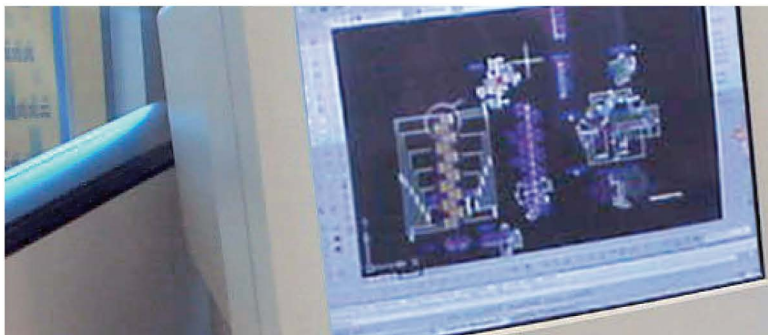
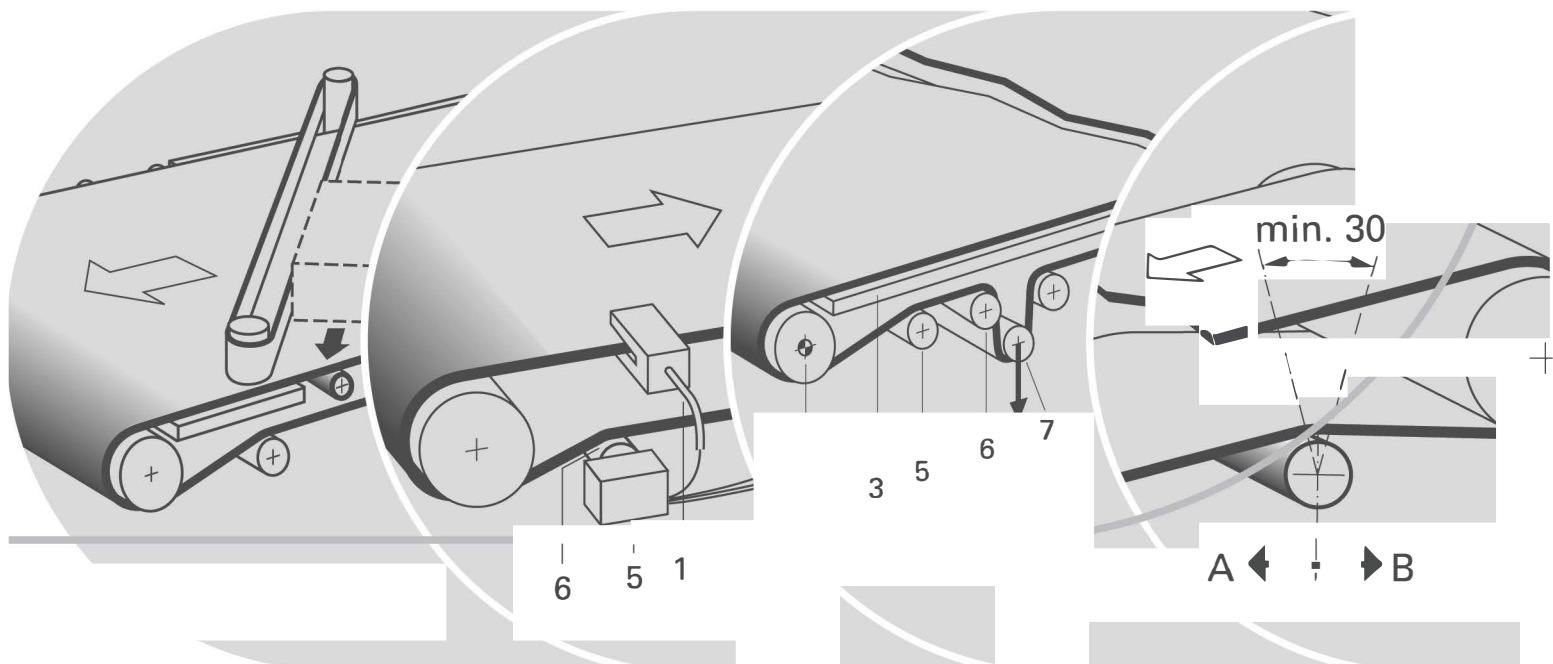


Manuale Tecnico Trasportatori a nastro convenzionale



Sommario

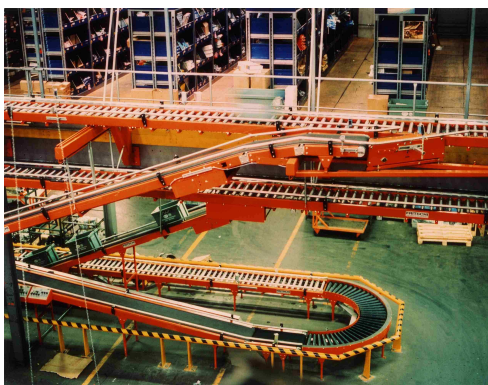
1.	Introduzione	4
2.	Componenti di un trasportatore	6
2.1	Schema dei componenti di un trasportatore	6
2.2	Possibili varianti nello schema di un trasportatore	6
3.	Carpenteria, fissaggio dei tamburi e dei rulli.....	8
3.1	Carpenteria	8
3.2	Fissaggio dei tamburi e dei rulli	8
4.	Supporto del nastro	9
4.1	Piano di scorrimento	9
4.2	Sostegno a rulli	10
4.3	Supporto del nastro sul lato di ritorno	11
5.	Gruppo di traino	11
5.1	Trasmissione del moto.....	11
5.2	Traino in testa	12
5.3	Traino in coda	12
5.4	Traino centrale	12
5.5	Traino in tandem	13
5.6	Unità di traino	13
6.	Dispositivo tenditore.....	14
6.1	Tenditori fissi.....	14
6.2	Tenditore a gravità	14
6.3	Corsa del tenditore X_c	15
7.	Diametro e larghezza dei tamburi	15
7.1	Diametro minimo del tamburo d_{min}	16
7.2	Diametro minimo del tamburo d_y tenendo conto della sua flessione.....	16
7.3	Diametro minimo dei tamburi motori d_{Amin}	19
7.4	Larghezza del tamburo	19
8.	Tamburo motore	20
8.1	Diametro minimo d_{Amin}	20
8.2	Forma del tamburo.....	21
8.3	Superficie del tamburo	21
8.4	Copertura ad alto attrito	22
9.	Rullo di rinvio, rulli di controflessione, controrulli e rullo di tensionamento	22
9.1	Diametro dei rulli	22
9.2	Forma dei rulli	23
9.3	Superficie dei rulli.....	23
9.4	Controrullo	23
9.5	Rullo di tensionamento	23
10.	Informazioni di carattere generale relative al centraggio del nastro	24
10.1	Metodo di base per il centraggio del nastro	24
10.2	Ulteriori accorgimenti per migliorare il centraggio del nastro	25
11.	Tamburi cilindrico-conici	25
11.1	Forma cilindrico-conica	26
11.2	Forma bombata.....	26
11.3	Tamburi cilindrico-conici utilizzati per il centraggio del nastro	27
12.	Controrulli di guida regolabili.....	27
13.	Rulli di supporto regolabili.....	28
14.	Rulli inclinati sul lato di ritorno.....	29
15.	Guide di centraggio.....	30
15.1	Profili di guida utilizzati per il centraggio del nastro	30
15.2	Profili di guida utilizzati per assorbire le forze trasversali.....	31
16.	Centraggio automatico del nastro	32

17.	Altri sistemi di centraggio del nastro	33
17.1	Tamburi con profilo regolabile.....	33
17.2	Rulli con scanalature a spirale	33
17.3	Avvolgimenti in serie del nastro	33
17.4	Rulli di supporto con rivestimento ad alto attrito	34
17.5	Rulli basculanti sul tratto di trasporto	34
17.6	Scanalature trapezoidali sul piano di scorrimento	34
17.7	Centratura mediante rulli laterali basculanti.....	35
17.8	Rulli di guida laterali.....	35
18.	Centraggio di nastri corti e larghi	35
18.1	Rulli inclinati sul lato di ritorno.....	35
18.2	Controrulli di guida	36
18.3	Profili di guida	36
18.4	Alternative	36
19.	Alimentazione, accumulo, deviatori dei prodotti trasportati.....	37
19.1	Alimentazione del trasportatore con i prodotti da trasportare	37
19.2	Accumulo dei prodotti	37
19.3	Deviazione dei prodotti trasportati	38
20.	Sistemi di pulizia del nastro	39
21.	Trasportatori in pendenza	40
21.1	Trasportatore inclinato	40
21.2	Trasportatore a "Z"	41
22.	Trasportatore con penne di trasferimento.....	42
22.1	Penne fisse	42
22.2	Penne rotanti.....	43
23.	Curve a nastro	44
23.1	Sistema di guida mediante coppie di cuscinetti	44
23.2	Sistema di guida mediante profili applicati sui bordi del nastro	45
23.3	Sistema di guida mediante catena e dispositivi elastici	45
23.4	Esecuzione dei rulli di rinvio.....	45
23.5	Scelta del tipo di nastro.....	46
23.6	Fabbricazione del nastro.....	46
24.	Schemi del trasportatore a nastro per trasferimenti ad angolo	47
25.	Nastri stretti in batteria	48
25.1	Esecuzione dei rulli	48
25.2	Conformazione dei rulli, centratura dei nastri	49
25.3	Sistema di traino e tensionamento dei nastri	50
26.	Trasportatori in conca	50
27.	Rulliere a nastro / cinghia	51
27.1	Trasporto in continuo	52
27.2	Trasporto con accumulo	52
28.	Messa in servizio del nastro.....	53
28.1	Controllo della carpenteria del trasportatore.....	53
28.2	Installazione del nastro	54
28.3	Centratura del nastro	55
29.	Manutenzione e pulizia	56
29.1	Manutenzione	56
29.2	Pulizia	56
30.	Indicazioni per lo stoccaggio.....	58
30.1	Condizioni ambientali.....	58
30.2	Precauzioni	58
30.3	Manipolazione dei nastri pesanti.....	59
	Indice	60

1. Introduzione

Questo Manuale Tecnico ha l'obiettivo di offrire sia al costruttore che all'utilizzatore finale una visione d'insieme completa, ma concisa, degli aspetti principali relativi all'installazione e alla progettazione dei trasportatori a nastro convenzionale. Per quanto l'accento sia stato posto sui metodi di centraggio del nastro, sono riportati anche consigli in merito alle procedure di installazione, manutenzione, pulizia e stoccaggio a magazzino del nastro.

Nastri trasportatori



Con tale denominazione si considerano i sistemi di trasporto a nastro utilizzati per trasportare tutti i prodotti industriali semilavorati e finiti. Vengono normalmente utilizzati per trasferire prodotti sfusi nel settore alimentare e non alimentare e nei sistemi di movimentazione merci per lo stoccaggio e la distribuzione. Sebbene i trasportatori a nastro convenzionale siano presenti in tutti i settori ed applicazioni industriali, circa il 50% dei trasportatori attualmente in uso sono installati nei grandi centri di distribuzione e presso società di servizio, come ad esempio gli uffici postali e gli aeroporti. Un altro settore

dove questi trasportatori rivestono un ruolo fondamentale è l'industria alimentare, sia nei reparti di produzione che di confezionamento.

Nastri di processo

I nastri di processo sono nastri trasportatori che non svolgono solamente funzioni di puro trasferimento dal punto A al punto B, ma svolgono anche altre importanti funzioni nel processo produttivo. Esempi tipici di nastri di processo sono: nastri da stampa utilizzati sulle macchine per la stampa dei tessuti, nastri per faldatori utilizzati nelle linee di produzione del tessuto-non tessuto (vedi figura), nastri di formazione materasso e prepressa utilizzati nelle linee di produzione di pannelli truciolari e MDF, nastri per formatrici e tunnel di raffreddamento in grandi impianti per la produzione di prodotti da forno, nastri per tapis-roulant, ecc., ecc. Per tali applicazioni, anche quelle più esigenti, valgono gli stessi principi relativi alla progettazione e al centraggio del nastro utilizzati per i trasportatori a nastro.



Singoli prodotti sfusi e alla rinfusa

I nastri trasportatori di tipo convenzionale vengono utilizzati principalmente per il trasporto di singoli prodotti sfusi di piccola e media dimensione, ma possono essere utilizzati anche per il trasporto di prodotti alla rinfusa. Il termine "prodotto alla rinfusa" viene comunemente utilizzato per indicare materiali quali terra, pietre o pietrisco da costruzione che vengono movimentati con nastri in gomma di elevato spessore, rinforzati ed idonei per applicazioni molto gravose. Per quanto riguarda la tecnica dei trasportatori a nastro convenzionale, i materiali alla rinfusa vengono generalmente categorizzati come granulari, quali il grano, riso, zucchero e polveri, ecc.

Standard europeo EN 873

Secondo lo standard europeo EN 873, una delle caratteristiche tecniche che distingue chiaramente i nastri trasportatori convenzionali leggeri dai nastri trasportatori per applicazioni gravose è il carico di rottura. Per il nastro trasportatore convenzionale leggero, i valori massimi del carico di rottura sono compresi tra 100 N/mm e 1000 N/mm, mentre il carico massimo ammissibile di lavoro è soltanto il 10% di tale valore.

Struttura del Manuale Tecnico

Questo Manuale Tecnico è diviso in capitoli distinti, ciascuno dei quali offre informazioni di facile reperibilità e comprensione in merito ad un determinato argomento. Informazioni più dettagliate relative alle prestazioni e ai temi comuni sono chiaramente evidenziati con riferimenti ad altre sezioni e capitoli. Sono incluse semplici illustrazioni per offrire al lettore una più chiara comprensione di ciò che è stato descritto. Per questo motivo, i dettagli relativi a strutture di sostegno, piani di scorrimento, rulli di supporto, cuscinetti dell'albero e direzione di avanzamento del nastro sono evidenziati solo quando necessario o quando rappresentano l'argomento effettivamente trattato. Nella maggior parte dei casi le formule sono state escluse, eccetto quando gli autori ritenevano fosse essenziale includerle. Per maggior chiarezza, alcuni dettagli sono volutamente approfonditi, come ad esempio la geometria dei tamburi bombati.

Il progetto, l'installazione, le procedure operative e i consigli riportati in questo Manuale Tecnico hanno trovato conferme sul campo e possono essere utilizzate come linee guida da utilizzare nella pratica. Si noti, tuttavia, che applicazioni specifiche, processi particolari e prodotti da trasportare in modo particolare sono fattori che possono influenzare il sistema di trasporto, il suo design, la sua installazione e le modalità di utilizzo nel suo complesso.

Ulteriori informazioni

La scelta del nastro trasportatore corretto, determinata da requisiti meccanici o chimici, dal tipo di processo utilizzato e dai materiali da trasferire è importante per rendere il sistema funzionante in maniera efficace. Informazioni dettagliate relative alle caratteristiche del nastro e alle applicazioni in cui può essere utilizzato sono disponibili sia nei cataloghi che sul sito di Habasit (www.habasit.it).

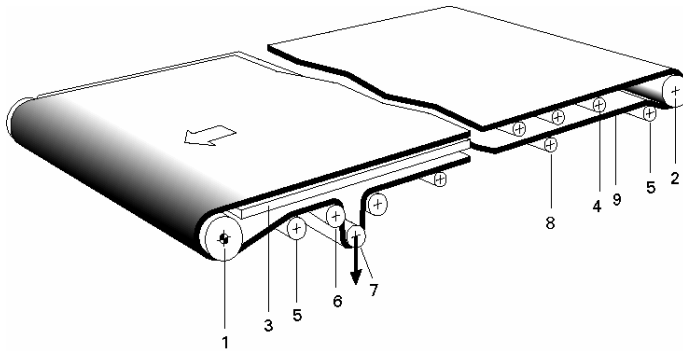
Habasit, con 33 filiali dirette e distributori presenti in oltre 50 nazioni, è in grado di offrire un'ampia esperienza applicativa e tecnica, e disponibilità dei prodotti in tutto il mondo. Contattateci in qualsiasi momento, ovunque necessitate di assistenza tecnica.

2. Componenti di un trasportatore

Nella sua forma più semplice, un trasportatore è composto da una carpenteria che comprende il sostegno del nastro (piano di scorrimento o rulli di supporto), un tamburo motore, che normalmente è il tamburo “di testa”, un rullo di rinvio, che normalmente è il rullo “di coda” e un nastro trasportatore.

Sistemi più complessi avranno componenti aggiuntivi come gruppi di traino e di tensionamento, elementi di centraggio del nastro, deviatori di prodotto, accumulatori, sensori, ecc.

2.1 Schema dei componenti di un trasportatore



1 rullo di traino

2 rullo di rinvio

3 piano di scorrimento

4 rullo di supporto

5 controrullo

6 rullo di controflessione

7 rullo di tensionamento

8 rullo di supporto (sul lato di ritorno)

9 nastro trasportatore

10 carpenteria (non indicata)



Simbolo del rullo di traino



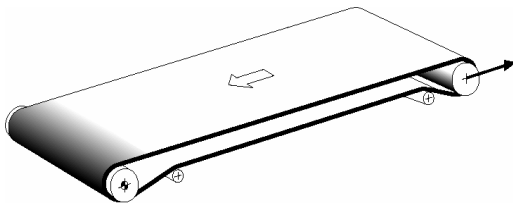
Simbolo del rullo di tensionamento con indicazione della direzione del tensionamento



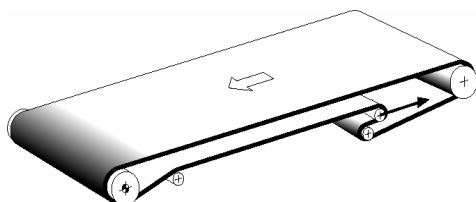
Senso di marcia del nastro

2.2 Possibili varianti nello schema di un trasportatore

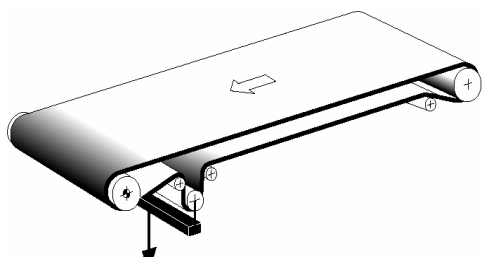
I seguenti sistemi standard mostrano gli schemi più comunemente utilizzati per i trasportatori a nastro convenzionale; l'elenco non è completo, poiché sono possibili molte altre alternative.



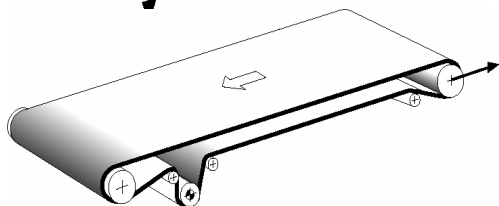
Traino in testa, rullo di rinvio usato come rullo tenditore



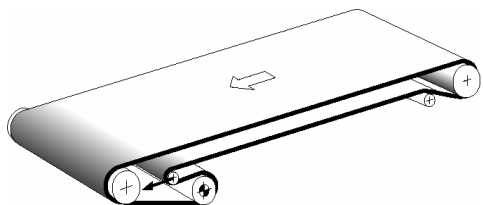
Traino in testa, dispositivo tenditore sul lato di ritorno



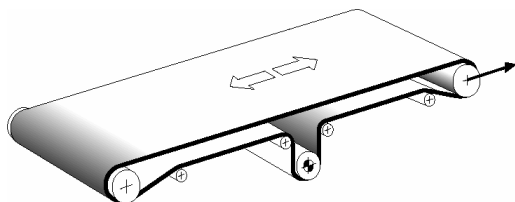
Traino in testa, tenditore a contrappeso sul lato di ritorno



Traino sul lato di ritorno, rullo di rinvio usato come rullo tenditore



Traino e tenditore posti sul lato di ritorno



Traino centrale, adatto per comando bi-direzionale

Nel caso di un trasportatore con traino in testa, si dice che il nastro trasportatore viene tirato sul lato di trasporto.

Analogamente, il nastro di un trasportatore con traino in coda viene tirato sul lato di ritorno. Si preferisce utilizzare il traino in testa, anziché quello in coda, poiché le forze esercitate sui componenti del trasportatore (tamburi e cuscinetti) sono inferiori (vedere capitolo 5).

Se non vi sono ulteriori indicazioni, si suppone che il trasportatore sia orizzontale. Nel caso di trasportatori in pendenza, l'eventuale presenza di profili di trasporto viene determinata dall'angolo di salita/discesa e dalle caratteristiche dei prodotti da trasportare. Normalmente, questi trasportatori richiedono l'uso di nastri con una copertura adesiva (ad alto attrito). Ulteriori informazioni relative ai trasportatori in pendenza sono disponibili al capitolo 21.

3. Carpenteria, fissaggio dei tamburi e dei rulli

3.1 Carpenteria

La carpenteria deve essere rigida. Non deve deformarsi o flettersi a causa delle forze a cui viene sottoposta, quali ad esempio la tensione del nastro, il peso dei prodotti trasportati, la pavimentazione irregolare, ecc. Senza una struttura rigida sarebbe quasi impossibile centrare il nastro con i sistemi tradizionali, ed evitare che sbandi a causa della variazione delle condizioni di lavoro (assenza di carico/ carico parziale/ pieno carico).

