



2.3 - Metodo di selezione

La scelta del tipo di rullo più appropriato per ogni applicazione, oltre alle indicazioni riportate di seguito dovrà anche tener conto di altri fattori quali:

- caratteristiche di abrasività e di corrosività del materiale trasportato;
- condizioni ambientali e di lavoro dell'impianto sul quale i rulli andranno installati.

Materiali abrasivi (argille, graniti, minerali di ferro) possono imporre la scelta di rulli delle serie più pesanti (PSV, MPS), privilegiando un diametro maggiore del tubo in quanto questo determina un minor contatto della superficie del rullo con il nastro stesso.

Su impianti per il trasporto di materiali corrosivi (sali, sostanze chimiche, ecc.) si impone la scelta di rulli protetti o costruiti con materiali appropriati, resistenti nel tempo a queste sostanze.

Essi possono essere in acciaio, ricoperti con più strati di vernice secondo particolari cicli o ricoperti di gomma o di altro materiale anticorrosivo.

Oppure possono essere interamente costruiti con materiale plastico resistente alla corrosione (vedi rulli PL).

Condizioni ambientali di particolare polverosità (trasporto cemento, calcari, ceneri) richiedono l'uso di rulli della serie con sistema di tenuta che offra il maggior grado di protezione possibile (PSV).



2.3.1 - Scelta del diametro in relazione alla velocità

Abbiamo già detto che uno dei fattori importanti da considerare nella progettazione di un convogliatore è la velocità di traslazione del nastro, in relazione alle condizioni di trasporto richieste.

Con la velocità del nastro e il diametro dei rulli si stabilisce il numero di giri degli stessi secondo la formula

$$n = \frac{v \times 1000 \times 60}{D \times \pi} \text{ [giri/min]}$$

dove:

D = diametro del rullo [mm]

v = velocità del nastro [m/s]

n = numero di giri al min [rpm]

$\pi = 3.14159$

Calcolo della velocità in m/s dal n° di giri:

$$v = \frac{n \times D \times \pi}{60 \times 1000}$$

La *Tab. 15* riporta la relazione esistente fra velocità massima del nastro, il diametro del rullo ed il relativo numero di giri.

Nella scelta del rullo è interessante notare che anche se i rulli con diametri maggiori comportano una maggiore inerzia all'avviamento, essi forniscono però, a parità di altre condizioni, molti vantaggi tra i quali: minore numero di giri, minore usura dei cuscinetti e del mantello, più bassi attriti volventi e limitata abrasione tra rulli e nastro.

Tab. 15 - Velocità massima e numero di giri dei rulli

velocità nastro m/s	diámetro rullo mm	giri/min n
1.5	50	573
2.0	63	606
2.5	76	628
3.0	89	644
3.5	102	655
4.0	108	707
5.0	133	718
6.0	159	720
7.0	194	689

La corretta scelta del diametro deve anche tenere in considerazione la larghezza del nastro.

Nella *Tab. 16* sono indicati i diametri dei rulli consigliati.

Tab. 16 - Diametro dei rulli consigliato

larghezza nastro mm	per velocità							
	≤ 2 m/s		2 + 4 m/s		≥ 4 m/s			
	Ø rulli mm		Ø rulli mm		Ø rulli mm			
500	89		89					
650	89		89	108				
800	89	108	89	108	133	133		
1000	108	133	108	133		133	159	
1200	108	133	108	133	159	133	159	
1400	133	159	133	159		133	159	
1600	133	159	133	159	194	133	159	194
1800	159	194	159	194				
2000	159	194	159	194		159	194	
2200 e oltre	194		194			194		

Ove venissero indicati più diametri la scelta sarà fatta in funzione della pezzatura del materiale e della severità delle condizioni di impiego.

2.3.2 - Scelta del tipo in relazione al carico

Il tipo e la dimensione dei rulli da impiegare in un convogliatore a nastro dipendono essenzialmente dalla larghezza del nastro, dal passo delle stazioni e soprattutto dal carico massimo che grava sui rulli più sollecitati nonché da altri fattori correttivi.

Il calcolo del carico viene normalmente eseguito dai progettisti dell'impianto. Tuttavia, come verifica o nel caso di convogliatori semplici, diamo di seguito i concetti principali per questa determinazione.

Il primo valore da definire è il carico che grava sulla stazione. Successivamente, a seconda del tipo di stazione (andata, ritorno o impatto), del numero di rulli per stazione

della loro inclinazione, della pezzatura del materiale e degli altri fattori d'esercizio sottolencati, si potrà determinare il carico che esiste sul rullo maggiormente sollecitato per ogni tipo di stazione.

