate (granular)	721-929	44°	C35TU	Clay, dry, fines	1602-1922	35°	C37
Asbestos, ore or rock	1297	30-44°	D37R	Clay, dry, lumpy	961-1201	35°	D36
Asbestos, shred	320-400	45°	E46XY	Coal, anthracite, river, 3 mm and under	961	35°	B35TY
Ashes, coal, dry, 76 mm & under	561-641	45°	D46T	Coal, anthracite, sized	881-961	27°	C26
Ashes, coal, wet, 76 mm & under	721-801	45°	D46T	Coal, bituminous, mined 50 mesh & under	801-865	45°	B45T
Asphalt, binder for paving	1181-1362		C45	Coal, bituminous, mined, run of mine	721-881	38°	D35T
Asphalt, crushed, 13 mm & under	721	30-44°	C35	Coal, bituminous, mined, slack, 19 mm & under	688-801	40°	C35T
				Coal, bituminous, stripping, not cleaned	801-961		D36T
Bakelite & similar plastics (powdered)	561-721	45°	B45	Coal, lignite	641-721	38°	D36T
Barite	2883	30-44°	B36	Cocoa beans	481-721	30-44°	C35Q
Barium carbonate	1153	45°	A45	Cocoa nibs	561	30-44°	C35
Barium hydrate	993-1041	43°	A36	Coffee chaff	320	20-29°	B25MY
Barium oxide	2403-3204		A46	Coffee, green bean	513-721	30-44°	C35Q
Barley	593-769	23°	B25N	Coffee, ground	400	23°	B25
Basalt	1281-1650	20-28°	B26	Coffee, roasted bean	352-416		C25PQU
Bauxite, ground, dry	1089	20-29°	B26	Coffee, soluble	304		B45PQ
Bauxite, mine run	1281-1442	31°	E37	Coke, loose	368-561	30-44°	B37QVT
Bauxite, crushed. 76 mm & under	1201-1362	30-44°	D37	Coke, petroleum calcined	561-721	30-44°	D36Y
Beet pulp, dry	192-240		E45	Coke breeze, 6 mm & under	400-561	30-44°	C37Y
Beet pulp, wet	400-721		E46	Concrete, cinder	1442-1602		D46
Beets, whole	769	50°	D45	Copper ore	1922-2403	30-44°	D37
Bentonite, crude	561-641	42-44°	D36X	Copper sulphate	1201-1362	31°	D36
Bentonite, 100 mesh & under	801-961	42°	A36XY	Cork, granulated	192-240		C45
Borate of lime	961	30-44°	A35	Corn, shelled	721	21°	C25NW
Borax, 13 mm screenings	881-961	30-44°	C36	Corn germs	336		B35W
Borax. 76 mm and under	961-1121	30-44°	D35	Corn grits	641-721	30-44°	B35W
Bran	160-320	30-44°	B35NY	Cornmeal	513-641	35°	B35W
Brick, hard	1760-2160		E47	Cottonseed, dry, de-linted	352-641	29°	C35W
Buckwheat	593-801	25°	B25N	Cottonseed meal	561-641	35°	B35W
				Cryolite, dust	1201-1442	30-44°	A36
Calcium carbide (crushed)	1121-1281	30-44°	D36N	Cryolite, lumpy	1442-1602	30-44°	D36
Carbon black, pelletized	320-400	25°	B25Q	Cullet	1362-1922	30-44°	D37Z
Carbon black, powder	64-112	30-44°	A35Y				
Corborundum, 76 mm and under	1602	20-29°	D27	Dicalcium phosphate	641-801	45°	A45
Casein	577	30-44°	B35	Disodium phosphate	400-497	30-44°	B36QT
Cast iron chips	1442-1922	45°	C46	Dolomite, lumpy	1281-1602	30-44°	D36

Material	Average weight (Kg/m ³)	Angle of repose (degrees)	Code	Material	Average weight (Kg/m ³)	Angle of repose (degrees)	Code
Dolomite, pulverised	737	41°	B36	Lead oxides	961-2403	45°	B45
				Lead oxides, pulverized	3204-4005	30-44°	A36
Earth, as excavated-dry	1121-1281	35°	B36	Lead silicate, granulated	3684	40°	B36
Earth, wet, containing clay	1602-1762	45°	B46	Lead sulfate, pulverized	2947	45°	B46
Ebonite, crushed 13 mm & under	1041-1121	30-44°	C35	Lead sulfide	3844-4165	30-44°	A36