Il nastro trasportatore deve potersi muovere leggermente in direzione trasversale senza interferire con alcun componente fisso. Per garantire ciò, è necessario che la carpenteria sia più larga del nastro e consenta un sufficiente gioco laterale.

Inoltre, è vantaggioso configurare il trasportatore in modo che il nastro sia visibile lungo il percorso, anche per consentire un facile accesso per le operazioni di pulizia.

È necessario che la carpenteria abbia un collegamento a terra per consentire ai nastri antistatici di scaricare il potenziale elettrostatico attraverso i tamburi e i rulli.

Attenzione: tamburi e rulli standard in plastica, cuscinetti, lubrificanti sintetici, piani di scorrimento in materiale plastico sono tutti isolanti che aumentano la carica elettrostatica del nastro.

Se viene richiesta una ridotta rumorosità del trasportatore, la progettazione della carpenteria richiede un'attenzione particolare. Il piano di scorrimento deve essere progettato in modo da assorbire il rumore; occorre quindi evitare la diffusione del suono attraverso i solidi. Nastri trasportatori studiati per garantire una bassa rumorosità collaborano all'abbassamento del rumore, ma non possono sostituire speciali accorgimenti da adottare in fase di progettazione del trasportatore.

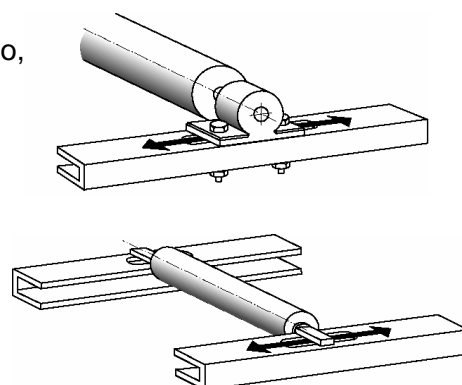
La carpenteria deve essere accuratamente allineata su tutti i piani. Il controllo della messa in squadra dovrebbe essere eseguito misurando le diagonali e gli interassi (vedere capitolo 28).

3.2 Fissaggio dei tamburi e dei rulli

Normalmente, al momento dell'installazione il tamburo di traino viene fissato e quindi non può più essere registrato; sia il tamburo di traino che gli altri tamburi e rulli devono essere allineati ad angolo retto rispetto alla direzione di marcia del nastro.

Si raccomanda l'utilizzo di cuscinetti regolabili per i rulli di rinvio, di controflessione e di tensionamento poiché questi sono notevolmente sollecitati dalla tensione del nastro.

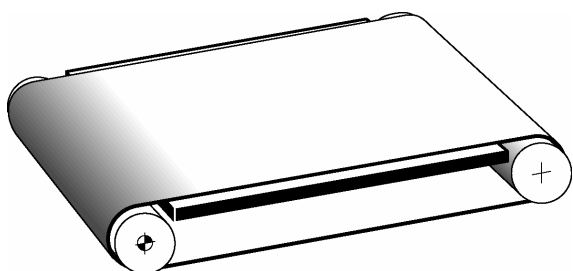
I bloccaggi asolati sono adatti per rulli meno sollecitati, come ad esempio i rulli di supporto registrabili e i rulli di centraggio del nastro.



Come regola generale, si utilizzi solo la quantità di tamburi e rulli strettamente necessaria per sostenere e centrare il nastro. Ogni tamburo e rullo può essere causa di problemi di centraggio del nastro e di accumulo di sporcizia, con un conseguente aggravio delle procedure di manutenzione e pulizia.

4. Supporto del nastro

4.1 Piano di scorrimento



I vantaggi di un nastro supportato da un piano di scorrimento sono principalmente la maggiore stabilità dei prodotti trasportati e la limitata influenza sul centraggio del nastro – un vantaggio che distingue questa soluzione da quella che prevede l'utilizzo di rulli di supporto. Selezionando in maniera corretta il materiale del lato di scorrimento del nastro e il piano di scorrimento stesso, è possibile variare in nostro favore il coefficiente di attrito, la rumorosità e la vita utile del nastro.

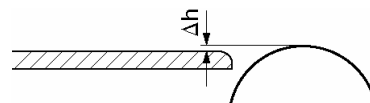
I materiali consigliati per il piano di scorrimento sono:

- Lamiera di acciaio decapato (lamiera di acciaio disincrostata chimicamente)
- Lamiera di acciaio inossidabile (utilizzata in particolare nel settore alimentare)
- Plastiche dure (come la resina fenolica, ecc.) utilizzate principalmente come copertura di pannelli in truciolato o compensato
- Fogli laminati di legno duro (faggio, quercia)

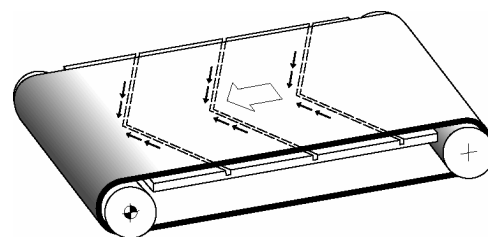
L'attrito tra il piano di scorrimento e il nastro viene notevolmente influenzato dal tipo di materiale e dalla finitura superficiale del piano di scorrimento, dall'umidità, dalla polvere, dalla sporcizia, ecc.

È necessario fare attenzione ai seguenti punti:

- I bordi del piano di scorrimento devono essere arrotondati e posizionati più in basso rispetto alla superficie del tamburo ($\Delta h =$ circa 2 mm)
- Le teste degli elementi di fissaggio meccanico (bulloni / viti a brugola) non devono superare la superficie superiore del piano di scorrimento .
- Il piano di scorrimento deve essere allineato con la direzione di marcia del nastro e non deve presentare inclinazioni (ciò è particolarmente importante nel caso di piani di scorrimento in lamiera di acciaio); in caso contrario il nastro tenderebbe a sbandare.
- Pulire accuratamente il piano di scorrimento prima della messa in servizio. Il piano di scorrimento, i tamburi e il nastro devono essere puliti periodicamente, poiché i depositi di sporcizia possono costituire una causa significativa di problemi prestazionali come ad es. l'aumento del coefficiente di attrito, il danneggiamento del nastro, ecc.

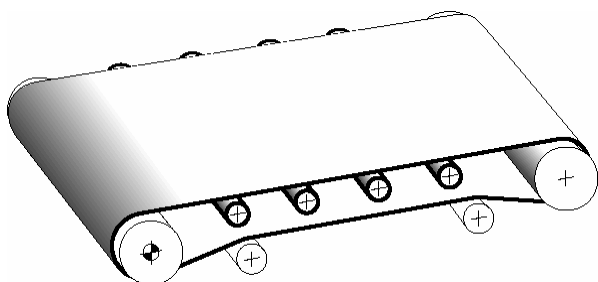


- Un'umidità eccessiva tra il piano di scorrimento e il nastro aumenta l'adesione (effetto ventosa) con il conseguente aumento del fabbisogno energetico che potrebbe causare il sovraccarico del nastro e/o della trasmissione. In questi casi, la presenza di scanalature sul piano di scorrimento può fornire un drenaggio efficace e porre rimedio al problema. Se le scanalature sono orientate a "V", o a spina di pesce, si può ottenere contemporaneamente anche un effetto positivo di centraggio del nastro.



Strisce, o griglie sporgenti, utilizzate come elementi di sostegno aiutano a prevenire l'accumulo di sporco ma sono al contempo responsabili di incrementi dell'usura del nastro e del rumore. È preferibile pertanto evitarne l'utilizzo se non in casi strettamente necessari.

4.2 Sostegno a rulli



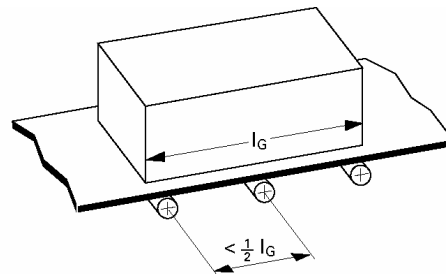
In presenza di trasportatori lunghi e carichi grandi/pesanti si utilizzano rulli di supporto in sostituzione del piano di scorrimento. I rulli di supporto riducono la perdita per attrito, la forza periferica e la potenza richiesta per il traino.

I rulli maggiormente utilizzati sono realizzati da tubi di precisione in acciaio supportati da cuscinetti a rulli. Possono essere usati anche rulli con rivestimento in plastica, poiché resistono alla corrosione e ad alcune sostanze chimiche. Tuttavia, una copertura sintetica non conduttiva può produrre cariche statiche elevate durante il funzionamento, in modo particolare se usata in combinazione con cuscinetti in plastica.

I rulli di supporto hanno tipicamente forma cilindrica. Dato che il nastro trasportatore si muove solo tangenzialmente lungo la superficie dei rulli, e non si avvolge intorno ad essi, questi rulli possono avere un diametro inferiore rispetto a quello specificato come d_{min} per il nastro (vedere capitolo 7). Il diametro specificato, tuttavia, deve resistere alla flessione che si genera quando il nastro è sottoposto al carico di lavoro.

È necessario fare attenzione ai seguenti punti:

- La distanza tra i rulli di supporto deve essere inferiore a metà della lunghezza delle unità di carico trasportate l_G , in modo che i prodotti trasportati appoggino sempre su almeno due rulli.



- I rulli di supporto devono essere accuratamente disposti ad angolo retto rispetto alla direzione di marcia del nastro, poiché rulli di supporto non ben allineati sono spesso causa di problemi di centraggio del nastro. È sufficiente che il rullo possa essere regolato da un lato mediante asole di registro praticate nella carpenteria (vedere capitolo 3).

- I rulli di supporto possono essere installati allo scopo di guidare il nastro; in questi casi l'angolo di registrazione γ deve essere almeno $\pm 5^\circ$ (vedere anche il capitolo 13). Si consiglia, soprattutto nel caso di trasportatori lunghi, di prevedere alcuni rulli di sostegno regolabili.

4.3 Supporto del nastro sul lato di ritorno

Si raccomanda che i rulli di supporto sul lato di ritorno abbiano un interasse inferiore a 2 metri, per evitare un'eccessiva catenaria del nastro dovuta al peso del nastro stesso.

Anche i rulli di sostegno sul lato di ritorno devono essere accuratamente disposti ad angolo retto rispetto alla direzione di marcia del nastro, poiché rulli di supporto non allineati correttamente sono spesso causa di problemi di centratura; il problema è più evidente quando si utilizzano nastri con coperture del lato di trasporto strutturate, o ad alto attrito.

5. Gruppo di traino

Il compito del tamburo motore è quello di trasferire la forza motrice (forza periferica) dal tamburo al nastro. In casi speciali, il gruppo di traino può agire anche come freno. Con trasportatori in pendenza (salita/discesa) il gruppo di traino viene utilizzato per evitare che il nastro si muova quando è fermo.

5.1 Trasmissione del moto

La capacità di trasmissione del moto degli azionamenti per attrito dipende, in generale, dai seguenti fattori:

- Arco di contatto β del nastro sul tamburo motore
- Coefficiente di attrito μ tra il nastro e il tamburo motore
- Forza di pressione derivante dalla tensione iniziale ϵ e dal modulo di elasticità del nastro.

Metodi comunemente usati per aumentare l'efficienza della trasmissione:

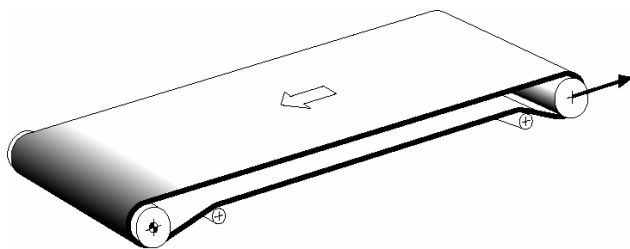
- Utilizzo di un controrullo per aumentare l'arco di contatto β
- Uso di un tamburo motore con copertura elastomerica che garantisca un maggiore coefficiente di attrito μ
- Un aumento della tensione di posa

Quest'ultima opzione, tuttavia, porta ad un ulteriore carico sull'albero e sui cuscinetti. Inoltre, non si deve superare l'allungamento ammissibile del nastro; per questa ragione spesso può essere necessario un nastro di classe superiore.

Il coefficiente di attrito e l'effettiva trasmissione del moto dipendono in larga misura dalla pulizia della superficie del tamburo motore. Olio, grasso, umidità, ruggine, sporcizia, residui del prodotto trasportato, ecc. sono responsabili della riduzione dell'attrito e aumentano le probabilità di slittamento del nastro. Di conseguenza, il nastro e il trasportatore nel suo complesso non possono più funzionare in modo corretto. La pulizia è altrettanto importante per quanto riguarda il centraggio del nastro e la sua vita di servizio. Occorre assicurarsi che il nastro e il trasportatore vengano mantenuti il più possibile puliti:

- scegliendo soluzioni di progetto appropriate (vedere il capitolo 20)
- utilizzando procedure di pulizia appropriate (vedere il capitolo 29).

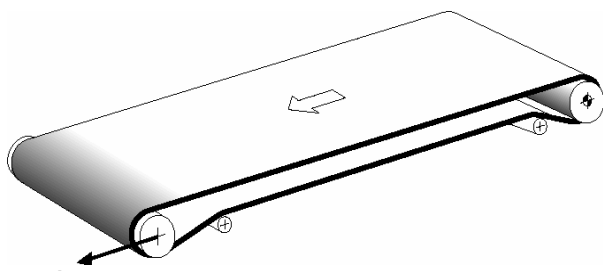
5.2 Traino in testa



Le sollecitazioni sul sistema di trasporto (forze nel nastro, carichi sui cuscinetti e sull'albero, ecc.) possono essere parzialmente ridotte ottimizzando la posizione del traino. Per questo motivo, la posizione preferita per il gruppo di traino è in testa, ossia la posizione di scarico del trasportatore.

Un'eccezione tuttavia è rappresentata dal trasportatore in discesa, in cui l'ampiezza del carico trasportato, l'angolo di discesa e l'attrito fanno sì che il prodotto trasportato traini o spinga il nastro e crei una forza periferica "negativa". In questo caso, si consiglia l'utilizzo del traino in coda per ottenere una prestazione ottimale.

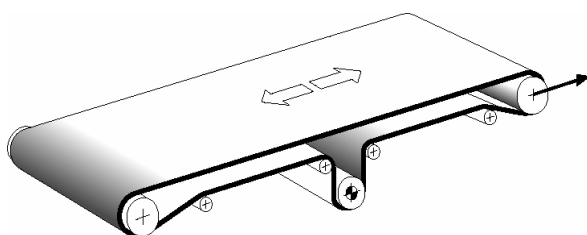
5.3 Traino in coda



Le maggiori tensioni nel nastro e i maggiori carichi sull'albero che si manifestano nei trasportatori con traino in coda possono richiedere una costruzione più solida del trasportatore. Questo diventa importante soprattutto per trasportatori lunghi e con grossi carichi da movimentare.

Come menzionato in precedenza, il traino in coda è preferibile sul trasportatore in discesa poiché il motore agisce da meccanismo di freno per il nastro.

5.4 Traino centrale

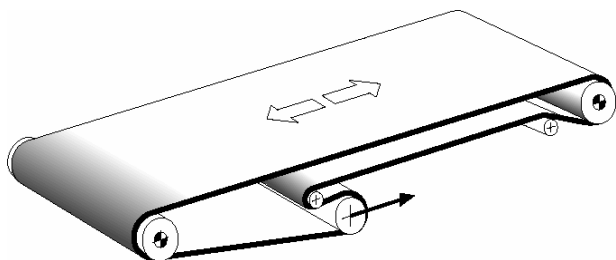


Il traino centrale viene normalmente utilizzato per trasporti bi-direzionali. In queste applicazioni, i rulli di estremità del trasportatore possono avere forma cilindrico-conica (vedere il capitolo 11).

Il traino centrale viene utilizzato anche per trasportatori che prevedono l'utilizzo di penne fisse sia sul lato di carico che su quello di scarico (vedere capitolo 22).

In tali trasportatori, la forza di trazione è significativamente maggiore a causa della presenza di penne fisse. Per questo motivo si avrà la presenza di un maggiore consumo energetico e di carico sull'albero. Il centraggio di un nastro installato su un trasportatore a traino centrale con una o due penne fisse è piuttosto critico. In questo caso, la soluzione ottimale è la diminuzione del numero totale di tamburi e di rulli utilizzati per movimentare il nastro.

5.5 Traino in tandem



I traini in tandem vengono utilizzati nelle situazioni che richiedono grandi potenze di traino e per aumentare l'arco totale di contatto. Nei trasportatori a nastro convenzionale questa soluzione viene usata molto raramente, poiché nella maggior parte dei casi è sufficiente aumentare l'arco di contatto β tramite un controrullo e/o rivestire il tamburo motore con una copertura ad alto attrito.

Nei processi in cui si richiede un'elevata precisione di posizionamento, oppure il trasportatore è lungo, e/o è richiesta la bidirezionalità, entrambi i rulli di estremità saranno di traino.

Se ciascun tamburo di traino del tandem è azionato da un motore indipendente, il sistema di traino deve incorporare un sistema di controllo della velocità. Occorre evitare che un motore guidi l'altro, poiché questo può portare ad un sovraccarico del nastro.

5.6 Unità di traino

In genere, l'unità di traino comprende il motore, l'elemento di trasmissione di potenza (riduttore ad ingranaggi, trasmissione a cinghia) e il tamburo motore. Sono normalmente utilizzati i classici motori trifase a gabbia di scoiattolo. Le potenze da trasmettere sono di solito relativamente basse (0,5 - 5 kW). Il sovraccarico all'avviamento viene ridotto utilizzando opportuni dispositivi di avviamento graduale.

La conversione della velocità del motore alla velocità richiesta del nastro avviene di solito attraverso un riduttore ad ingranaggi, o tramite una trasmissione a cinghia. Il motore e il riduttore ad ingranaggi vengono spesso combinati in un design compatto (motoriduttore). Se si utilizza una trasmissione a cinghia è preferibile la soluzione a cinghia piana che consente di risparmiare spazio, è economica, non necessita di manutenzione ed ha un'elevata efficienza.

Il controllo della velocità viene effettuato sempre più frequentemente tramite motori a controllo elettronico, ad esempio motori a gabbia di scoiattolo controllati da un convertitore statico di frequenza (inverter).

Quando le potenze in gioco sono relativamente basse vengono utilizzati spesso anche i mototamburi. È importante notare che i mototamburi sono raffreddati in superficie e quindi dissipano parzialmente il calore attraverso il nastro. Occorre tener presente come l'utilizzo di un mototamburo molto sollecitato in trasportatori corti possa generare un surriscaldamento, talvolta inaccettabile, del nastro. Il riscaldamento eccessivo e non uniforme del nastro è una causa frequente di problemi di centraggio del nastro e del suo restringimento.

6. Dispositivo tenditore

La pressione di contatto richiesta tra nastro trasportatore e tamburo motore viene ottenuta mediante un dispositivo tenditore.

Normalmente, i tenditori fissi sono sufficienti per i trasportatori a nastro convenzionale. I nastri trasportatori Habasit hanno elevata stabilità dimensionale e mostrano variazioni trascurabili dell'allungamento durante la fase di avvio e/o in presenza di variazioni di carico; pertanto, non è richiesto alcun ritensionamento.

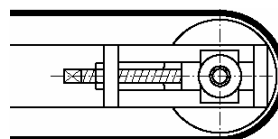
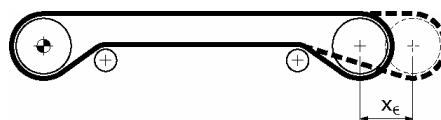
Come regola generale, il rullo tenditore deve essere utilizzato solamente per tensionare il nastro. Si sconsiglia di inclinare il rullo tenditore per centrare il nastro, dal momento che si potrebbero generare potenziali problemi dovuti ad uno squilibrio delle tensioni in gioco.

6.1 Tenditori fissi

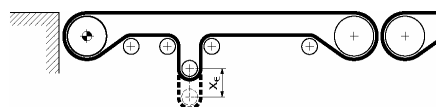
I tenditori fissi si utilizzano nei trasportatori in cui non è necessario compensare variazioni di lunghezza o di tensione del nastro durante il funzionamento.

- ❑ La soluzione più semplice per tensionare il nastro è l'utilizzo di un rullo di rinvio

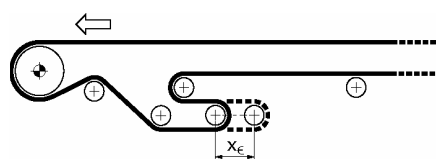
con un tenditore che corra parallelo all'asse del nastro o alla direzione di marcia del nastro.



- ❑ Quando l'interasse tra i rulli di testa e di coda non può essere modificata, ad esempio in trasportatori intermedi o di transizione, il tenditore viene posizionato sul lato di ritorno.



- ❑ Per trasportatori lunghi e molto carichi, il tenditore dovrebbe essere disposto direttamente dopo il tamburo di traino, preferibilmente considerando un suo movimento in senso orizzontale.