Vi sono inoltre alcuni coefficienti correttivi che tengono conto del numero di ore giornaliere di funzionamento dell'impianto (fattore di servizio), delle condizioni ambientali e della velocità per i diversi diametri di rulli.

I valori di portata così ottenuti vanno quindi confrontati con le capacità di carico dei rulli indicate nel catalogo valide per una durata di progetto di 30.000 ore.









Per una durata teorica diversa, la capacità di carico va moltiplicata per il coefficiente riportato nella *Tab. 22* corrispondente alla durata voluta.



Fattori di esercizio principali:

lv	= portata del nastro	t/h
v	= velocità del nastro	m/s
a_0	= passo delle stazioni di andata	m
a_u	= passo delle stazioni di ritorno	m
q_b	= peso del nastro per metro lineare	Kg/m
F_p	= fattore di partecipazione del rullo più sollecitato vedi <i>Tab. 17</i> (dipendente dall'angolo dei rulli nella stazione)	
F_d	= fattore d'urto vedi <i>Tab. 20</i> (dipendente dalla pezzatura del materiale)	
F_s	= fattore di servizio vedi <i>Tab. 18</i>	
F_m	= fattore ambientale vedi <i>Tab. 19</i>	
F_v	= fattore di velocità vedi <i>Tab. 21</i>	

Tab. 17 - Fattore di partecipazione F_p

0°	20°	20°	30°	35°	45°	$30^\circ-45^\circ$	60°
							
1.00	0.50	0.60	0.65	0.67	0.72	- 0.52 - 0.60	0.47
						Rullo centrale più corto	ghirlanda a 5 rulli

Tab. 18 - Fattore di servizio

Durata	Fs
Meno di 6 ore al giorno	0.8
Da 6 a 9 ore al giorno	1.0
Da 10 a 16 ore al giorno	1.1
Oltre 16 ore al giorno	1.2

Tab. 19 - Fattore ambientale

Condizioni	Fm
Pulito e con manutenzione regolare	0.9
Con presenza di materiale abrasivo o corrosivo	1.0
Con presenza di materiale molto abrasivo o corrosivo	1.1

Tab. 20 - Fattore d'urto Fd

Pezzzatura del materiale	Velocità del nastro m/s						
	2	2.5	3	3.5	4	5	6
0 ÷ 100 mm	1	1	1	1	1	1	1
100 ÷ 150 mm	1.02	1.03	1.05	1.07	1.09	1.13	1.18
150 ÷ 300 mm su strato di materiale fine	1.04	1.06	1.09	1.12	1.16	1.24	1.33
150 ÷ 300 mm senza strato di materiale	1.06	1.09	1.12	1.16	1.21	1.35	1.50
300 ÷ 450 mm	1.20	1.32	1.50	1.70	1.90	2.30	2.80

Tab. 21 - Fattore di velocità Fv

Velocità nastro m/s	Diametro dei rulli mm						
	60	76	89-90	102	108-110	133-140	159
0.5	0.81	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
1.0	0.92	0.87	0.85	0.83	0.82	0.80	0.80
1.5	0.99	0.99	0.92	0.89	0.88	0.85	0.82
2.0	1.05	1.00	0.96	0.95	0.94	0.90	0.86
2.5			1.01	0.98	0.97	0.93	0.91
3.0			1.05	1.03	1.01	0.96	0.92
3.5					1.04	1.00	0.96
4.0					1.07	1.03	0.99
4.5					1.14	1.05	1.02
5.0					1.17	1.08	1.00

Tab. 22 - Coefficiente di durata teorica dei cuscinetti

Durata teorica di progetto dei cuscinetti	10'000	20'000	30'000	40'000	50'000	100'000
Coefficiente con base 30'000 ore	1.440	1.145	1.000	0.909	0.843	0.670
Coefficiente con base 10'000 ore	1	0.79	0.69	0.63	---	---





Determinazione del carico

Definito il diametro del rullo in relazione alla velocità e quindi al numero di giri, si procede con la determinazione del carico statico Ca sulle stazioni di andata, che si determina con le seguenti formule:

$$Ca = a_0 \times \left(q_b + \frac{lv}{3.6 \times v} \right) 0,981 \quad [\text{daN}]$$