Emery	3684	20-29°	A27	Lignite, air-dried	721-881	30-44°	D35
Epsom salts	641-801	30-44°	B35	Lime, ground, 3 mm and under	961-1041	43°	B35X
				Lime, hydrated, 3 mm & under	641	40°	B35MX
Feldspar, 13 mm screenings	1121-1362	38°	B36	Lime, hydrated, pulverized	513-641	42°	A35MX
Feldspar, 38- to 76 mm lumps	1442-1762	34°	D36	Lime, pebble	849-897	30°	D35
Ferrous sulfate	801-1201		C36	Limestone, agricultural, 3 mm & under	1089	30-44°	B36
Ferrous sulfide	1922-2162	20-29°	C36	Limestone, crushed	1362-1442	38°	C36X
Flaxseed	721	21°	B25NW	Limestone, dust	1280-1360		A4L
Flour, wheat	561-641	45°	A45PN	Linseed meal	432	34°	B35
Foundry refuse, old sand cores, etc.	1121- 1602	30-44°	D37Z				
Fullers earth, dry	481-561	23°	B26	Magnesium chloride	529	40°	C45
Fullers earth, oily	961-1041	20-29°	B26	Magnesium sulfate	641-801	30-44°	
				Malt, dry, ground, 3 mm and under	352	30-44°	B35NR
Galena (lead sulfide)	3844-4165	30-44°	A36	Malt, dry, whole	432-481	20-29°	C25N
Glue, vegetable, powdered	641	30-44°		Malt, meal	577-641	30-44°	B35
Granite, 13 mm screenings	1281-1442	20-29°	C27	Manganese dioxide	1281		
Granite, 38 to 76 mm lumps	1362-1442	20-29°	D27	Manganese ore	2002-2243	39°	D37
Granite, broken	1522-1602	30-44°	D37	Manganese oxide	1922	30-44°	A36
Graphite, flake	641	30-44°	C35	Marble, crushed, 13 mm & under	1281-1522	30-44°	D37
Graphite, flour	449	20-29°	A25	Mica, flakes	272-352	19°	B16MY
Graphite ore	1041-1201	30-44°	D37	Mica, ground	208-240	34°	B36
Gravel, bank run	1442-1602	38°		Milk, whole, powdered	320	30-44°	B35PUXY
Gravel, dry, sharp	1442-1602	30-44°	D37	Mill scale	1602-2002	45°	E46T
Gravel, pebbles	1442- 1602	30°	D36	Milo maize	897	30-44°	C35N
Gypsum, 13 mm screenings	1121-1281	40°	C36	Molybdenite, powdered	1714	40°	B35
Gypsum, 38- to 76 mm lumps	1121-1281	30°	D36	Molybdenum, ore	1714	40°	B36
Guano, dry	1121	20-29°	B26				
				Nickel-cobalt sulfate ore	1281-2403	30-44°	D37T
Ice, crushed	561-721	19°	D16				
Ilmenite ore	2243-2563	30-44°	B37	Oats	416-561	21°	C25M
Iron ore	1602-3204	35°	D36	Oats, rolled	304-384	30-44°	C35NY
Iron ore pellets	1858-2082	30-44°	D37Q				
Iron sponge	1602-2162	30-44°		Peanuts, in shells	240-384	30-44°	D35Q
Iron sulphate	801-1201	30-44°	C35	Peanuts, sheiled	561-721	30-44°	C35Q
Iron sulfide	1922-2162	30-44°	D36	Peas, dried	721-801		C15NQ
				Phosphate, acid, fertilizer	961	26°	B25T
Kaolin clay, 76 mm and under	1009	35°	D36	Phosphate, triple super, ground fertilizer	801-881	45°	B45T
				Phosphate rock, broken, dry	1201-1362	25-29°	D26
Lactose	513	30-44°	A35PX	Phosphate rock, pulverized	961	40°	B36
Lead arsenate	1153	45°	B45R	Polyethylene pellets	561	23°	B25PQ
Lead carbonate	3844-4165	30-44°	A36MR	Polyvinyl chloride	320-481	45°	A45KT
Lead ores	3204-4325	30°	B36RT	Potash salts, sylvite, etc.	1281	20-29°	B25T

Material	Average weight (Kg/m ³)	Angle of repose (degrees)	Code	Material	Average weight (Kg/m ³)	Angle of repose (degrees)	Code
Potassium carbonate	817	20-29°	B26	Soybeans, cracked	481-641	35°	C36NW
Potassium chloride, pellets	1922-2082	30-44°	C36T	Soybeans, whole	721-801	21-28°	C27NW