- ❑ I rulli tenditori possono essere registrati manualmente, ma possono anche essere dotati di cilindri pneumatici, o idraulici, o di dispositivi elettrici in grado di fornire una posizione fissa del tenditore.

6.2 Tenditore a gravità

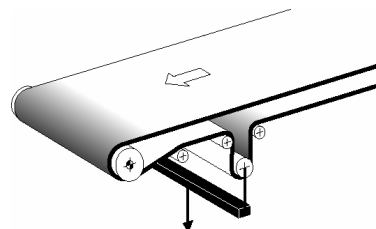
In alcuni casi, quando il trasportatore è lungo e il peso del materiale trasportato è notevole (in rapporto al $k_{1\%}$ del nastro) o è soggetto a rapide variazioni di carico, è consigliabile utilizzare tenditori a gravità che consentono di mantenere costante la tensione del nastro in tali condizioni di lavoro. Questo vale anche per nastri con elemento di trazione in poliammide e in presenza di forti variazioni di umidità relativa.

Con sistemi di tensionamento a gravità, le variazioni di lunghezza del nastro che hanno luogo durante il funzionamento vengono compensate automaticamente. È ovvio, pertanto, che questi

dispositivi devono essere progettati e costruiti in modo da garantire sia la compensazione delle variazioni di lunghezza durante l'esercizio, sia la corsa necessaria per tensionare il nastro al valore richiesto.

Il tensionamento per gravità si ottiene mediante un contrappeso (vedere illustrazione).

Il medesimo risultato si può ottenere anche utilizzando un tensionatore a molla, pneumatico o idraulico.



6.3 Corsa del tenditore Xc

Per nastri con elemento di trazione in poliestere, la corsa del tenditore deve essere pari ad almeno 1,5% della lunghezza del nastro. Per nastri con elemento di trazione in poliammide, si deve considerare una corsa del tenditore pari ad almeno 2,5% della lunghezza del nastro.

Si devono considerare attentamente vari fattori nel determinare la configurazione e la corsa del tenditore: la corsa richiesta per tensionare il nastro, le influenze dovute alle fluttuazioni di temperatura e di umidità relativa, il potenziale accumulo di detriti sui componenti del trasportatore (che aumenta al crescere della lunghezza del nastro), le tolleranze produttive del nastro e del trasportatore, la facilità di installazione e di manutenzione, ecc.

Metodi efficaci per ridurre al minimo la corsa del tenditore sono:

- utilizzo del traino in testa (invece che in coda)
- utilizzo di un tamburo motore con rivestimento ad alto attrito
- utilizzo di un arco di contatto elevato sul tamburo motore
- utilizzo di un nastro ad elevato modulo di elasticità (elevato k1%).

7. Diametro e larghezza dei tamburi

Come regola generale, maggiore è il diametro del tamburo maggiore sarà la durata del nastro. Tuttavia, diametri piccoli riducono l'altezza e il peso del trasportatore, minimizzano la distanza di trasferimento tra trasportatori adiacenti e riducono i costi.

Per determinare il diametro minimo consentito si utilizzano i seguenti fattori:

- Flessibilità del nastro trasportatore e di tutti i profili applicati (profili trapezoidali di guida, profili di trasporto, ecc.).
Vedere 7.1 Diametro minimo del tamburo d_{min}
- Flessione ammissibile dei tamburi / rulli
Vedere 7.2 Diametro minimo del tamburo d_y tenendo conto della sua flessione
- Forza periferica che il tamburo motore deve trasmettere
Vedere 7.3 Diametro minimo del tamburo motore dA_{min}

7.1 Diametro minimo del tamburo d_{min}

Habasit definisce il diametro minimo del tamburo d_{min} per ogni tipologia di nastro; questo è valido per archi di contatto β maggiori di 30° . Il diametro minimo del tamburo d_{min} è riportato nella scheda tecnica del prodotto ed è un dato fondamentale da considerare in fase di progettazione per ottenere prestazioni ottimali; si dovrà pertanto fare in modo di rispettare tale valore, poiché l'utilizzo di diametri inferiori a quello indicato può abbreviare notevolmente la vita utile del nastro.

Nei casi in cui l'arco di contatto del nastro sui tamburi e sui rulli sia molto piccolo, il diametro specificato nella scheda tecnica può essere inferiore. Per un arco di contatto β inferiore a 30° , il diametro minimo ammissibile può essere circa la metà del d_{min} . Per un arco di contatto β inferiore a 5° , come avviene per i rulli di supporto o, il diametro minimo del tamburo d_{min} non deve più essere considerato.

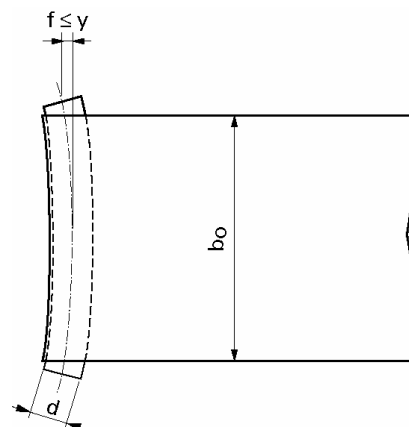
Per nastri con profili applicati, il diametro minimo del tamburo dipende dal d_{min} del nastro, dalle dimensioni - forma - materiale - durezza del profilo e dalla modalità di applicazione dei profili sul nastro. Il diametro minimo del tamburo da utilizzare per nastri con profili viene quindi determinato comparando il d_{min} del nastro con quello indicato per il profilo desiderato e assumendo il valore maggiore.

7.2 Diametro minimo del tamburo d_y tenendo conto della sua flessione

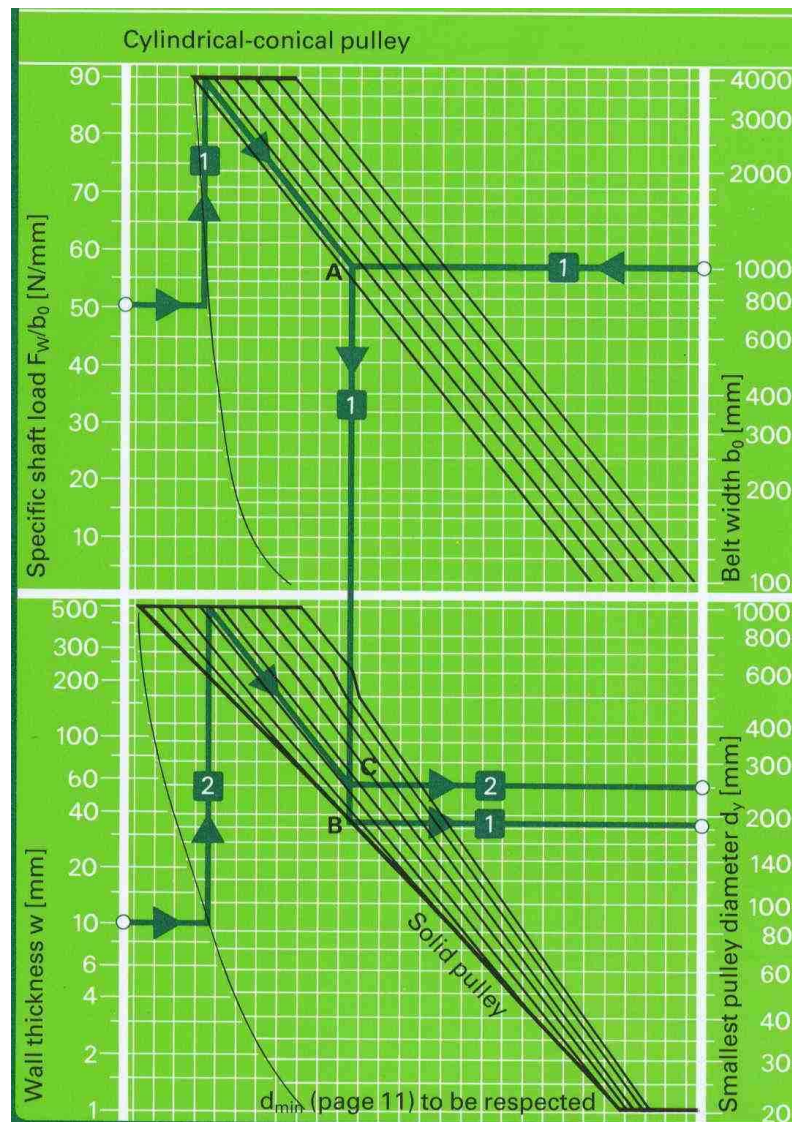
Per ottenere un buon centraggio del nastro occorre ridurre al minimo la flessione f del tamburo causata dalla tensione nel nastro.

Si consigliano i seguenti valori per la flessione ammissibile y :

- Tamburi cilindrici : $y \leq 0.001 \cdot b_0$ [mm]
- Tamburi cilindrico-conici : $y \leq (0.001 \cdot d) + 0.07$ [mm]



I diagrammi seguenti permettono di determinare rapidamente il diametro minimo del tamburo d_y e lo spessore della parete w facendo riferimento alla flessione ammissibile y del tamburo nelle conformazioni cilindriche e cilindrico-coniche.



Esempio 1:

Determinare il diametro minimo d_y di un tamburo cilindrico-conico pieno, con $b_0 = 1000$ mm, $F_W = 50.000$ N

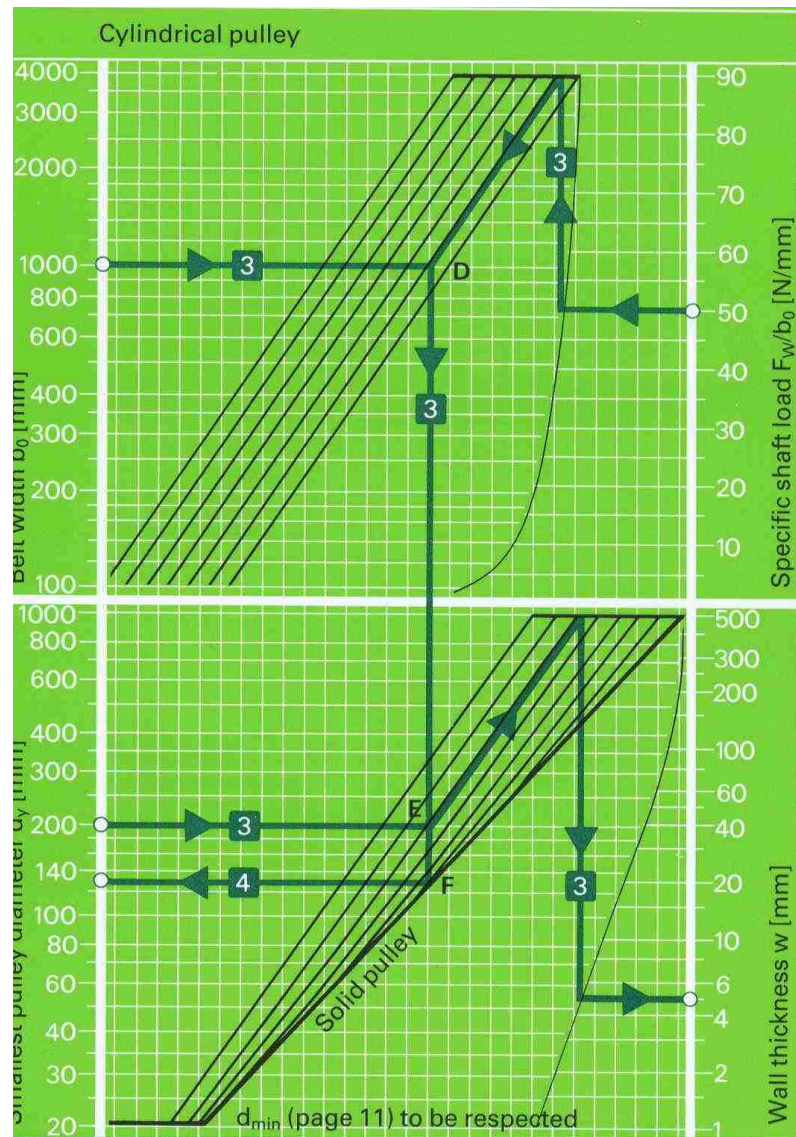
Entrare nel diagramma in alto con i punti $b_0 = 1000$ mm (colonna di destra) e $F_W / b_0 = 50.000$ N / 1000 mm = 50 N/mm (colonna di sinistra) fino all'intersezione nel punto A. Spostarsi verticalmente verso il basso intersecando nel punto B la linea relativa ai tamburi pieni. Spostarsi orizzontalmente da B fino alla colonna di destra ottenendo $d_y = 185$ mm.

Esempio 2:

Si considerino gli stessi dati dell'esempio 1, ma si faccia riferimento non più ad un tamburo pieno, ma a un tamburo cavo con spessore della parete pari a 10 mm.

Entrare nel medesimo diagramma con le stesse modalità dell'esempio 1.

Come seconda operazione si entri nella parte inferiore del diagramma in prossimità di $w = 10$ mm e ci si muova fino all'intersezione nel punto C. Spostarsi orizzontalmente fino alla colonna di destra ottenendo $d_y = 250$ mm.



Esempio 3:

Determinare lo spessore minimo w della parete di un tamburo cavo con $d_y = 200$ mm, $b_0 = 1000$ mm, $F_w = 50.000$ N

Entrare nel diagramma in alto con $b_0 = 1000$ mm e $F_w / b_0 = 50.000$ N / 1000 mm = 50 N/mm fino all'intersezione nel punto D. Entrare nella parte inferiore del diagramma in prossimità di $d_y = 200$ mm e spostarsi orizzontalmente a destra attraversando le linee diagonali. Tracciare una linea verticale di riferimento dall'intersezione nel punto D fino al punto E di intersezione con la linea orizzontale tracciata a partire da $d_y = 200$ mm. Iniziando da E, seguire le linee guida verso destra fino ad ottenere $w = 5$ mm.

Esempio 4:

Determinare il diametro minimo d_y di un tamburo cilindrico pieno, con $b_0 = 1000$ mm, $F_{WV} = 50.000$ N

Entrare nel diagramma con le stesse modalità dell'esempio 3. La linea di riferimento verticale viene considerata dal punto di intersezione D fino al punto F di intersezione con la linea di riferimento del "tamburo pieno".

Spostarsi orizzontalmente a sinistra ottenendo $d_y = 135$ mm.

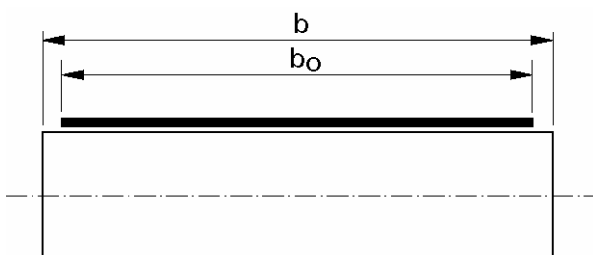
Importante: Il diametro effettivo del tamburo d_{eff} deve essere almeno pari, o superiore, al diametro più piccolo determinato nelle sezioni 7.1 e 7.2:

$$d_{eff} \geq d_{min} \geq d_y$$

7.3 Diametro minimo dei tamburi motori d_{Amin}

I concetti descritti ai punti 7.1 e 7.2 valgono anche per il tamburo motore. Inoltre, sono presenti alla periferia del tamburo motore forze che generano sollecitazioni di taglio nel nastro che non devono superare i livelli ammissibili. Fare riferimento al capitolo 8 per determinare correttamente il diametro minimo dei tamburi motori.

7.4 Larghezza del tamburo



La larghezza dei tamburi e dei rulli deve essere tale da consentire al nastro di essere supportato sull'intera larghezza, anche se non è posizionato esattamente nella mezzera del tamburo.

Raccomandazioni relative alla larghezza dei tamburi :

Larghezza del nastro b_0	Larghezza del tamburo b
$b_0 \leq 100$ mm	$b = b_0 + 20$ mm
$b_0 > 100$ mm	$b = (1.08 \cdot b_0) + 12$ mm

8. Tamburo motore

La funzione principale del tamburo motore è quella di trasferire la forza periferica dal motore al nastro. Se il tamburo motore è cilindrico-conico, produrrà anche un effetto di centraggio sul nastro.

8.1 Diametro minimo d_{Amin}

Gli stessi principi generali descritti nel capitolo 7, Sezioni 7.1 e 7.2, valgono anche per determinare il valore del diametro minimo.

Tuttavia, per il tamburo motore, si devono considerare anche gli sforzi di taglio causati dalla trasmissione di potenza che avviene alla periferia del tamburo. Se il diametro del tamburo è troppo piccolo, si può verificare un danneggiamento del nastro.

È necessario, pertanto, prestare particolare attenzione nel determinare le corrette dimensioni del tamburo motore. A differenza di molti altri produttori che non considerano il tipo di nastro per determinare il diametro del tamburo, Habasit ha creato una formula accurata e semplice che tiene in considerazione il tipo di nastro utilizzato:

$$\text{Diametro minimo della puleggia motrice } d_{Amin} = c_6 \cdot \frac{180}{\beta} \cdot \frac{k}{k_{adm}} \quad [\text{mm}]$$

c_6 = Fattore di calcolo [-] vedere nota 1)

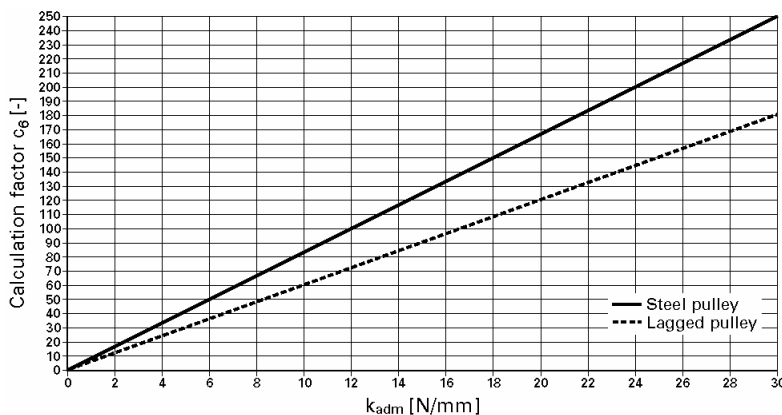
β = Arco di contatto [°]

k = Forza di trazione effettiva per unità di larghezza [N/mm], per il calcolo vedere 2)

k_{adm} = Forza periferica ammissibile per unità di larghezza [N/mm], valore specifico del prodotto

Spiegazioni e fattori di calcolo

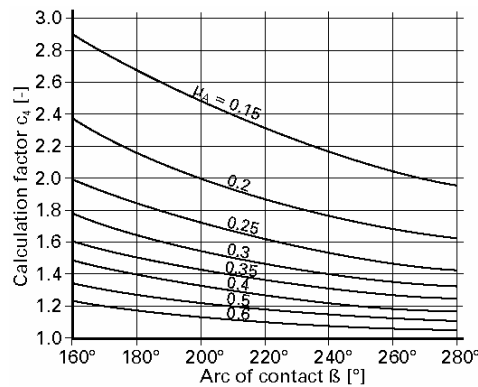
1) Fattore di calcolo c_6



2) La forza di trazione effettiva per unità di larghezza k è calcolata dalla forza periferica F_U [N], il coefficiente di attrito μ tra tamburo e nastro, l'arco di contatto β [in radianti] e la larghezza del nastro b_0 [mm], e non deve superare k_{adm} :

$$\text{Forza di trazione per unità di larghezza } k = \frac{F_U}{b_0 (1 - e^{-\mu\beta})} = \frac{F_U \cdot c_4}{b_0} < k_{adm} \quad [\text{N/mm}]$$

Fattore di calcolo c_4



Esempio di calcolo

Diametro minimo richiesto d_{Amin} per un tamburo motore in acciaio, $\beta = 180^\circ$; $b_o = 1000$ mm, $F_{WA} = 50'000$ N.

Il nastro installato ha una forza periferica nominale ammissibile $k_{adm} = 30$ N/mm.

$$k \cong \frac{F_{WA}}{2 \cdot b_o} = \frac{50'000}{2 \cdot 1000} \approx 25 \text{ N/mm}$$

$$d_{Amin} = c_6 \frac{180}{\beta} \cdot \frac{k}{k_{adm}} = 165 \frac{180}{180} \cdot \frac{25}{30} = 137,5 \text{ mm}$$

Importante

Il diametro effettivo del tamburo motore d_{Aeff} deve essere almeno uguale o maggiore del valore massimo determinato nella sezione 7.1 (d_{min}), sezione 7.2 (d_y) e sezione 8.1 (d_{Amin}):

$$d_{Aeff} \geq d_{min} \geq d_y \geq d_{Amin}$$

8.2 Forma del tamburo

I tamburi motori hanno normalmente la forma cilindrico-conica; talvolta possono anche essere convessi. Entrambi i tipi di tamburo sono in grado di centrare correttamente nastri ben allineati. Consultare il capitolo 11 per informazioni dettagliate relative ai tamburi cilindrico-conici.

Per trasportatori lunghi sottoposti a grandi forze laterali dovute a carichi laterali, barre deviatrici o da un elevato numero di flessioni del nastro, si consiglia di adottare sistemi aggiuntivi di centraggio. Tamburi di forma cilindrica possono essere utilizzati nei casi in cui vengano impiegati sistemi aggiuntivi di centraggio.