Moltiplicando poi per i fattori d'esercizio avremo il carico dinamico Ca_1 sulla stazione:

$$Ca_1 = Ca \times F_d \times F_s \times F_m \quad [\text{daN}]$$

Moltiplicando quindi per il fattore di partecipazione si otterrà il carico ca sul rullo più sollecitato (rullo centrale nel caso di stazioni a terna con rulli di ugual lunghezza):

$$ca = Ca_1 \times F_p \quad [\text{daN}]$$

Il carico statico sulle stazioni di ritorno, Cr (non essendo presente il peso del materiale) si determina con le seguenti formule:

$$Cr = a_u \times q_b \times 0,981 \quad [\text{daN}]$$

il carico dinamico sulla stazione di ritorno sarà:

$$Cr_1 = Cr \times F_s \times F_m \times F_v \quad [\text{daN}]$$

ed il carico sul rullo di ritorno singolo o a coppia sarà:

$$cr = Cr_1 \times F_p \quad [\text{daN}]$$

Stabiliti i valori di "ca" e "cr" si cercheranno nel catalogo i rulli (del diametro scelto precedentemente) che abbiano una portata sufficiente.

(vedi anche tabelle delle capacità di carico dei rulli alle pag. 84-85)



Esempio:

Si vogliono scegliere stazioni e rulli per un convogliatore a nastro per il trasporto di calcare frantumato, con una portata $Q = 2000$ t/h ad una velocità $v = 2$ m/s e con i seguenti altri dati:

pezzatura	100-150 mm
funzionamento	8 h al giorno
larghezza nastro	1200 mm
peso nastro	16 Kg/m
passo stazione andata	1 m
passo stazione ritorno	3 m
diámetro rulli	133 mm

Scegliamo una stazione a 30° che soddisfi le richieste di portata con nastro da 1200 mm. Il carico statico sulla stazione di andata è dato da:

$$Ca = a_0 \times \left(q_b + \frac{lv}{3.6 \times v} \right) 0,981 \quad [\text{daN}]$$

$$Ca = 1 \times \left(16 + \frac{2000}{3.6 \times 2} \right) 0,981 = 288 \quad \text{daN}$$

Il carico dinamico sarà:

$$Ca_1 = Ca \times Fs \times Fd \times Fm \quad [\text{daN}]$$

$$Ca_1 = 288 \times 1 \times 1.02 \times 1 = 294$$

Sul rullo centrale della stazione si avrà un carico:

$$ca = Ca_1 \times Fp \quad [\text{daN}]$$

$$ca = 294 \times 0.65 = 191 \quad \text{daN}$$

Sulla stazione di ritorno il carico statico è dato da:

$$Cr = a_u \times q_b \times 0,981 \quad [\text{daN}]$$

$$Cr = 3 \times 16 \times 0,981 = 47 \quad \text{daN}$$

Il carico dinamico sarà:

$$Cr_1 = Cr \times Fs \times Fm \times Fv \quad [\text{daN}]$$

$$Cr_1 = 47 \times 1 \times 1 \times 0.9 = 42,3 \quad \text{daN}$$

pertanto il carico sul rullo sarà:

$$cr = Cr_1 \times Fp \quad [\text{daN}]$$

$$cr = 42.3 \times 1 = 42.3$$

dove:

$$Fp = 1 \quad \text{vedi Tab. 16}$$

Per tale tipo di applicazione, posta in ambiente con presenza di polvere e acqua, si sceglierà nella serie di rulli PSV quello con il carico uguale o immediatamente superiore al valore calcolato (questo per le stazioni di andata).

Analizzando le tabelle di portata dei rulli $\varnothing 133$, si può scegliere il tipo PSV/2-FHD, di portata sufficiente: PSV/2-FHD, 25F18, 133N, 473 (Cap. 2).

Come telaio di supporto per questo tipo di rulli, analizzando il catalogo nel capitolo delle stazioni, scegliamo il tipo A3P (Cap. 3.3.3).

Come rulli di ritorno scegliamo quelli con anelli in gomma, che non favoriscono la formazione di incrostazioni sia sul nastro che sul rullo stesso.

Scegliamo quindi la serie PSV con anelli, che abbia portata sufficiente.

Il rullo base sarà $\varnothing 89$ con anelli $\varnothing_e 133$ la cui sigla è PSV/1-FHD, 20F14, 133NL, 1408 (vedi capitolo 2.6.2)

Come stazioni di ritorno piano per questi rulli possiamo utilizzare coppie di supporto di ritorno tipo SPT 1478 oppure SPT 1490 (vedi capitolo 3.3.4)

Nel caso di un convogliatore di lunghezza notevole (diciamo superiore a 300 m) si consigliano stazioni di ritorno a "V" che esercitano sul nastro una funzione autocentrante. In questo caso potremmo scegliere rulli tipo PSV/1-FHD, 20F14, 133NC, 708.

I telai per questi rulli di ritorno a "V" sono del tipo R2S (vedi capitolo 3.3.4)