Potassium nitrate	1217-1281	20-29°	C26 T	Soybean flakes, raw	320-416	30-44°	C35Y
Potassium sulfate	673-769	45°	B36X	Starch	400-801	24°	B25
Pumice, 3 mm & under	641-721	45°	B47	Steel chips, crushed	1602-2403	30-44°	D37WZ
Pyrites, iron, 50- to 76 mm lumps	2162-2323	20-29°	D26T	Sugar, raw, cane	881-1041	45°	B46TX
Pyrites, pellets	2002-2082	30-44°	C36T	Sugar, refined, granulated, dry	801-881	30-44°	B35PU
				Sugar, refined, granulated, wet	881-1041	30-44°	C35X
Quartz, dust	1120-1280		A37	Sugar, beet pulp, dry	192-240	20-29°	C26
Quartz, 13 mm screenings	1281-1442	20-29°	C27Z	Sugar, beet pulp, wet	400-721	20-29°	C26X
Quartz, 38- to 76 mm lumps	1362-1522	20-29°	D27Z	Sugar cane, knifed	240-288	45°	E45V
				Sulfate, crushed, 13 mm & under	801-961	30-44°	C35NS
Rice, hulled or polished	721-769	19°	B15	Sulfate, powdered	801-961	30-44°	B35NW
Rice, rough	577	30-44°	B35M	Sulfate, 76 mm and under	1281-1362	30-44°	D35NS
Rice grits	673-721	30-44°	B35	Sunflower seed	304-609	20°	C25
Rock, crushed	2002-2323	20-29°	D26				
Rock, soft, excavated with shovel	1602-1762	30-44°	D36	Taconite, pellets	1858-2082	30-44°	D37Q
Rubber, pelletized	801-881	35°	D35	Talc, powdered	800-960		A25L
Rubber, reclaim	400-481	32°	D35	Talc, 13 mm screenings	1281-1442	20-29°	C25
Rye	673-737	23°	B25N	Talc, 38- to 76 mm lumps	1362-1522	20-29°	D25
Rye meal	561-641	19°	B15	Titanium dioxide	2243	30-44°	B36
				Tobacco leaves, dry	192-224	45°	E45QV
Salt, common dry, coarse	641-881		C36TU	Tobacco scraps	240-400	45°	D45Y
Salt, common dry, fine	1121-1281	25°	D26TUW	Tobacco stems	240	45°	E45Y
Salt peter	1281	30-44°	A35T	Tricalcium phosphate	336-801	45°	A45
Sand, bank, damp	1682-2082	45°	B47	Trisodium phosphate	961		D36
Sand, bank, dry	1442-1602	35°	B37	Trisodium phosphate, granular	961	30-44°	B35
Sand, fondry, prepared	1281-1442	30-44°	B37	Trisodium phosphate, pulverized	801	40°	B35
Sand, fondry, shakeout	1442-1602	39°	D37				
Sand, silica, dry	1442-1602	20-29°	B27	Urea prills, dry	689-737	25°	B25
Sandstone, broken	1362-1442	30-44°	D37				
Sawdust	160-208	36°	B35	Vermiculite, expanded	256	45°	C45Y
Sewage sludge, dried	721-881	30-44°	B36	Vermiculite ore	1121-1281		D36Y
Sewage sludge, moist	881	30-44°	B36				
Slag, blast furnace, crushed	1281-1442	25°	A27	Wheat	721-769	28°	C25N
Slag, furnace, granular, dry	961-1041	25°	C27	Wheat, cracked	561-721	30-44°	B35N
Slag, furnace, granular, wet	1442-1602	45°	B47	Wood chips	160-481	45°	E45WY
Slate, crushed, 13 mm & under	1281-1442	28°	C36	Wood shavings	128-240		E45V
Slate, 38- to 76 mm lumps	1362-1522		D26				
Soap powder	320-400		B25	Zinc concentrates	1201-1281		B26
Soda ash, heavy	881-1041	32°	B36	Zinc ore, crushed	2563	38°	
Soda ash, light	320-561	37°	A36Y	Zinc ore, roadsted	1762	38°	C36
Sodium aluminum sulfate	1201	30-44°	A36	Zinc oxide, heavy	481-561	45-55°	A45X
Sodium bicarbonate	655	42°	A45	Zinc oxide, light	160-240	45°	A45XY
Sodium nitrate	1121-1281	24°	D25				
Sodium phosphate	801-1041	37°	B36				
Sodium sulfite, dry	1538	45°	B45X				