8.3 Superficie del tamburo

Tamburi puliti, privi di olio e grasso, con una superficie liscia quasi levigata (corrispondente ad una rugosità $R_a = 1,6 \mu\text{m}$) sono nella maggior parte dei casi sufficienti ad assicurare la trasmissione del moto in assenza di slittamento.

Tamburi motori con scanalature devono essere evitati in quanto possono generare problemi di centraggio del nastro e causare un'usura eccessiva.

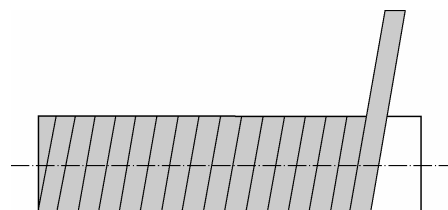
Per migliorare la trasmissione del moto è conveniente aumentare l'arco di contatto o utilizzare tamburi con copertura ad alto attrito.

8.4 Copertura ad alto attrito

Tamburi motori provvisti di copertura in elastomero resistente all'abrasione, ad es. gomma nitrilica (durezza raccomandata 60-80 Shore A) o poliuretano (durezza raccomandata 80-90 Shore A) aumentano il coefficiente di attrito e di conseguenza la forza periferica trasmissibile. Tali coperture ad alto attrito possono essere applicate in forma di manicotto, o di foglio, e possono essere applicate per immersione o a spruzzo.

In genere, le strisce applicate a spirale intorno al tamburo sono una buona alternativa rispetto ai tamburi gommati disponibili in commercio.

Habasit offre due tipi di coperture ad alto attrito (VT- 270 e XVP-1320), ma si possono utilizzare anche strisce di nastro (es. HAT-8P o HAR-12E).



Utilizzando tamburi cilindrico-conici è importante notare come la velocità periferica nella parte cilindrica del tamburo è maggiore di quella che si sviluppa nelle parti laterali coniche; pertanto, il nastro è sottoposto a sforzi di taglio diversi. Tale effetto viene intensificato dalla copertura ad alto attrito e può portare al degrado della giunzione e ad un'usura prematura del nastro. Si raccomanda quindi che i tamburi con copertura ad alto attrito abbiano forma cilindrica e che il centraggio del nastro venga garantito da altri accorgimenti (capitoli da 12 a 18).

9. Rullo di rinvio, rulli di controflessione, controrulli e rullo di tensionamento

Il rullo posizionato alla fine del nastro trasportatore, dove viene invertito il senso di moto, viene chiamato rullo di rinvio. Altri rulli utilizzati per il cambio direzionale sono noti con il nome di rulli di controflessione. I controrulli sono semplicemente un tipo particolare di rulli di controflessione.

Le specifiche tecniche e di progetto di questi rulli non sono elevate come quelle dei tamburi motori, poiché in questi rulli non avviene la trasmissione del moto.

9.1 Diametro dei rulli

Il diametro dei rulli di rinvio, di controflessione, dei controrulli e dei rulli di tensionamento deve essere almeno pari al diametro minimo d_{min} specificato per un determinato tipo di nastro. Inoltre, la flessione dei rulli deve essere mantenuta entro certi limiti sia per ragioni di resistenza meccanica che per garantire il corretto centraggio del nastro.

Per quanto riguarda i diametri minimi dei tamburi e dei rulli d_{min} e d_y si prega di fare riferimento al capitolo 7.

9.2 Forma dei rulli

I rulli di rinvio, di controflessione, i controrulli e i rulli di tensionamento sono normalmente cilindrici.

Con trasportatori molto lunghi l'effetto di centraggio di una solo tamburo cilindrico-conico, normalmente il tamburo motore, è spesso insufficiente a guidare il nastro in modo corretto. In questi casi è consigliabile usare la forma cilindrico-conica anche per il rullo di rinvio. La condizione diviene critica per lunghezze di trasporto superiori a 4-5 m.

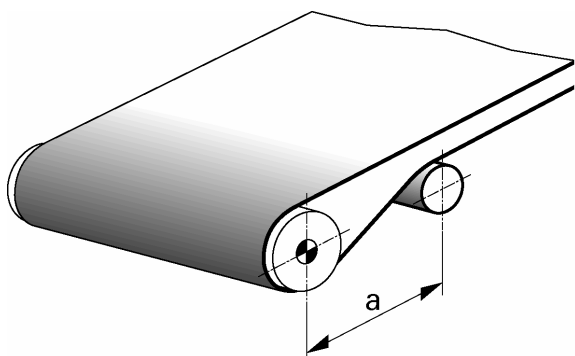
Per trasportatori bi-direzionali entrambi i rulli di rinvio devono essere cilindrico-conici, se non viene utilizzato nessun accorgimento addizionale per il centraggio del nastro.

I rulli e i tamburi che agiscono a contatto del lato di trasporto del nastro devono sempre avere la forma cilindrica.

9.3 Superficie dei rulli

La finitura superficiale dei rulli è meno critica di quella dei tamburi motori. Le forze di trazione prima e dopo il rullo sono identiche, perciò non vi è alcuna differenza nell'allungamento del nastro e nessun movimento sul rullo. Rugosità raccomandata $R_a = 3.2 \mu\text{m}$.

9.4 Controrullo



Il controrullo è molto importante.

Viene utilizzato principalmente per:

- aumentare l'arco di contatto β sul tamburo motore (= miglioramento della trasmissione del moto, minore tensione di posa, minore carico sull'albero)
- ridurre la distanza tra il lato di trasporto e il lato di ritorno (= riduzione dell'ingombro in altezza del trasportatore).
-

Inoltre, i controrulli regolabili sono particolarmente efficaci per migliorare il centraggio del nastro. È per questo motivo che i controrulli regolabili sono conosciuti come rulli di guida o di controllo (vedere capitolo 12). La distanza "a" deve essere pari ad almeno due volte il diametro del tamburo motore, o del rullo di rinvio.

Quando si utilizzano nastri con superficie strutturata si raccomanda di dotare i controrulli di un rivestimento antirumore.

9.5 Rullo di tensionamento

Lo scopo del rullo di tensionamento è quello di pretensionare il nastro e mantenere tale tensione durante il funzionamento. Spesso è lo stesso rullo di rinvio a svolgere la funzione di rullo di tensionamento. Questa soluzione è vantaggiosa dal punto di vista della riduzione dei costi, ma è applicabile solo su trasportatori corti.

Come regola generale, si sconsiglia di utilizzare il rullo di tensionamento per tensionare e controllare il nastro contemporaneamente. Per ulteriori informazioni relative ai sistemi di tensionamento del nastro fare riferimento al capitolo 6.

10. Informazioni di carattere generale relative al centraggio del nastro

Il nastro viene spesso considerato come responsabile dei problemi di centraggio che si verificano in esercizio e spesso ciò non è corretto. Inizialmente, la causa deve essere ricercata nel design del trasportatore e può essere la conseguenza di un errore progettuale, dell'uso non corretto dei sistemi di centraggio o della non corretta registrazione dei tamburi e dei rulli. È quindi essenziale conoscere a fondo le caratteristiche principali dei diversi sistemi di centraggio e verificare che essi vengano utilizzati correttamente.

È necessario fare una distinzione tra i *sistemi di base* e quelli *aggiuntivi* per il centraggio dei nastri. I primi sono quelli che consentono di mantenere il nastro allineato in posizione centrale se sottoposto a forti influenze esterne, come le forze trasversali. I secondi, invece, sono necessari quando i sistemi di base non sono sufficienti, o appropriati, per controllare opportunamente il centraggio del nastro.

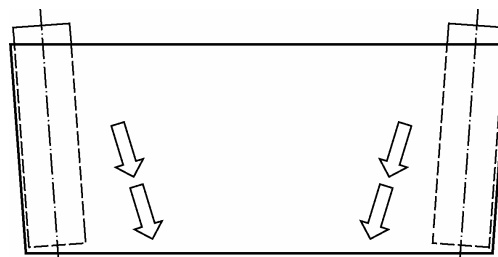
Indipendentemente dai sistemi utilizzati, un centraggio corretto del nastro è subordinato alle condizioni seguenti :

- La carpenteria di supporto deve essere stabile. Deve essere in grado di resistere a tutte le forze a cui viene sottoposta (tensione nel nastro, peso dei prodotti trasportati, pavimentazione irregolare, ecc.)
- Tutti i tamburi e i rulli devono essere disposti ad angolo retto rispetto alla direzione di marcia del nastro. I tamburi e i rulli registrabili devono essere regolati solo dopo aver installato il nastro e controllato l'ortogonalità della carpenteria.
- Tutte le parti del trasportatore a contatto con il nastro devono essere protette dallo sporco e devono essere pulite quando necessario.

10.1 Metodo di base per il centraggio del nastro

Se il nastro opera su due tamburi cilindrici posti ad angolo retto rispetto alla direzione di moto, le forze a cui è soggetto saranno parallele alla direzione di marcia. Non vengono esercitate forze di centraggio sul nastro.

Il nastro, infatti, opera in uno stato di equilibrio instabile e sbanderebbe immediatamente se venisse sottoposto a fattori esterni, anche minimi, quali sporcizia, modifiche alla geometria del trasportatore e distorsione del nastro. Lo stesso si verificherebbe qualora uno dei due tamburi non fosse disposto in modo perfettamente ortogonale alla direzione di moto. Il nastro sbanderebbe inevitabilmente verso il lato meno teso.



È pertanto consigliato utilizzare tamburi cilindrico-conici e rulli come metodo di base per garantire un corretto centraggio. Tali tamburi e rulli esercitano un effetto di auto-centraggio che consente al nastro di venire centrato senza la necessità di regolare l'asse, nei casi in cui c'è tendenza allo sbandamento o inversione del senso di marcia. Informazioni dettagliate relative ai tamburi cilindrico-conici e ai rulli sono disponibili nel capitolo 11.



La forma cilindrico-conica viene normalmente utilizzata su almeno un tamburo, e nella maggior parte dei casi si tratta del tamburo motore. Il tamburo motore viene bloccato in posizione fissa mentre il rullo di rinvio viene installato in modo regolabile per consentire il centraggio del nastro. Utilizzando questo metodo, un nastro correttamente allineato può essere mantenuto in posizione centrale finché non intervengano elevate forze devianti.

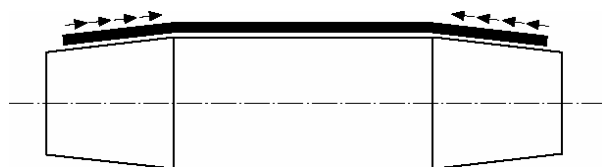
Per lunghezze di trasporto superiori a 4-5 metri, e per trasportatori bi-direzionali, è consigliabile utilizzare la forma cilindrico-conica sia per il tamburo motore che per il rullo di rinvio.

10.2 Ulteriori accorgimenti per migliorare il centraggio del nastro

Per i trasportatori che presentano una chiara tendenza a sbandare e in presenza di elevate forze trasversali (alimentazione laterale, barre di deviazione, flessioni del nastro, ecc.) il metodo base descritto in precedenza, basato sull'utilizzo di tamburi cilindrico-conici, non è sufficiente. Saranno pertanto necessari ulteriori accorgimenti per migliorare il centraggio del nastro; tali accorgimenti verranno determinati in base all'applicazione e alle condizioni operative. Ulteriori dettagli sono disponibili nei seguenti capitoli:

- ❑ Controrulli di guida regolabili (capitolo 12)
- ❑ Rulli laterali basculanti (capitolo 13)
- ❑ Rulli inclinati sul lato di ritorno (capitolo 14)
- ❑ Guide di centraggio (capitolo 15)
- ❑ Sistemi di centraggio automatico del nastro (capitolo 16)
- ❑ Altri sistemi di centraggio del nastro (capitolo 17)

11. Tamburi cilindrico-conici

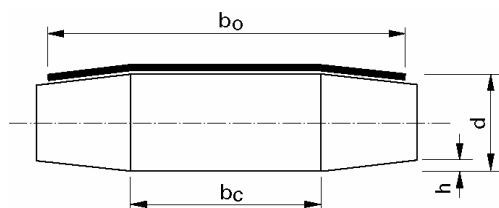


Per il centraggio dei nastri trasportatori sono consigliati i tamburi di forma cilindrico-conica, o tamburi bombati. Il nastro cerca di muoversi verso il punto più alto del tamburo che è orientato ad angolo retto rispetto alla direzione di marcia e viene costantemente centrato sul tamburo grazie alle parti laterali coniche.

I tamburi con questa forma esercitano un effetto di auto-centratura del nastro. Nel caso in cui c'è tendenza allo sbandamento o inversione del senso di moto, il nastro viene centrato senza la necessità di ulteriori regolazioni.

Per ottenere un perfetto centratura, senza che ci siano controindicazioni sul funzionamento o sulla vita utile del nastro, è necessario realizzare il tamburo di forma cilindrico-conica seguendo le seguenti indicazioni.

11.1 Forma cilindrico-conica



Lunghezza della parte cilindrica b_c :

$b_0 \leq 2000$ mm:

$$b_c = \frac{b_0}{2}$$

$b_0 > 2000$ mm:

$$b_c = b_0 - 1000$$

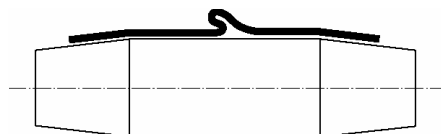
Gradiente h della parte conica

$$\text{Gradiente } h = 2 \cdot (0.001 \cdot d + 0.075) \text{ [mm]}$$

Diametro d [mm]	≤ 50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	>500
Gradiente h [mm]	0.25	0.35	0.45	0.55	0.65	0.75	0.85	0.95	1.05	1.15	1.5

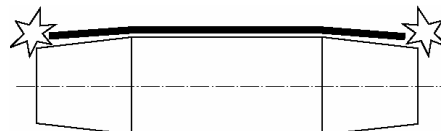
Si deve anche prestare attenzione ai seguenti punti:

- Una conicità eccessiva può creare una piega longitudinale e, in casi estremi, una sovrapposizione della superficie del nastro.

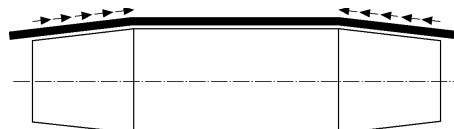


Per nastri molto sottili a bassa rigidità trasversale (es. FAB-3EB, ENI-5AQ, ecc.) è consigliabile ridurre del 50% il valore di h visto in precedenza.

- Per nastri ad elevata rigidità trasversale una conicità eccessiva può causare la perdita dell'effetto di centraggio perché il nastro non è in contatto sufficiente con le parti laterali coniche.
- Se la conicità è esagerata, il nastro è soggetto a variazioni di tensione che hanno un impatto negativo sulla vita utile del nastro.



- Il nastro non deve essere più largo del tamburo, altrimenti l'effetto di auto-centraggio verrà annullato.



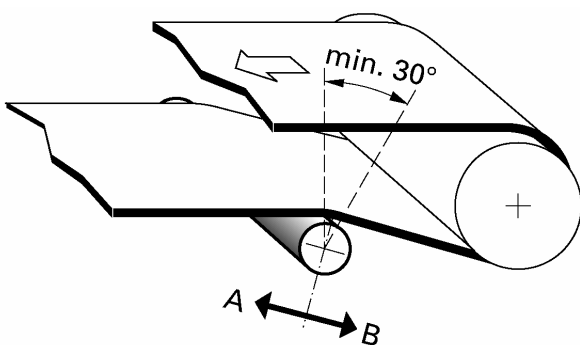
11.2 Forma bombata

Si raccomanda il valore del gradiente h anche per l'altezza della bombatura del tamburo. In generale, si preferisce utilizzare tamburi di forma cilindrico-conica, anziché bombata, per semplicità di esecuzione.

11.3 Tamburi cilindrico-conici utilizzati per il centraggio del nastro

Normalmente, i tamburi motori hanno una forma cilindrico-conica, ma ciò non è obbligatorio. Questi tamburi/rulli rappresentano di per sé sistemi di centraggio efficaci per nastri correttamente allineati. Tuttavia, nel caso di trasportatori lunghi e soggetti ad elevate forze laterali, come avviene in presenza di alimentazione laterale, di barre deviatrici e di numerose inflessioni del nastro, sono necessari ulteriori accorgimenti per migliorare il centraggio del nastro (vedere capitoli da 12 a 17).

12. Controrulli di guida regolabili



Grazie all'effetto di centraggio del nastro, i controrulli di guida regolabili vengono chiamati rulli di controllo, o rulli guida. L'effetto di centraggio viene ottimizzato quando il rullo guida/di controllo viene posto sul tratto di ritorno in prossimità del rullo di rinvio per i trasportatori con traino in testa, e in prossimità del tamburo motore nel caso di trasportatori con traino in coda.

Occorre notare che i rulli guida/di controllo devono avere forma cilindrica e il loro diametro deve essere almeno pari a $2/3$ del diametro del tamburo motore o del rullo di rinvio. Ulteriori informazioni sono disponibili nel capitolo 7.

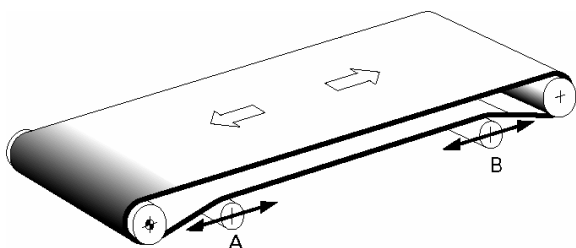
Per ottenere un buon centraggio, l'arco di contatto sul controrullo deve essere pari ad almeno 30° .

Con nastri privi di copertura, l'effetto di centraggio può essere migliorato applicando una copertura ad alto attrito in gomma resistente all'abrasione, o in materiale sintetico (preferibilmente poliuretano, 80-90 Shore A).

Per mantenere basse le tensioni del nastro nell'area periferica il movimento basculante di registrazione deve essere, se possibile, perpendicolare alla linea mediana dell'arco di contatto (piano $A \Leftrightarrow B$).

Come per il controrullo, si possono installare e utilizzare altri rulli cilindrici regolabili come elementi di centraggio del nastro (rulli di controflessione e rulli di tensionamento, ecc.). Tuttavia, l'effetto di centraggio prodotto da questi rulli non sarà grande quanto quello prodotto dal controrullo, poiché l'effetto dipende dalla posizione e dall'arco di contatto.

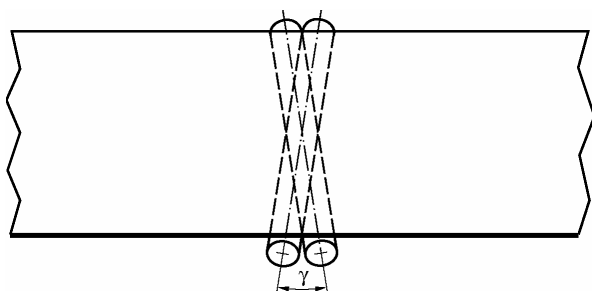
A differenza di quanto avviene per i tamburi cilindrico-conici, i rulli cilindrici regolabili non sono automaticamente elementi auto-centranti. Questo significa che in condizioni di tendenza allo sbandamento, o nel caso di inversione del senso del moto, si dovrebbe registrare nuovamente la posizione del rullo. Poiché ciò non è possibile, l'utilizzo dei rulli cilindrici regolabili come dispositivo di centraggio del nastro viene generalmente sconsigliato. I rulli guida/di controllo sono un'eccezione a questa regola.



Una volta verificato che ci sia sufficiente distanza tra il tamburo motore e il rullo di rinvio, si possono utilizzare i rulli guida/ di controllo anche per trasportatori bi-direzionali.

Il rullo guida/di controllo A agisce con il traino in coda
Il rullo guida/di controllo B agisce con il traino in testa.

13. Rulli di supporto regolabili



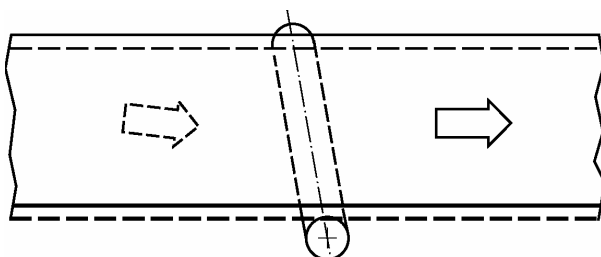
I rulli di supporto, presenti sui lati di trasporto e di ritorno, possono essere installati anche in obliquo per consentire un'azione di registro ma, dal momento che il contatto con il nastro è minimo, l'effetto di centraggio di questi rulli regolabili è minimo.

I rulli cilindrici regolabili non sono auto-centranti come i tamburi cilindrico-conici. Questo significa che, nel caso in cui ci sia una tendenza allo sbandamento, o l'inversione del

senso di moto, occorrerebbe registrare la loro posizione; poiché questo non è possibile, l'utilizzo di rulli cilindrici regolabili come sistema di centraggio del nastro viene generalmente sconsigliata.

Per trasportatori lunghi si consiglia di prevedere alcuni rulli di supporto regolabili. L'angolo γ di registrazione deve essere pari ad almeno $\pm 5^\circ$.

Prima di installare il nastro, è necessario controllare che tutti i rulli siano ortogonali alla direzione del moto. Dopo l'avviamento, la tendenza allo sbandamento può essere corretta regolando uno o più rulli.



Per centrare un nastro che sbanda verso *destra* il rullo di supporto deve essere regolato in modo da correggere il nastro spostandolo verso *sinistra*. Per nastri che sbandano verso *sinistra* si procede alla regolazione contraria.

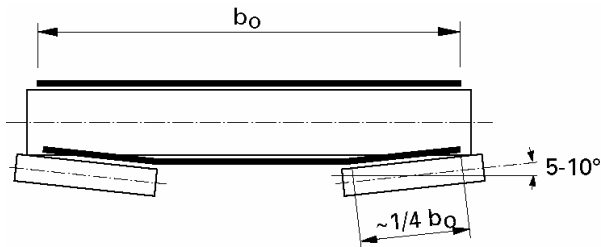
L'attrito è la forza che impedisce al nastro di sbandare ed è il risultato del moto del nastro sul rullo. Il grado di attrito è determinato dalla pressione esercitata dal nastro sul rullo e dal coefficiente di attrito tra il nastro e il rullo. Le conseguenze di ciò sono le seguenti:

- ❑ L'effetto di centraggio di rulli di supporto installati in obliquo dipende dal carico sul nastro. La posizione del nastro potrà quindi cambiare in base alle diverse condizioni di carico.
- ❑ Lo slittamento del nastro su rulli di supporto installati in obliquo genera attrito ed abrasione.

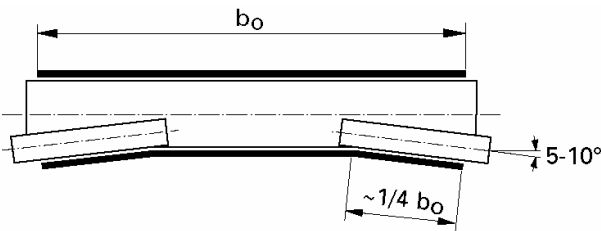
L'effetto di centraggio può essere migliorato applicando una copertura ad alto attrito sul rullo installato in obliquo. Questo, tuttavia, aumenterà l'abrasione e l'usura del nastro.

14. Rulli inclinati sul lato di ritorno

Per i trasportatori con traino in testa, l'effetto di centraggio dei rulli inclinati sul lato di ritorno è massimizzato quando questi vengono posizionati sul lato di ritorno in prossimità del rullo di rinvio; nei trasportatori con traino in coda devono essere invece posizionati in prossimità del tamburo motore.



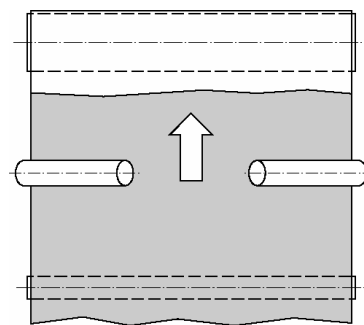
La posizione dei rulli sotto il nastro, cioè a contatto con la superficie di trasporto, consente un buon effetto di centraggio grazie all'elevato coefficiente di attrito; occorre però considerare l'eventuale marchiatura della copertura del nastro.



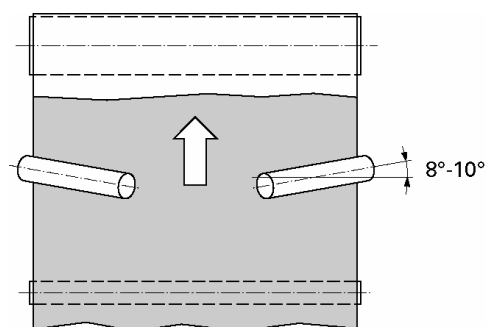
I rulli possono essere posizionati anche sopra il nastro, a contatto con il lato di scorrimento. Questa soluzione è preferibile se il nastro presenta una copertura di trasporto delicata o se sono presenti profili di trasporto.

Per raggiungere un centraggio soddisfacente, il contatto di un rullo con il nastro deve essere pari a circa $1/4$ della larghezza del nastro e l'inclinazione del rullo deve poter variare tra 5° e 10° .

Se i rulli inclinati sono disposti esattamente in modo ortogonale rispetto alla direzione di marcia del nastro, quest'ultimo corregge automaticamente la propria posizione in caso di sbandamento, o di inversione del senso del moto del nastro.



Il centraggio del nastro viene ulteriormente migliorato quando i rulli sono inclinati in avanti di un angolo pari a $8^\circ - 10^\circ$, in prossimità dei bordi del nastro, rispetto alla direzione di marcia.



Si noti però come tale accorgimento neutralizzi l'effetto di auto-centraggio del nastro.

I rulli inclinati sul lato di ritorno si sono dimostrati un valido sistema di centraggio anche per nastri larghi e corti (vedere il capitolo 18) e per nastri sottili che lavorano a velocità elevate. In tal caso i tamburi motori e i rulli di rinvio devono essere cilindrici, per evitare pieghe o sovrapposizioni del nastro.

15. Guide di centraggio

I profili di guida hanno normalmente forma trapezoidale o sono piani saldati sul lato di scorrimento del nastro trasportatore. Vengono impiegati per due motivi fondamentalmente diversi:

- Come sistema generale di centraggio del nastro
- Come sistema per assorbire le forze trasversali

15.1 Profili di guida utilizzati per il centraggio del nastro

I profili di guida possono correggere solo piccoli sbandamenti. Ci si deve attendere piccoli sbandamenti in presenza di trasportatori con nastri stretti, che lavorano a bassa velocità periferica, con tensionamento ridotto e in assenza di forze esterne che agiscono trasversalmente al nastro.

In assenza di tali condizioni non si raccomanda l'uso dei profili di guida, poiché questi ultimi hanno la tendenza ad uscire dalle gole dei rulli e provocano lo sbandamento del nastro.

I profili di guida non vengono raccomandati come sistema generico di centraggio del nastro per ragioni di costo e per via della loro limitata efficacia. Un'eccezione è costituita dall'utilizzo di profili di guida per il centraggio di nastri corti e larghi (vedere capitolo 18).

15.2 Profili di guida utilizzati per assorbire le forze trasversali

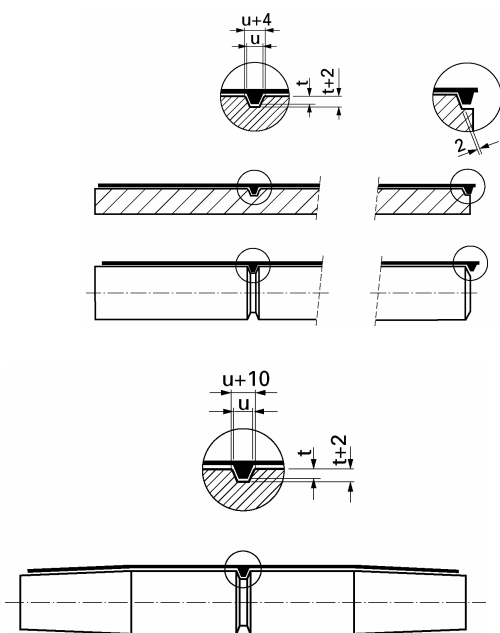
In questo contesto il termine forze trasversali si riferisce alle forze esercitate per tempi brevi su un fianco del nastro trasportatore. Tali forze sono presenti, ad esempio, durante il carico o lo scarico laterale dei prodotti.

In questi casi, contrariamente alla situazione vista al punto precedente (15.1), non si tratta di contrastare una tendenza continua allo sbandamento del nastro. In queste condizioni i profili di guida devono contrastare forze trasversali esercitate localmente ed evitare quindi che il nastro che viene guidato con altri sistemi, tipicamente tamburi cilindrico-conici, possa sbandare. I profili di guida, applicati sia in posizione centrale che ai lati del nastro, sono perfettamente adatti allo scopo.

E' importante tenere in considerazione le seguenti avvertenze:

- ❑ Il nastro deve essere sufficientemente rigido trasversalmente per evitare sbandamenti causati da forze trasversali
- ❑ Per assicurare che il nastro non venga influenzato dalle forze laterali, occorre guidare il nastro nel punto in cui vengono esercitate tali forze.

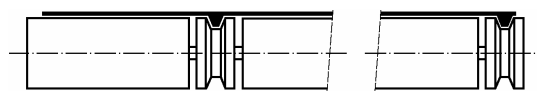
Le dimensioni delle gole in cui scorrono i profili di guida devono quindi essere differenti:



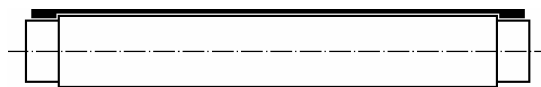
Nella zona in cui **viene esercitata la forza trasversale**, ovvero sul piano di scorrimento o sui rulli di supporto, **le gole devono essere strette**, cioè circa 4 mm più larghe del profilo di guida.

Nelle altre posizioni, e in particolare sul tamburo motore e sul rullo di rinvio, **le gole devono essere circa 10 mm più larghe** del profilo di guida. Il maggiore gioco laterale consente di regolare il nastro senza che i profili di guida striscino in modo continuo contro i fianchi delle gole.

- ❑ Se i profili di guida non vengono applicati nella mezzeria del nastro, ma in prossimità dei bordi, i tamburi cilindrico-conici perdono il loro effetto di guida. In questi casi si raccomanda l'uso di tamburi cilindrici.
- ❑ Con nastri larghi (oltre 400 mm) e veloci (oltre 0,5 m/s), si raccomanda l'utilizzo di rulli tenditori per evitare che il profilo esca dalle gole.
- ❑ Tutte le gole devono essere allineate.

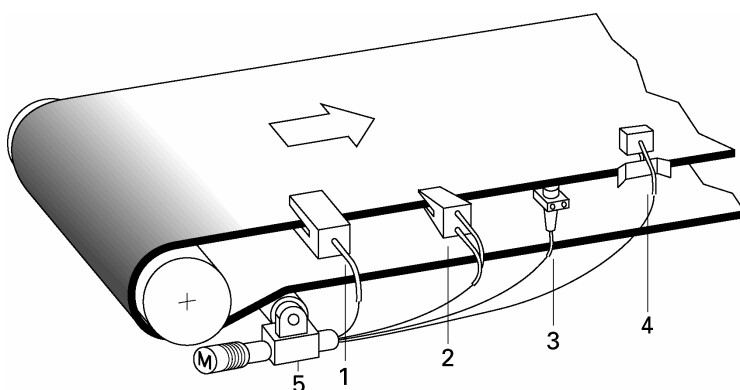


- ❑ I bordi delle gole devono avere un smussatura (2 - 4 mm) per evitare che i profili di guida si usurino.
- ❑ È necessaria particolare attenzione durante la fase di avviamento. Il centraggio del nastro deve essere eseguito utilizzando sistemi corretti e appropriati, come ad es. tamburi cilindrico-conici. Il profilo di guida deve funzionare senza esercitare alcuna forza sulle pareti della gola.
- ❑ Il diametro minimo del tamburo richiesto per il profilo di guida deve essere specificato e rispettato.
- ❑ In generale, è sufficiente applicare un singolo profilo di guida nella mezzeria del nastro. I profili di guida trapezoidali sono adatti a tale scopo.
- ❑ Nel caso di nastri sottili a bassa rigidità trasversale, e di nastri larghi, si devono usare due profili di guida posizionati il più vicino possibile ai bordi del nastro. Per queste applicazioni si possono usare sia profili trapezoidali che piani.
- ❑ I profili piani posizionati ai bordi del nastro hanno anche la funzione di proteggere dallo sporco tamburi, rulli e piano di scorrimento; tuttavia è consigliabile il loro utilizzo solo in presenza di tamburi cilindrici.



16. Centraggio automatico del nastro

Esistono sistemi automatici che permettono di risolvere i problemi di centraggio del nastro. Poiché si tratta di un'alternativa molto costosa, viene utilizzata solo quando il centraggio del nastro è particolarmente critico, oppure quando gli altri sistemi di centraggio si sono dimostrati inefficaci. Il centraggio automatico del nastro consiste nel controllo della posizione dei bordi del nastro mediante sensori o componenti meccanici. Il segnale viene inviato ad un rullo di controllo (vedere capitolo 12) che centra nuovamente il nastro sui rulli.



- 1 Sensore ottico (fotocellula, sensore luminoso)
- 2 Sensore pneumatico (getto d'aria compressa)
- 3 Sensore elettrico (sensore capacitivo)
- 4 Sensore meccanico (microinterruttore, stilo)
- 5 Meccanismo di controllo: Elettrico (servo-azionamento), pneumatico o idraulico (cilindro attuatore)
- 6 Rullo di controllo (centratore)

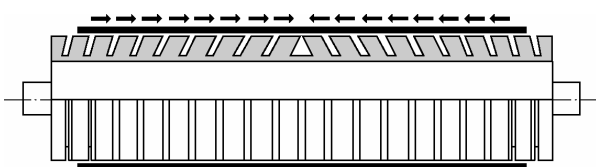
E' importante che un lato del rullo centratore sia dotato di un dispositivo standard di regolazione, in modo che il nastro possa inizialmente essere centrato manualmente. Durante tale operazione, il controllo automatico deve essere in posizione neutra.

Diverse aziende forniscono soluzioni per il centraggio automatico del nastro; nei casi in cui tale tipo di centraggio si dimostra necessario, consigliamo di richiedere a tali fornitori una consulenza tecnica.

17. Altri sistemi di centraggio del nastro

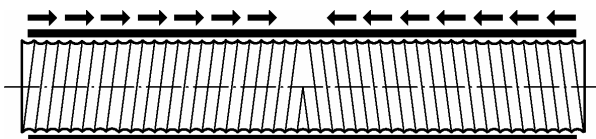
In aggiunta ai sistemi di centraggio del nastro già descritti nei capitoli 11-16, sono possibili altre soluzioni selezionabili in base alle condizioni di lavoro e al tipo di applicazione. Qui di seguito sono illustrati vantaggi e svantaggi di alcune di queste opzioni.

17.1 Tamburi con profilo regolabile



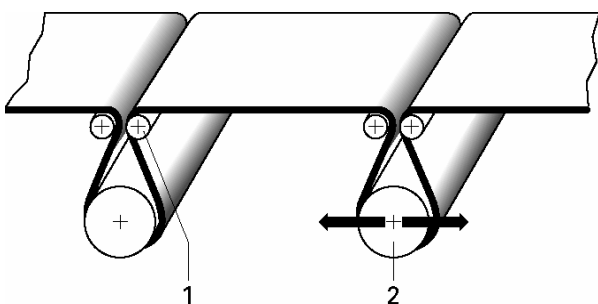
In sostituzione del tamburo motore con copertura liscia, è possibile installare un tamburo con profilo superiore regolabile. Questa soluzione aumenta il coefficiente di attrito e consente un auto-centraggio molto efficace; tuttavia è una soluzione piuttosto costosa.

17.2 Rulli con scanalature a spirale



In questo caso è presente una scanalatura a spirale che parte dal centro e si protrae fino ai bordi del rullo. L'utilizzo di questo sistema in presenza di nastri sottili e leggeri consente di avere un buon centraggio, esente da problemi di formazione di pieghe. Tuttavia questa soluzione provoca un aumento di usura del nastro e non è adatto in presenza di nastri molto sollecitati. Consente l'auto-centraggio del nastro.

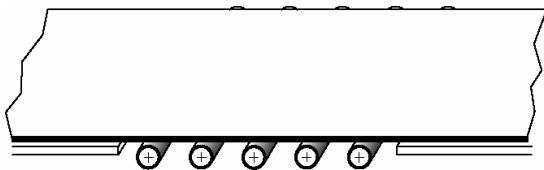
17.3 Avvolgimenti in serie del nastro



Gli avvolgimenti in serie mantengono centrato il nastro in presenza di forze trasversali localizzate. L'effetto può essere accentuato mediante uso di rulli di controflessione (1) e con coperture ad alto attrito. Occorre rispettare i requisiti relativi ai diametri minimi dei rulli. Consentono l'auto-centraggio del nastro.

Possono essere eseguite ulteriori regolazioni se viene installato un rullo regolabile (2); tuttavia, il rullo regolabile può correggere il centraggio del nastro solo in una direzione di moto perdendo gli effetti di auto-centraggio.

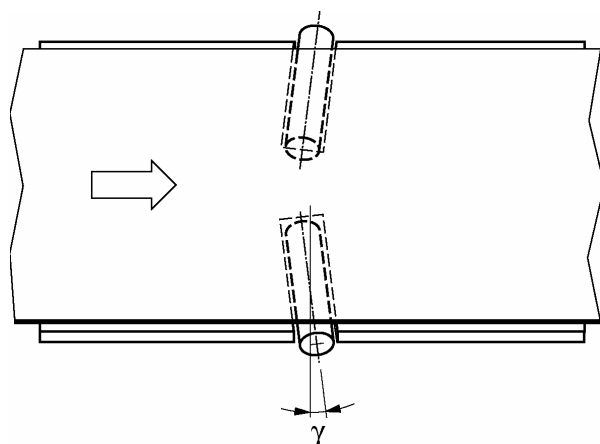
17.4 Rulli di supporto con rivestimento ad alto attrito



Come alternativa alla soluzione descritta al punto 17.3, le forze trasversali localizzate di breve durata possono essere superate installando una serie di rulli di supporto con copertura superficiale adesiva.

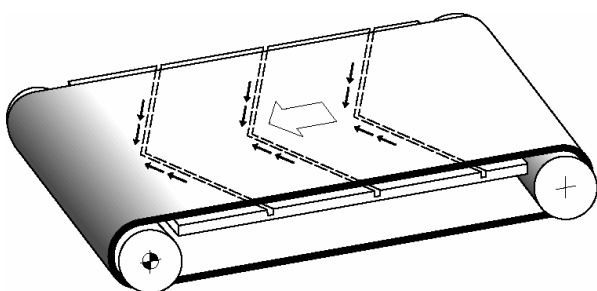
Questo sistema è adatto sia per trasportatori con piano di scorrimento che per trasportatori a rulli. Se i rulli sono posizionati in modo perfettamente ortogonale alla direzione di marcia del nastro, si ottiene l'auto-centraggio.

17.5 Rulli basculanti sul tratto di trasporto



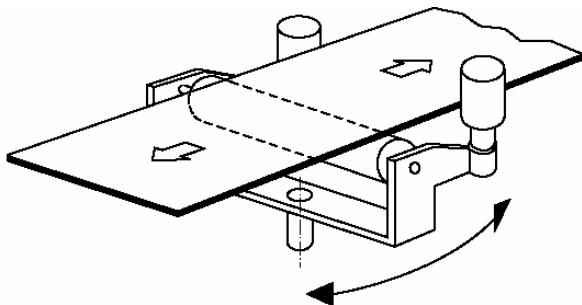
Si possono installare rulli cilindrici nel piano di scorrimento, orientati in avanti rispetto alla direzione di marcia del nastro e disposti ai lati dello stesso. L'angolo di inclinazione deve essere compreso tra 3° e 12° e dipende dal carico sul nastro, dal coefficiente di attrito tra il rullo e il nastro e dalla velocità del nastro. Poiché il nastro oltre a muoversi sui rulli scorre anche sul piano, si ha la generazione di una forza di attrito con conseguente usura del nastro. Questa soluzione consente la centratura in una sola direzione di marcia del nastro e non può essere utilizzata per trasportatori bi-direzionali. Non è consigliabile utilizzare questo sistema per centrare nastri sottili a bassa rigidità trasversale poiché questi verrebbero deviati lateralmente a causa delle notevoli forze di centraggio presenti.

17.6 Scanalature trapezoidali sul piano di scorrimento



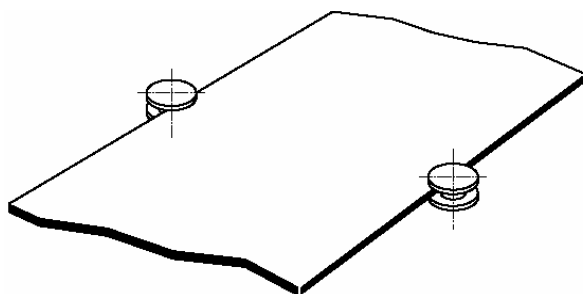
Le scanalature sul piano di scorrimento sono presenti principalmente per rimuovere l'umidità tra il nastro e il piano di scorrimento. Se le scanalature sono trapezoidali, l'effetto di centraggio sul nastro è piuttosto modesto. Sui nastri tesi, e su quelli con bassi carichi, gli effetti sono trascurabili ma possono essere migliorati applicando strisce sul nastro, anche se questa soluzione aumenterebbe l'usura del nastro e la rumorosità.

17.7 Centratrice mediante rulli laterali basculanti



Questo sistema è utilizzabile solo per nastri robusti e con un'elevata stabilità trasversale. L'effetto di auto-centraggio consente il centraggio del nastro nei due sensi di marcia. Queste unità vengono fornite da produttori specializzati e possono essere dotate anche di rulli regolabili che riducono l'usura ai bordi del nastro.

17.8 Rulli di guida laterali



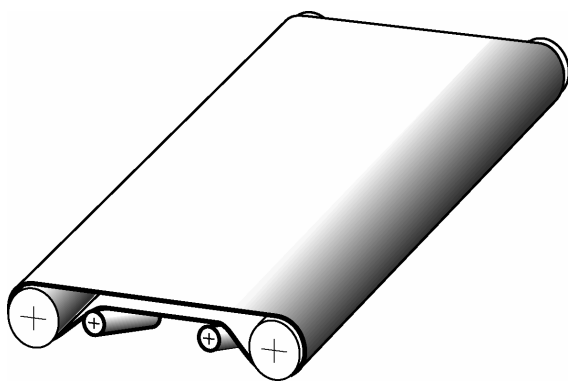
Questa soluzione è possibile solo per nastri con sufficiente rigidità trasversale ed alta resistenza dei bordi. Questa soluzione non garantisce una vita utile elevata del nastro. Nel caso in cui è necessario l'utilizzo di una guida laterale, è preferibile utilizzare rulli guida e non profili di contenimento.

18. Centraggio di nastri corti e larghi

I trasportatori in cui la larghezza del nastro è superiore alla lunghezza di trasporto sono difficili da guidare. I nastri sottili a bassa rigidità trasversale, in particolare quelli che lavorano ad alta velocità su brevi distanze di trasporto, hanno la tendenza a formare pieghe quando incontrano rulli cilindrico-conici.

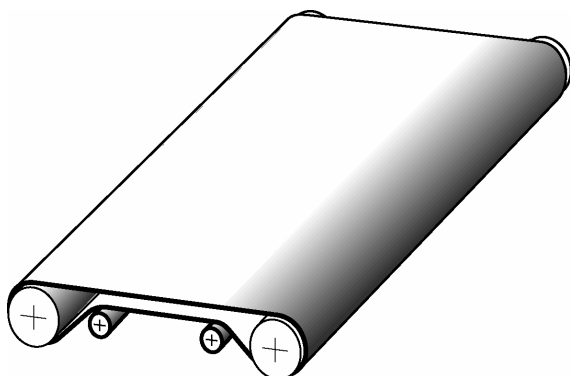
Habasis consiglia pertanto di installare su trasportatori corti e larghi i tamburi cilindrici. Inoltre, è necessario utilizzare anche altri sistemi per garantire un centraggio efficace del nastro. Consigliamo, a riguardo, le seguenti soluzioni.

18.1 Rulli inclinati sul lato di ritorno



Si tratta di una soluzione consigliata per la guida di nastri larghi con distanze di trasporto brevi (vedere capitolo 14). Il sistema è efficace anche per trasportatori bi-direzionali, disponendo i rulli ad angolo retto rispetto alla direzione di marcia del nastro.

18.2 Controrulli di guida



I controrulli di guida/controllo offrono buoni risultati di centraggio. Tuttavia, non sono dispositivi auto-centranti e pertanto non possono essere utilizzati nei trasportatori bi-direzionali (vedere capitolo 12).

18.3 Profili di guida

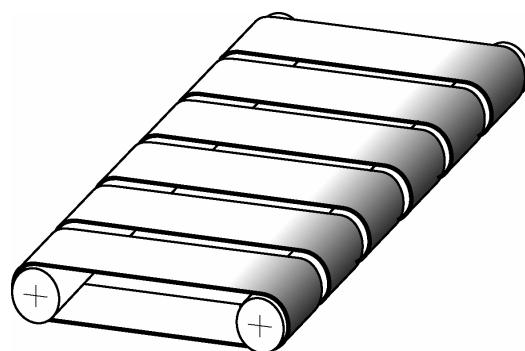
I nastri corti e larghi possono essere guidati in modo soddisfacente utilizzando dei semplici profili di guida; questa soluzione è efficace solo se il nastro ha sufficiente rigidità trasversale e opera a velocità piuttosto basse.

Si consiglia di applicare due profili ai bordi del nastro, in modo che possano agire simultaneamente come elementi di rinforzo. Se i nastri sono corti e larghi si possono utilizzare i tamburi stessi per guidare i profili. In questi casi, le gole praticate nei tamburi sono più strette rispetto a quelle previste sul piano di scorrimento. Per maggiori dettagli si prega di fare riferimento al capitolo 15.

18.4 Alternative

Nei casi in cui l'applicazione non richieda necessariamente un nastro largo si consiglia l'utilizzo di **una batteria di nastri stretti**.

In questo caso, il centraggio può essere controllato molto facilmente. Lo svantaggio è che ciascun nastro deve essere provvisto di un tenditore, a meno che non vengano usati nastri elastici. Per ulteriori riferimenti si veda il capitolo 25.

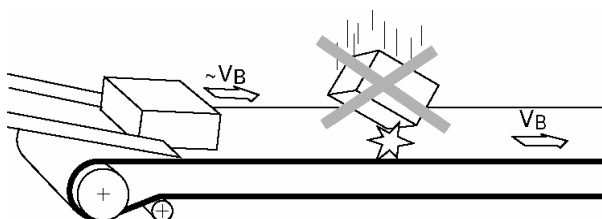


Un'altra alternativa consigliabile si basa sull'utilizzo dei **nastri modulari in plastica** (HabasitLINK®).

In questo tipo di sistema la trasmissione del moto viene effettuata mediante l'ingaggio del nastro su pignoni (trasmissione positiva) e i nastri vengono, pertanto, guidati nel modo più preciso possibile. Per il progetto di trasportatori a nastro modulare Vi preghiamo di contattare il nostro ufficio tecnico.

19. Alimentazione, accumulo, deviatori dei prodotti trasportati

19.1 Alimentazione del trasportatore con i prodotti da trasportare



I nastri trasportatori, durante il carico dei prodotti vengono sottoposti a sollecitazioni meccaniche dovute sia all'impatto del carico sia al movimento tra i prodotti stessi e il nastro. Un posizionamento ottimale dei prodotti sul trasportatore può richiedere l'utilizzo di diverse attrezzature come piatti laterali, scivoli e imbuto da installare sulla struttura del trasportatore.

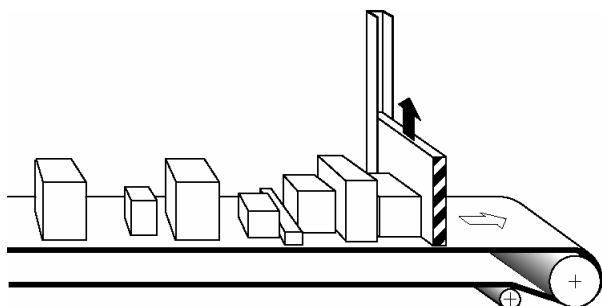
Il caricamento deve essere effettuato preferibilmente:

- con basso impatto energetico
- nella direzione di avanzamento del nastro
- alla velocità del nastro (v_B)
- con i prodotti posizionati nel centro del nastro

Queste condizioni non sono sempre possibili e nel caso di alimentazione *laterale* il nastro è soggetto inevitabilmente a forti sollecitazioni. Pertanto, è conveniente utilizzare nastri con elevata rigidità trasversale ed elevata resistenza all'abrasione. È essenziale che il nastro sia ben centrato nel punto di carico. I seguenti sistemi offrono buoni risultati:

- Avvolgimenti in serie del nastro (vedere 17.3)
- Rulli di supporto con ricopertura superficiale adesiva (vedere 17.4)
- Profili di guida (vedere 15.2)

19.2 Accumulo dei prodotti



Il termine accumulo descrive la situazione che si crea quando sull'intero nastro, o su una parte di esso, i prodotti ristagnano sul nastro mentre questo continua a muoversi. Nell'effettuare la selezione dei nastri destinati a trasportatori con accumulo è necessario porre particolare attenzione ai seguenti punti:

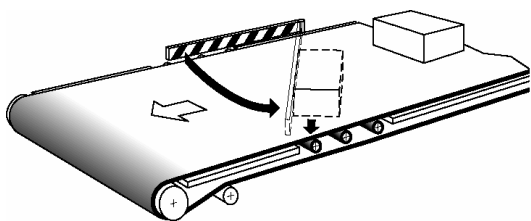
- Installare un nastro con copertura del lato di trasporto a basso coefficiente d'attrito e resistente all'usura.
- Considerare l'aumento della forza periferica che è conseguenza dell'attrito dinamico generato dai prodotti in accumulo sul nastro mentre questo continua ad avanzare.

- ❑ Se l'accumulo dei prodotti è grande, è consigliabile utilizzare un trasportatore a rulliera (capitolo 26) o un nastro modulare, poiché tali soluzioni sono più efficaci di un nastro trasportatore tradizionale.

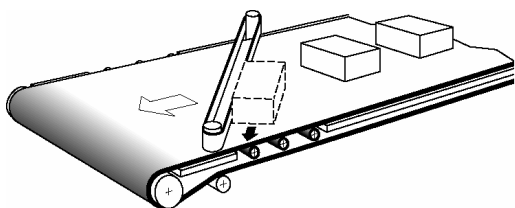
19.3 Deviazione dei prodotti trasportati

Quando i prodotti sfusi vengono deviati o raccolti sul fianco, occorre limitare al massimo le forze trasversali esercitate sul nastro. I deviatori non devono toccare il nastro.

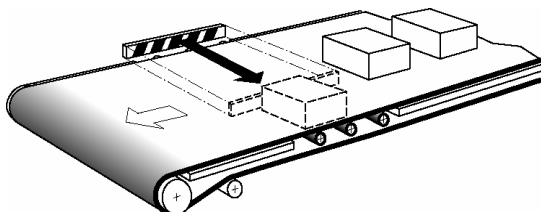
Tipi comuni di deviatori sono:



Deviatori rigidi, orientabili lateralmente



Deviatori orientabili lateralmente con nastri di scarico motorizzati



Deviatori laterali ad angolo retto, o mobili

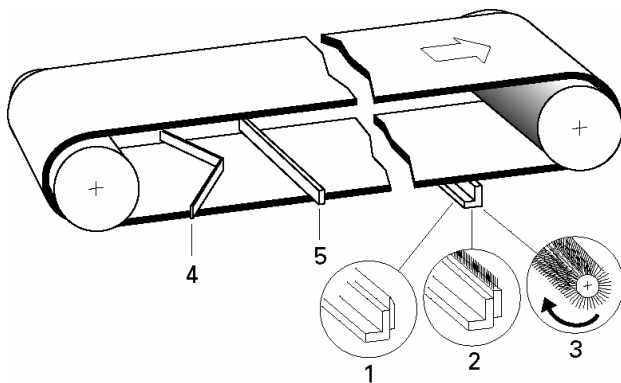
Dal momento che il nastro è sottoposto ad una forte sollecitazione meccanica nella zona di deviazione, è necessario installare un nastro che abbia elevata resistenza all'abrasione ed elevata rigidità trasversale. Occorre assicurare che il nastro rimanga centrato sul trasportatore nel punto di deviazione. Si consigliano i seguenti sistemi

- ❑ Avvolgimenti in serie del nastro (vedere 17.3)
- ❑ Rulli di supporto con ricopertura superficiale adesiva (vedere 17.4)
- ❑ Profili di guida (vedere 15.2)

20. Sistemi di pulizia del nastro

La presenza di sporcizia sul nastro e sui componenti del trasportatore causa problemi di centraggio e diminuisce la vita utile del nastro. Superfici sporche alterano la qualità del trasporto e del distacco del prodotto. Nastri sporchi sono inaccettabili nei processi alimentari e sono indesiderabili anche per ragioni igieniche, ambientali ed estetiche.

Per mantenere una pulizia costante sono disponibili diversi metodi, quali ad esempio l'installazione di raschiatori e spazzole.



I raschiatori sono barre di materiale sintetico o di gomma, installate in posizione ortogonale alla direzione di marcia del nastro. Il materiale del raschiatore deve essere meno resistente di quello del nastro e deve essere regolabile, dal momento che è soggetto ad usura.

I raschiatori (1) devono essere montati molto vicini al nastro, con la possibilità di un contatto leggero. Raschiatori fissi con spazzole (2) aiutano a proteggere la copertura del lato di trasporto. Le spazzole che ruotano in senso opposto a quello di avanzamento del nastro (3) sono idonee per le applicazioni in cui il materiale di scarto è appiccicoso o polveroso, in particolare per nastri con copertura gofrata ad impressione tela. Nei casi in cui è considerato indispensabile, è possibile installare spruzzatori ad acqua. I raschiatori e le spazzole devono ovviamente essere pulite accuratamente e in continuo.

Per evitare l'accumulo di sporcizia e altro materiale tra i tamburi e il nastro, i raschiatori devono essere installati sul lato di scorrimento il più vicino possibile al rullo di rinvio. I raschiatori inclinati a spina di pesce (4) non influenzano il moto del nastro come invece avviene con i raschiatori regolabili /inclinati (5).

È necessario installare correttamente i sistemi di pulizia, per evitare problemi di centraggio del nastro. Un altro punto da considerare è l'aumento della forza periferica dovuta all'attrito. Per quanto concerne la manutenzione e la pulizia del nastro si consideri il capitolo 29.

21. Trasportatori in pendenza

Per il trasporto in pendenza valgono gli stessi principi di costruzione e di guida del nastro già discussi nei capitoli precedenti. Si devono considerare inoltre i seguenti punti.

21.1 Trasportatore inclinato

Per il trasporto in salita si raccomanda il traino in testa, mentre per il trasporto in discesa è preferibile il traino in coda poiché agisce da freno quando è necessario. Questo significa che in entrambi i casi la soluzione migliore è installare il traino in cima al trasportatore.

Il dislivello massimo fino al quale i prodotti possono essere trasportati senza slittare o inclinarsi dipende dai seguenti fattori:

- ❑ Peso, finitura superficiale (materiale, struttura) e posizione del baricentro dei prodotti trasportati
- ❑ Finitura superficiale (materiale, struttura) del nastro trasportatore
- ❑ Condizioni di funzionamento (velocità del nastro, marcia/arresto, vibrazioni)
- ❑ Influenze esterne (umidità, temperatura, sporcizia)

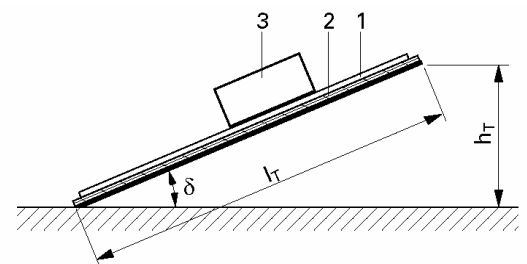
La scelta del nastro trasportatore corretto è molto importante. Come regola generale, i nastri con una superficie liscia e adesiva possono essere usati per trasportatori con angolo di inclinazione $\delta \leq 20^\circ$.

Nastri con una copertura strutturata del lato di trasporto possono essere utilizzati per trasportatori con angolo di inclinazione δ compreso tra 40° e 45° . Per angoli di inclinazione $\delta > 45^\circ$ è necessario utilizzare i profili di trasporto. In presenza di angoli di inclinazione molto elevati si utilizzano spesso trasportatori a spirale.

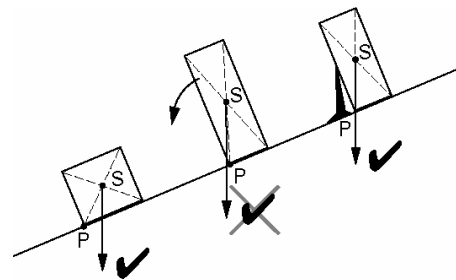
Il massimo angolo di inclinazione possibile δ per il trasporto del prodotto X, utilizzando il nastro Y, può essere determinato con un metodo semplice. Si fissi un campione di nastro (1) su un supporto fisso, come ad esempio una tavola di legno (2) e gli si appoggi sopra uno o più campioni del prodotto da trasportare (3). Si inclini successivamente il supporto fino a che il prodotto cominci a scivolare. Si misuri il dislivello h_T , appena prima che il prodotto inizi a scivolare, e si divida tale altezza per la lunghezza del supporto l_T ; in questo modo si ottiene

$$\text{l'angolo massimo di inclinazione } \delta_{\max} = \arcsin \frac{h_T}{l_T}$$

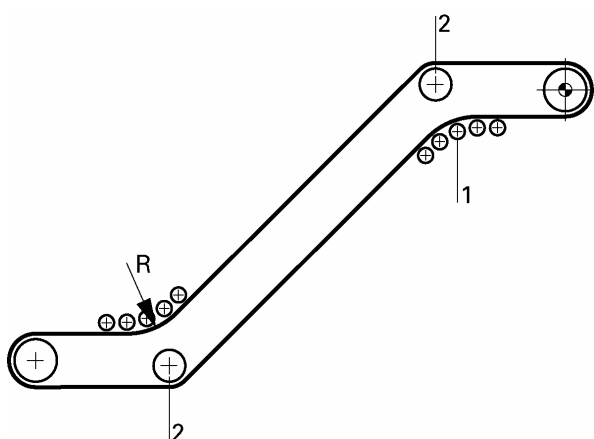
L'angolo massimo di inclinazione è influenzato da fattori esterni quali la temperatura, l'umidità, la sporcizia, le condizioni generali di esercizio e l'età del nastro. Questi fattori devono essere considerati accuratamente quando si determina l'effettivo angolo di inclinazione δ_{eff} di un particolare trasportatore: si ponga sempre $\delta_{\text{eff}} < \delta_{\max}$!



È necessario evitare che i prodotti trasportati si capovolgano. In altre parole, è essenziale che il baricentro S di ciascun prodotto sia davanti al punto P. Questo vale per nastri con, e senza profili.



21.2 Trasportatore a "Z"

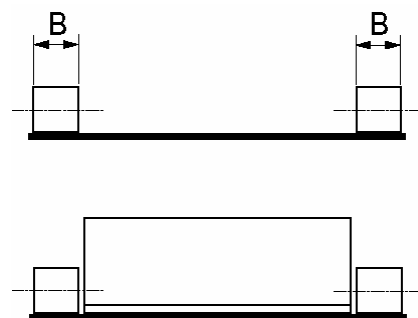


Per via del suo particolare aspetto, il trasportatore a Z viene chiamato anche trasportatore "a collo di cigno".

In linea generale, per il trasportatore a Z sono validi gli stessi concetti relativi al semplice trasportatore inclinato; tuttavia è necessario porre particolare attenzione al punto di cambio pendenza, a causa del maggiore carico meccanico localizzato in questa area.

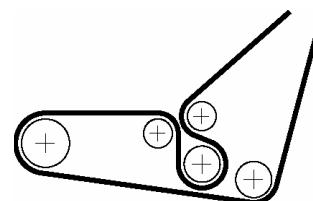
- ❑ Selezionare il raggio di controflessione massimo possibile R.
- ❑ Installare sul lato di trasporto da 3 a 5 piccoli rulli di supporto (1), o in alternativa installare un rullo di controflessione (2) di diametro $d \geq 200$ mm.
- ❑ Selezionare rulli di supporto della larghezza massima possibile (si consiglia $B \geq 50$ mm) e

posizionarli il più vicino possibile ai profili di trasporto e ai bordi laterali di contenimento.



- ❑ Dal momento che i rulli di supporto hanno cuscinetti solo da una parte, è necessario controllare che tutti i rulli siano ben supportati e stabili. I rulli devono essere installati ortogonalmente alla direzione di marcia e non devono essere soggetti alle forze di trazione che agiscono sul nastro.
- ❑ Selezionare un nastro che abbia la massima rigidità trasversale possibile.
- ❑ Per ridurre al minimo la tensione nel nastro si consiglia di applicare sul tamburo motore un rivestimento ad alto attrito.

- ❑ Il centraggio del nastro viene effettuato mediante il rullo di rinvio cilindrico-conico, o tramite il tamburo motore cilindrico-conico, aggiungendo eventualmente rulli di controflessione regolabili (2).
- ❑ Facendo ricorso ad uno schema particolare, si può realizzare una soluzione che utilizza il raggio di controflessione più piccolo possibile. Gli effetti negativi associati a questo schema sono essenzialmente il maggior rischio che il nastro si sporchi e il maggiore carico sul nastro dovuto alla controflessione (occorre prestare attenzione ai diametri dei tamburi!)

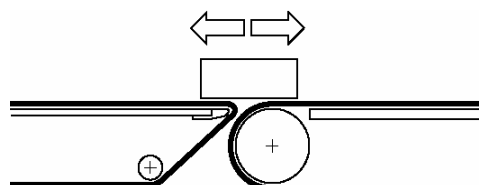


22. Trasportatore con penne di trasferimento

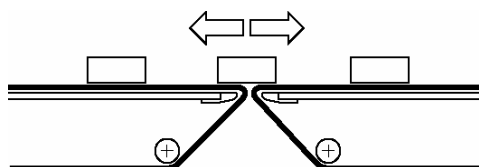
Movimentando prodotti piccoli, il trasferimento tra due trasportatori in serie deve essere il più breve possibile. In questi casi si consiglia l'utilizzo di penne di trasferimento. A tale proposito è necessario fare una distinzione tra penne fisse di trasferimento e penne rotanti. In entrambi i casi si devono utilizzare nastri leggeri ad elevata flessibilità longitudinale e chiusi ad anello con il metodo Flexproof, assicurandosi che vengano soddisfatti i requisiti relativi al raggio ammissibile della penna.

22.1 Penne fisse

Il trasferimento dei prodotti tra due trasportatori può avvenire tramite una penna abbinata ad un rullo,



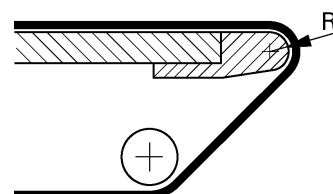
oppure tramite due penne.



Sulla penna ha origine un riscaldamento del nastro e della lama, provocato dall'attrito. E' pertanto necessario considerare l'aumento del coefficiente di attrito che avviene nell'area della giunzione per via di questo calore. A causa delle perdite per attrito viene richiesta una potenza maggiore, e questo può causare lo slittamento del nastro sul tamburo motore. Un semplice aumento della tensione nel nastro non risolve questo problema, anzi lo peggiora.

Si minimizza l'attrito e la generazione di calore sulle penne facendo ricorso ai seguenti accorgimenti:

- ❑ Penne in acciaio duro al cromo con superficie liscia
- ❑ Raggio di almeno 3 mm, ma non superiore a 6 mm
- ❑ La tensione del nastro deve essere la più bassa possibile (utilizzare un tamburo motore provvisto di ricopertura)
- ❑ L'arco di contatto sulla penna deve essere il più piccolo possibile



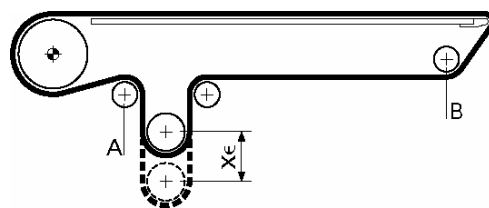
- ❑ La velocità del nastro deve essere la più bassa possibile
- ❑ Il tessuto di scorrimento del nastro deve essere a basso attrito e resistente ad abrasione
- ❑ Penne raffreddate

Per evitare che la penna si fletta, la sua struttura deve essere rigida e la penna deve essere ben supportata.

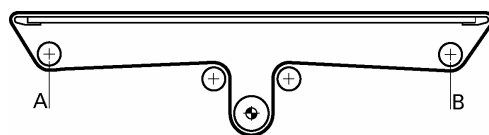
A causa del riscaldamento delle penne si può riscontrare un allungamento del nastro; questo fenomeno è evidente se i nastri hanno l'elemento di trazione in poliammide. Questo allungamento viene contrastato utilizzando un tenditore a gravità, in grado di assicurare una tensione costante (vedere capitolo 6.2). Poiché questo sistema assicura una tensione del nastro regolabile e costante, il risultato sarà una riduzione delle perdite per attrito e dell'usura del nastro.

Su trasportatori molto corti, provvisti di una penna singola, si consiglia l'utilizzo di un tamburo motore cilindrico-conico.

Per migliorare la guida del nastro occorre installare un controrullo A sui trasportatori con traino in coda, e un rullo regolabile B sui trasportatori con traino in testa.



La guida del nastro sui trasportatori con doppia penna è piuttosto difficile.

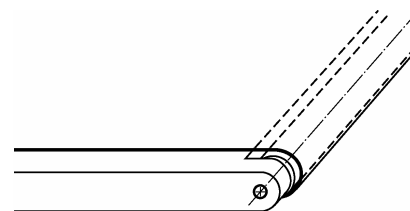


La soluzione migliore consiste nel minimizzare il numero totale di tamburi e di rulli lungo il percorso del nastro. Per controllare il nastro si raccomanda di installare il rullo A (per marcia in senso orario) o il rullo B (per marcia in senso antiorario) in modo regolabile. Per trasportatori bi-direzionali i rulli regolabili non sono adatti alla guida del nastro; per tali applicazioni si utilizzano spesso sistemi di controllo automatici (vedere capitolo 16).

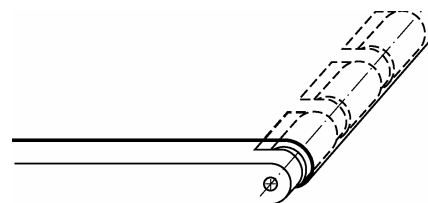
La forza di trazione viene aumentata in modo significativo come conseguenza dell'attrito contro questi componenti fissi. Di conseguenza, occorre considerare il maggiore consumo energetico e le maggiori sollecitazioni sull'albero. Si possono ridurre sia la generazione di calore che la potenza assorbita minimizzando l'arco di contatto sulle penne.

22.2 Penne rotanti

Il problema principale delle penne fisse è costituito dalle elevate perdite per attrito che però possono essere notevolmente ridotte utilizzando penne rotanti. I vantaggi offerti dalle penne rotanti sono quindi: minore generazione di calore, tensione inferiore e usura minore del nastro.

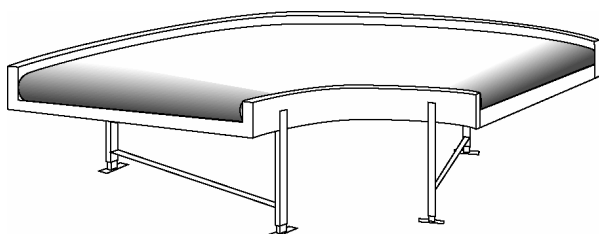


Come avviene per tutti i tamburi e i rulli, anche le penne rotanti esercitano un'influenza sul centraggio del nastro. È perciò fondamentale che le penne rotanti vengano fissate ad angolo retto rispetto alla direzione di moto del nastro. Se lo spazio e la conformazione del trasportatore lo consentono, l'utilizzo di una penna rotante leggermente bombata consente di migliorare il centraggio del nastro.



Per trasportatori larghi si può installare una batteria di rulli stretti anziché un rullo continuo, con il vantaggio che l'albero viene supportato da numerosi cuscinetti e si ha la riduzione della flessione dell'albero.

23. Curve a nastro



Per ragioni di spazio e di controllo del processo, spesso è necessario eseguire il trasporto dei prodotti lungo un percorso curvilineo.

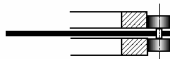
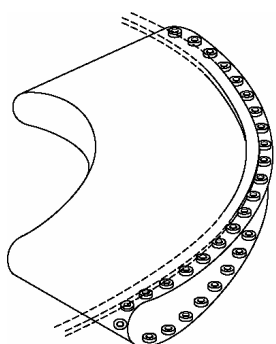
Le curve a nastro vengono usate principalmente per cambiare la direzione di trasporto da circa 30° fino a 180°, essendo possibile ogni angolo compreso tra questi due

valori. Il trasportatore curvo a spirale è un tipo speciale di curva a nastro e viene utilizzato per sfruttare differenze di altezza in uno spazio costretto o limitato.

Il vantaggio principale delle curve a nastro è che i prodotti trasportati mantengono la loro posizione in curva. Lo svantaggio è l'elevato costo di fabbricazione e la complessità degli impianti di cui costituiscono una parte importante. Data la natura della curva a nastro, si generano elevate forze trasversali che tirano il nastro verso l'interno, cioè verso il punto centrale della curva. Tali forze devono essere assorbite dalla carpenteria del trasportatore.

Di seguito sono elencate le migliori alternative disponibili per assorbire tali forze trasversali.

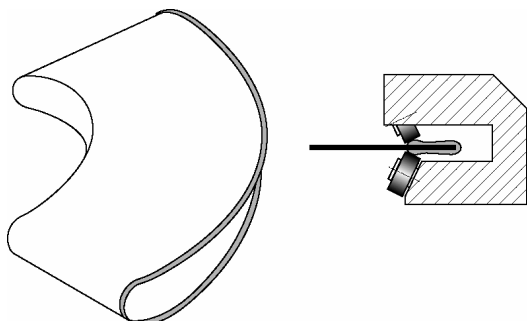
23.1 Sistema di guida mediante coppie di cuscinetti



Le forze trasversali vengono assorbite da coppie di cuscinetti montati sul bordo esterno del nastro che corrono su binari curvi.

Questo sistema richiede una fabbricazione del nastro molto precisa, specialmente in corrispondenza dei fori lungo la parte esterna del nastro.

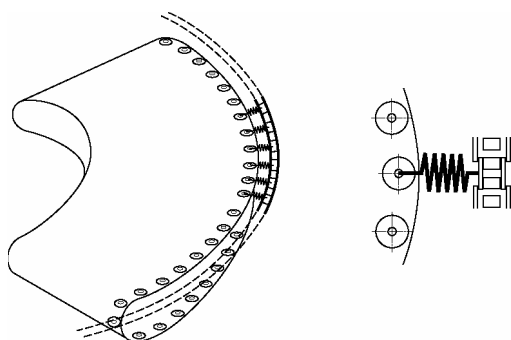
23.2 Sistema di guida mediante profili applicati sui bordi del nastro



In questa applicazione, la guida viene fornita cucendo o saldando un profilo (una guida di plastica) sul bordo esterno del nastro. Poiché il profilo scorre su cuscinetti posti ad angolo, il nastro viene mantenuto in posizione.

Affinché questo metodo sia efficace, si richiede un posizionamento molto accurato del profilo di guida. Vale la pena sottolineare che, oltre gli alti costi di fabbricazione del nastro, vi sono anche perdite energetiche piuttosto elevate causate dalla flessione della guida in plastica tra i cuscinetti. Come vantaggi, questa soluzione consente un moto dolce e regolare e una sostituzione relativamente semplice del nastro.

23.3 Sistema di guida mediante catena e dispositivi elastici

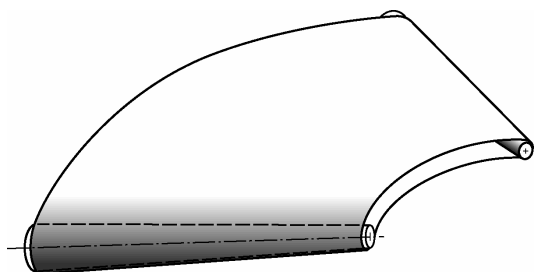


Una soluzione semplice in cui la catena corre lungo il bordo esterno della curva è la seguente: il nastro è collegato alla catena mediante cinghie tonde, molle o staffe metalliche, ed è pertanto trainato e mantenuto in posizione corretta.

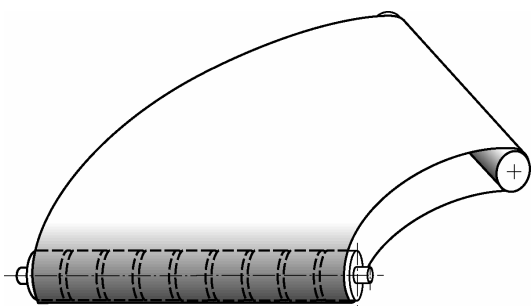
Data la posizione degli occhielli sui bordi esterni del nastro, è improbabile che piccole imprecisioni possano causare problemi. Inoltre, poiché il traino avviene tramite la catena, non si ha trasmissione di potenza per attrito sul tamburo motore; di conseguenza, la tensione nel nastro può essere molto bassa.

23.4 Esecuzione dei rulli di rinvio

La velocità periferica del nastro varia lungo la sua larghezza.



Utilizzando rulli di rinvio **conici**, con conicità direttamente proporzionale al rapporto raggio esterno/raggio interno si evitano slittamenti del nastro sui rulli. Il traino del nastro è preferibilmente in testa, con il tamburo motore conico provvisto di ricopertura.



Un'altra opzione consiste nell'installare uno o due rulli di rinvio **cilindrici**, costituiti da una serie di rullini che ruotano folli su un albero, in modo che ciascun rullino adatti la sua velocità a quella del nastro, che ha velocità periferica variabile lungo la sua larghezza. Una serie di rullini è più efficiente di pochi rulli larghi. Tale configurazione permette di limitare la distanza con i trasportatori a monte e a valle, in fase di carico e scarico, e consente il trasporto di prodotti piccoli e delicati.

23.5 Scelta del tipo di nastro

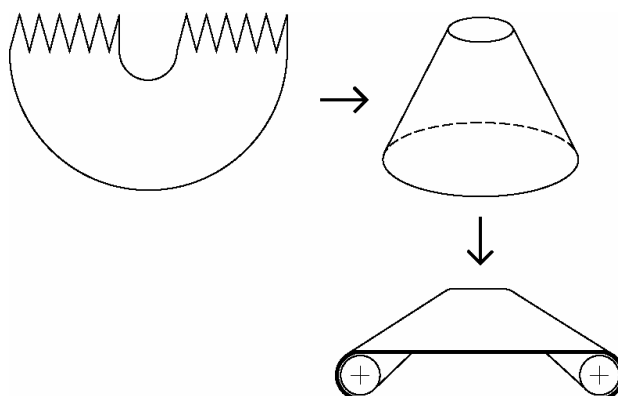
Come regola generale, la maggior parte dei nastri convenzionali sono adatti per le curve a nastro. Tuttavia, occorre ricordare che i nastri installati su trasportatori curvi sono soggetti a sollecitazioni di piegamento provenienti da tutte le direzioni.

I nastri tradizionali, anche se molto flessibili longitudinalmente, tendono ad essere rigidi trasversalmente. Per questo motivo, il diametro minimo richiesto dei tamburi (d_{min}) (vedere 7.1), riportato nelle schede prodotto, deve essere notevolmente aumentato nel caso di curve a nastro. Tuttavia, questa regola non si applica agli appositi "nastri per curva", che hanno approssimativamente la stessa elasticità e proprietà di piegamento sia in senso longitudinale che trasversale.

23.6 Fabbricazione del nastro

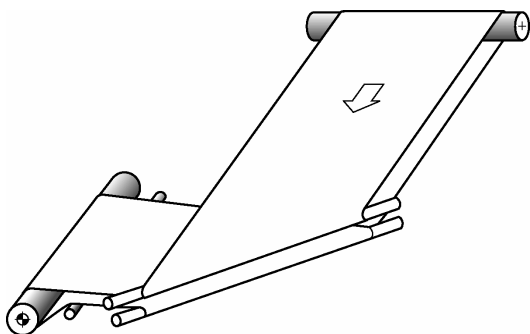
La fabbricazione di una curva richiede grande precisione durante il taglio e la giunzione. L'esperienza mostra che spesso non è un processo di fabbricazione poco accurato a causare i problemi ma l'inesattezza dei dati relativi al trasportatore. Per tale ragione è preferibile avere sempre le dimensioni esatte del nastro; nel caso in cui queste informazioni non siano disponibili, Habasit sarà lieta di fornire l'assistenza necessaria per determinare la corretta geometria del nastro.

In sintesi, un nastro curvo è costituito da un certo numero di sezioni giuntate per formare un nastro di forma conica; questo nastro viene poi reso piano e tensionato sui rulli di rinvio.



24. Schemi del trasportatore a nastro per trasferimenti ad angolo

Si può realizzare il trasferimento angolare da 0° a 45° con un progetto appropriato. Un design simile viene utilizzato anche per le unità di inserimento, scarico o unione.



Per creare un angolo unico di trasferimento a 90° vengono combinati due trasportatori identici con trasferimento a 45°.

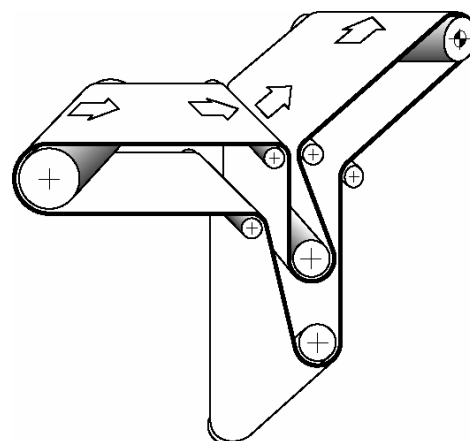
Per consentire un trasferimento ottimale tra i due trasportatori (posizionandoli il più vicino possibile), i nastri ingaggiano normalmente penne fisse o rotanti; pertanto, il centraggio del nastro è fondamentale. Si consigliano i seguenti metodi per migliorare il centraggio:

- ❑ Traino in testa, tamburo motore cilindrico-conico
- ❑ Nel caso in cui non sia possibile realizzare tamburi cilindrico-conici, o questi non siano sufficientemente efficaci (ad es. con tamburi conici), si raccomanda di usare controrulli di tipo regolabile.
- ❑ Rullo di rinvio cilindrico-conico o cilindrico, ma regolabile
- ❑ Valutare lo spazio necessario per consentire al nastro spostamenti laterali
- ❑ Per quel che riguarda l'uso delle penne di trasferimento, si seguano le raccomandazioni riportate nel capitolo 22

La fabbricazione dei nastri per queste applicazioni è più semplice rispetto alle curve a nastro (vedere capitolo 23) poiché non si richiede una conformazione circolare del nastro. Inoltre non ci sono forze trasversali generate dal sistema e non sono necessari particolari accessori di guida, poiché l'utilizzo di rulli con raggi di trasferimento piccoli e di penne non causa particolari problemi di installazione. Si noti, però, che i prodotti trasferiti saranno soggetti a rotazione e si sposteranno uno contro l'altro.

Analogamente a quanto avviene per le curve a nastro, anche questi nastri sono soggetti a flessione; pertanto, i diametri minimi dei tamburi d_{min} (vedere capitolo 7.1) devono essere aumentati di conseguenza. I nastri selezionati per queste applicazioni devono avere comportamento identico sia in senso longitudinale che trasversale per quanto riguarda l'elasticità e il comportamento a flessione e controflessione.

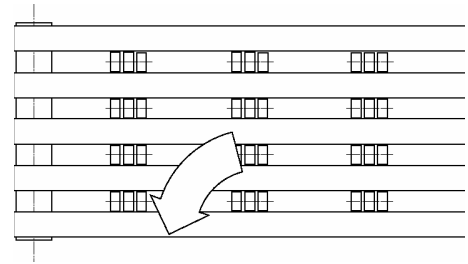
La figura seguente mostra uno schema alternativo che consente di ottenere il medesimo risultato:



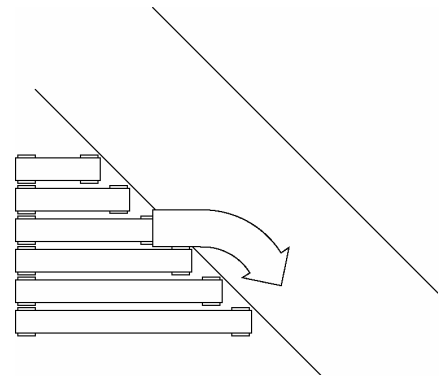
25. Nastri stretti in batteria

Per determinate applicazioni può essere preferibile installare una serie di nastri stretti e paralleli, invece di un nastro trasportatore singolo. I principali motivi di questa scelta sono i seguenti:

- ❑ Le impurità più grezze, sporczia, ecc. possono cadere tra i nastri e venire così separate dai prodotti trasportati.
- ❑ In condizioni di forte umidità l'acqua in eccesso potrà defluire più facilmente.
- ❑ Dispositivi di accumulo e deviatori a scomparsa che operano dal basso possono essere inseriti negli interstizi tra i nastri.



- ❑ Se posizionati ad angolo, rispetto ad un trasportatore a nastro, possono essere utilizzati come nastri per il trasferimento in ingresso o in uscita.

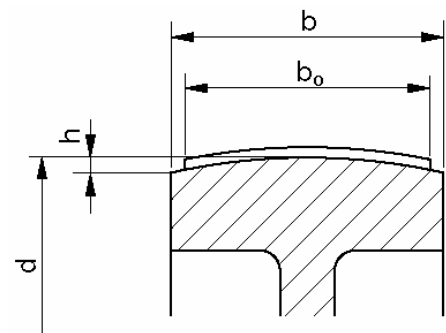


- ❑ Nel caso di trasportatori lunghi e larghi, una batteria di nastri stretti avrà meno problemi di centraggio rispetto ad un singolo nastro largo. Questo è evidente nei trasportatori in cui la larghezza del nastro è superiore alla sua lunghezza.
- ❑ I nastri stretti sono particolarmente adatti per le macchine che lavorano la carta; in tali applicazioni vengono chiamati "nastri macchina".

25.1 Esecuzione dei rulli

Quando si utilizzano nastri stretti, è corretto parlare di rulli anziché di tamburi. Per l'utilizzo dei rulli per nastri stretti, si considerino le seguenti avvertenze.

- ❑ Larghezza b del rullo e conformazione:
La larghezza del rullo deve essere dimensionata in modo che il nastro sia a contatto lungo tutta la larghezza del rullo, anche nei casi in cui il movimento del nastro non sia esattamente centrato sul rullo.



Raccomandazione Habasit

$$b = (1.2 - 1.3) b_0 \quad [\text{mm}]$$

$$b_{\text{min}} = b_0 + 5 \quad [\text{mm}]$$

Si possono utilizzare sia rulli bombati che cilindrici. L'utilizzo di rulli bombati può fornire una guida accurata del nastro affinché questo mantenga il contatto con il rullo su tutta la sua larghezza.

Diametro del rullo d [mm]	Altezza della corona bombata h [mm]
< 40	0.2 - 0.3
40 - 112	0.3
125 - 140	0.4
160 - 180	0.5
200 - 224	0.6
250 - 355	0.8

Un'eccessiva altezza della corona bombata ha l'effetto di un centraggio.

❑ Superficie di scorrimento:

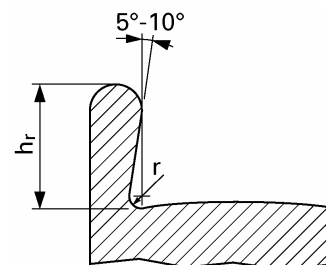
La superficie del rullo deve essere liscia, con rugosità massima $R_a = 1,6 \mu\text{m}$.

L'attrito può essere aumentato aumentando la rugosità o zigrinando la superficie di scorrimento dei rulli di traino; tuttavia questo genera una maggiore usura del nastro e riduce la sua vita utile.

❑ Tamburi flangiati:

I tamburi flangiati possono essere utilizzati solo nelle posizioni dove non c'è trasporto di prodotti; in generale, questo significa che vengono utilizzati solo sul lato di ritorno.

La larghezza b della superficie di scorrimento del rullo deve essere maggiore di quella del nastro b_0 del 20% - 30% circa. Per quanto riguarda l'altezza della flangia si consiglia il valore $h_f = 15-30 \text{ mm}$.



25.2 Conformazione dei rulli, centratura dei nastri

Il posizionamento e la registrazione dei rulli ha un impatto significativo sia sulla guida del nastro che sulla sua vita utile di servizio.

- ❑ Utilizzare almeno un rullo bombato; nel caso di trasportatore lungo è consigliato prevedere numerosi rulli bombati
- ❑ Se i rulli sono disposti a breve distanza l'uno dall'altro, i rulli bombati devono essere disposti in modo che il nastro si fletta sempre nella stessa direzione
- ❑ L'effetto di centraggio dei rulli bombati viene migliorato in presenza di grandi angoli di contatto
- ❑ Tutti i rulli devono essere posizionati in modo perfettamente ortogonale alla direzione di avanzamento del nastro; questo è particolarmente importante nel caso di rulli cilindrici

- ❑ Non si raccomanda l'inclinazione o l'angolatura dei rulli per correggere problemi di centraggio del nastro; tale operazione deve essere assolutamente evitata in presenza di inversioni del senso di marcia
- ❑ L'uso di alberi cilindrici, in alternativa ai rulli convenzionali, può essere efficace solo in presenza di un numero sufficiente di rulli bombati che assicurano una guida corretta del nastro; se questo non è possibile, l'albero deve prevedere un numero opportuno di sedi bombate.



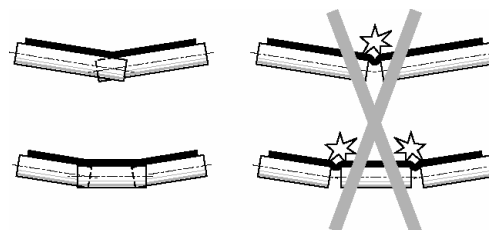
25.3 Sistema di traino e tensionamento dei nastri

I nastri paralleli in batteria possono essere azionati sia da rulli di traino singoli, che da un albero continuo. In tutti i casi i nastri devono essere tensionati singolarmente. L'installazione di rulli regolabili, di dispositivi tenditori caricati a molla, o a contrappeso, è un modo per ottenere questo risultato, mentre l'utilizzo di nastri elastici (ad es. i nastri macchina elastici Hamid) o di cinghie tonde Polycord non richiede la presenza di tenditori.

26. Trasportatori in conca

I trasportatori in conca vengono utilizzati nei sistemi di trasporto di materiale alla rinfusa; sono poche le applicazioni di questo tipo dove si preferisce utilizzare nastri trasportatori convenzionali.

Nella maggior parte di questi trasportatori, il supporto del nastro nella zona di carico avviene mediante due o tre serie di rulli; in alcuni casi il supporto viene fornito da un piano di scorrimento di forma concava.



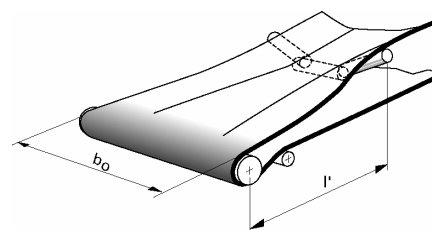
Per evitare che il nastro si deformi, occorre disporre i rulli di supporto in modo da evitare interstizi tra di loro. Se possibile, l'angolo di inclinazione dei rulli di supporto laterali non deve superare 25° per i trasportatori che prevedono due serie di rulli e 40° per i trasportatori che prevedono tre serie di rulli. In prossimità della zona di carico, il grado di curvatura del nastro sotto carico non deve superare l'1% dell'interasse tra i rulli di supporto. L'interasse dei rulli di supporto può essere calcolato come segue:

$$\text{Interasse dei rulli di supporto } l_R \cong \frac{8 \cdot F}{m' + m'_B}$$

F = Forza di trazione nel nastro al punto di riferimento [N]

m' + m'_B = Peso dei prodotti trasportati e peso del nastro al metro [kg/m]

I bordi del nastro sono soggetti a maggiori forze di allungamento nel tratto in cui il nastro si muove dal rullo di traino al primo gruppo di rulli in conca. È perciò importante assicurarsi che la lunghezza della transizione selezionata non sia troppo piccola.



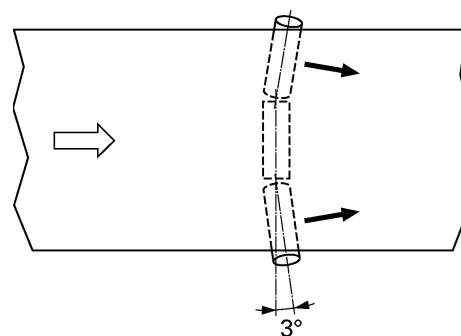
Lunghezza di trasmissione raccomandata $l' \cong c \cdot b_0$

Angolo della conca	10°	20°	30°	40°
Fattore c	0.5	1.0	1.5	2.0

Il bordo superiore del rullo di traino deve essere posizionato ad un'altezza pari a circa 1/3 di quella della conca.

I metodi di guida del nastro sono in generale gli stessi usati per i trasportatori piani. Si raccomanda l'installazione di rulli di traino e di rinvio cilindrico-conici (vedere capitolo 11).

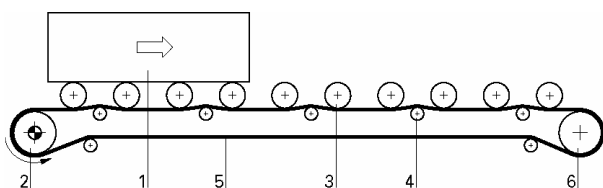
Con i nastri in conca, si può ottenere un ulteriore effetto migliorativo del centraggio angolando alcuni gruppi di rulli di supporto in avanti di un paio di gradi (max. 3°) nella direzione di avanzamento del nastro. Tuttavia, i rulli angolati non sono auto-centranti e non possono quindi essere utilizzati nei trasportatori bi-direzionali.



Nel caso di trasportatori con due gruppi di rulli di supporto è necessario verificare che il nastro sia a contatto con almeno metà della larghezza del rullo quando è in tensione e in assenza di carico. Nei trasportatori con tre gruppi di rulli di supporto il nastro deve essere sempre completamente a contatto con il rullo centrale (quando è in tensione, e in assenza di carico).

27. Rulliere a nastro / cinghia

I trasportatori a rulli motorizzati (rulliere) vengono utilizzati esclusivamente per prodotti sfusi e sono, contrariamente al trasporto continuo, adatti ai processi di accumulo e successiva singolarizzazione.

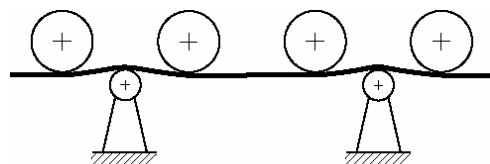


I prodotti trasportati (1) da una rulliera, a differenza di quanto avviene per un normale trasportatore a nastro, poggiano sui rulli di supporto (3) e non sul nastro/cinghia. I rulli sono azionati dal nastro/cinghia (5), che è installato sotto i rulli. La trasmissione del moto è garantita dalla presenza di rulli pressori (4). I prodotti trasportati si muoveranno nella direzione opposta rispetto a quella del nastro/cinghia di traino.

Il tipo e la larghezza del nastro/cinghia utilizzato dipende dal peso dei prodotti da trasportare e dalle condizioni operative. In generale, si utilizzano cinghie piane di trasmissione e nastri stretti per le applicazioni che richiedono una minore potenza trasmissibile. Si raccomanda di utilizzare pulegge motrici standard bombate.

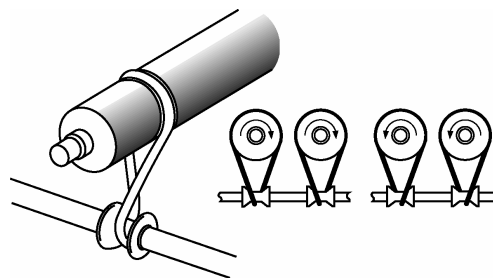
27.1 Trasporto in continuo

Per il trasporto monodirezionale in continuo, che non richieda alcun processo di accumulo, si possono installare i rulli pressori in posizione fissa.



Entrambi i lati del nastro/cinghia di traino devono avere una copertura resistente all'abrasione, preferibilmente in gomma.

In alternativa alla trasmissione a cinghia piana, l'azionamento delle rulliere che lavorano in continuo può essere realizzato anche da cinghie tonde Polycord, che ingaggiano su un albero di traino.



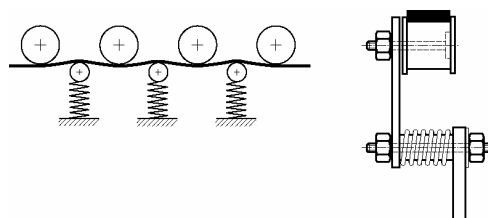
L'azionamento a cinghie tonde è particolarmente adatto alle rulliere con curve.

27.2 Trasporto con accumulo

Nelle applicazioni in cui occorre accumulare prodotti sulle rulliere, occorre distinguere tra i sistemi in cui il nastro/cinghia di traino è in moto mentre i rulli sono bloccati dai prodotti accumulati (accumulo a bassa pressione) e quelli in cui il nastro/cinghia viene sollevato dai rulli (accumulo a pressione nulla).

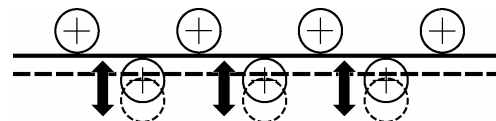
Accumulo a bassa pressione

Su questo sistema relativamente semplice il nastro/cinghia viene schiacciato contro i rulli con pressori a molla. Se i prodotti trasportati vengono accumulati, ad es. mediante un dispositivo meccanico di accumulo, i rulli della zona di accumulo rimangono bloccati mentre il nastro/cinghia è in moto. La superficie a contatto con i rulli di supporto deve essere in grado di poter slittare sui rulli bloccati offrendo una resistenza minima, ma allo stesso tempo deve azionare correttamente gli altri rulli di supporto: deve perciò avere un alto coefficiente di attrito (il materiale deve essere preferibilmente la gomma).

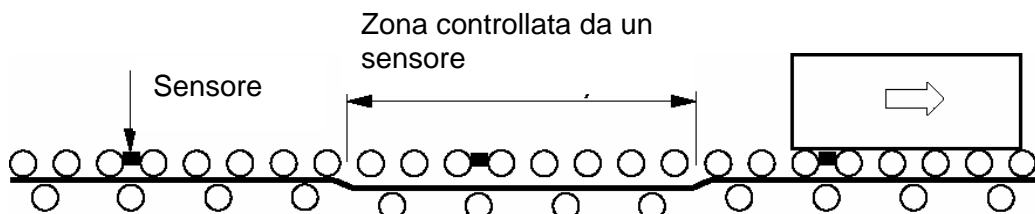


Accumulo a pressione nulla

In questa configurazione più costosa i rulli pressori vengono spostati dai rulli di supporto durante il processo di accumulo. I prodotti trasportati si fermano non appena i rulli vengono disconnessi dal motore. Tuttavia, se i prodotti devono essere movimentati ulteriormente, i rulli pressori tornano nella posizione operativa premendo di nuovo il nastro/cinghia di traino contro i rulli.



Con questo sistema si possono disconnettere diverse sezioni della rulliera e riconnetterle al traino in modo completamente indipendente l'una dall'altra. Il dispositivo di sollevamento del rullo pressore può essere azionato meccanicamente, pneumaticamente o in modo elettromeccanico; i sensori di controllo sono meccanici, elettrici, pneumatici o ottici.



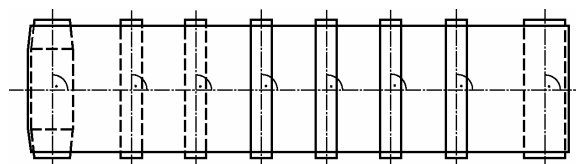
28. Messa in servizio del nastro

La messa in servizio del nastro trasportatore consiste nel controllo della carpenteria, nella installazione, nell'avviamento e nella centratura del nastro.

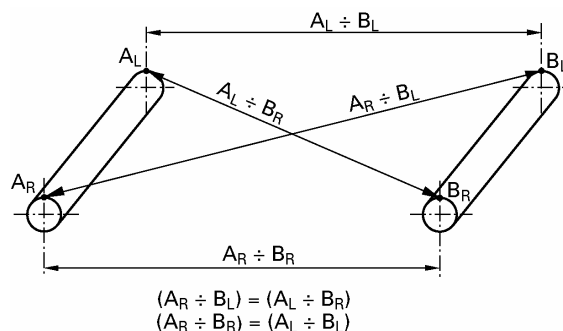
28.1 Controllo della carpenteria del trasportatore

Prima di installare il nastro è estremamente importante controllare accuratamente la carpenteria del trasportatore e correggere eventuali difetti.

- Assicurarsi che il motore sia spento e che non possa inavvertitamente riaccendersi.
- Assicurarsi che tutte le parti del trasportatore a contatto con il nastro siano pulite e prive di olio, grasso, ecc.
- Assicurarsi che la carpenteria del trasportatore non sia distorta e sia accuratamente allineata su tutti i piani.
- Assicurarsi che tutti i tamburi e i rulli (anche i rulli di guida/controllo) e le penne di trasferimento siano paralleli tra loro, e che siano esattamente ortogonali alla direzione di moto del nastro.



Controllare che le dimensioni del trasportatore siano corrette; il metodo migliore è misurare le diagonali, e ciò si effettua segnando le estremità dei tamburi/rulli esattamente in verticale rispetto all'asse dell'albero (A_R , A_L , B_R , B_L). Le distanze diagonali dei punti A_R - B_L e A_L - B_R devono essere esattamente uguali e, se lo sono, anche che le distanze tra i centri A_L - B_L e A_R - B_R saranno identiche.

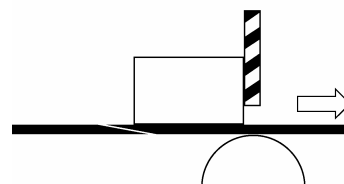


Attenzione: il solo fatto di misurare distanze identiche tra i centri ($A_L - B_L$ e $A_R - B_R$) non è garanzia di avere una disposizione rettangolare dei tamburi/rulli!

28.2 Installazione del nastro

Una volta completati i controlli descritti al punto 28.1 e aver corretto le eventuali anomalie riscontrate è necessario assicurarsi, prima di installare il nastro, che tutte le attrezzature necessarie siano disponibili in loco e che ci sia una fonte energetica garantita a disposizione (corrente elettrica, aria compressa, acqua).

- ❑ Il tenditore deve essere bloccato nella posizione minima di registro.
- ❑ Il nastro, e in particolare le sue estremità, deve essere protetto da sporcizia e dal possibile danneggiamento durante l'installazione – non deve assolutamente subire torsioni o pieghe durante tale operazione.
- ❑ È necessario prestare grande attenzione nel posizionare il nastro sul trasportatore.
- ❑ Nel caso di giunzioni Thermofix (estremità smussate e incollate) è necessario assicurarsi che i prodotti non possano danneggiare, o strappare, la giunzione; questo è particolarmente importante nel caso di trasporto in accumulo.
- ❑ Se il nastro viene giuntato in opera, è necessario seguire attentamente le istruzioni di giunzione.
- ❑ Quando si tensiona il nastro, assicurarsi che il tenditore sia posizionato in modo perfettamente parallelo alla direzione di moto e che rimanga tale anche al termine del tensionamento.
- ❑ Anche se nella pratica i nastri vengono comunemente tensionati in modo empirico (in base all'esperienza), è importante assicurarsi che il tamburo motore possa trainare il nastro senza slittare anche nelle condizioni di carico massimo.
- ❑ Le tensioni di posa ammissibili, minima e massima ϵ_0 , variano in funzione del materiale utilizzato per l'elemento di trazione.

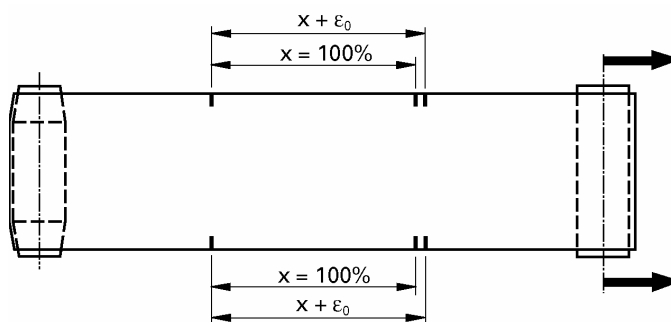


Materiale dell'elemento di trazione	Tensione di posa min. ϵ_{0min}	Tensione di posa max. ϵ_{0max}
Tessuto in poliestere	0.3%	circa 1%
Tessuto in poliammide	0.5%	circa 3%
Tessuto in fibra aramidica	0.2%	circa 0.8%

Se si conosce il valore corretto della tensione di posa di posa ϵ_0 , ottenuta tramite calcolo, occorre utilizzare tale valore.

- ❑ La tensione di posa viene controllata tracciando due barre di riferimento sul nastro a riposo (non teso) ad un certa distanza x ($x = 100\%$). L'ideale sarebbe quello di tracciare le barre su entrambi i bordi del nastro, in una posizione che non sia quella della giunzione.

Il nastro viene quindi tensionato fino a che le barre di riferimento abbiano raggiunto l'allungamento richiesto ($x + \epsilon_0$).



Esempio: Tensione iniziale richiesta $\epsilon_0 = 0.5\%$,
Distanza tra le barre di riferimento prima del tensionamento $x = 1000 \text{ mm}$
Distanza tra i segni al termine del tensionamento $x + \epsilon_0 = 1000 \text{ mm} + 5 \text{ mm} = 1005 \text{ mm}$).

- Una volta che il nastro ha effettuato un giro completo del trasportatore, si misuri nuovamente la distanza ($x + \epsilon_0$) e la si corregga, se necessario.

28.3 Centratatura del nastro

Affinché il nastro possa funzionare correttamente è essenziale che la carpenteria del trasportatore sia accuratamente allineata e che il nastro sia installato correttamente da personale esperto.

- All'inizio, si azioni il nastro a bassa velocità o con frequenti comandi marcia/arresto in modo da identificare rapidamente eventuali tendenze allo sbandamento e correggerle prima che si verifichino problemi.
- Eseguire tutte le regolazioni del nastro a piccoli passi, agendo su un solo rullo o tamburo alla volta. Registrando più tamburi o rulli in contemporanea, la funzionalità del trasportatore diventa instabile e cambia al variare delle condizioni operative.
- Al termine di ciascuna regolazione, far compiere al nastro alcuni giri prima di effettuare ulteriori registrazioni.
- Eseguire le prime correzioni nei punti in cui è più probabile che si possa verificare un inconveniente al nastro.
- Si tenga presente che qualsiasi regolazione può richiedere altre registrazioni in altri punti del trasportatore.
- In presenza di un controrullo di guida/controllo (vedere capitolo 12) sul lato di scorrimento (con traino in testa) o davanti al tamburo motore (trasportatore con traino in coda), il nastro deve essere allineato con il controrullo.
- Tamburi e rulli cilindrici che non siano ortogonali alla direzione di marcia del nastro non sono auto-centranti e quindi, nel caso di sbandamenti del nastro, dovranno essere registrati nuovamente. Poiché tale operazione è scomoda, la posizione di tali tamburi e rulli non deve venir alterata in concomitanza di inversioni del senso di moto.
- Se il nastro è provvisto di profili di guida (vedere capitolo 15), occorre allinearli in condizioni di assenza di carico, in modo che i profili possano scorrere nelle gole senza sfregare contro i fianchi delle stesse.

29. Manutenzione e pulizia

29.1 Manutenzione

Pulizia a parte, i nastri trasportatori realizzati in materiale sintetico non richiedono alcuna manutenzione.

Si raccomanda il controllo periodico della tensione del nastro, in particolar modo quando le condizioni operative sono critiche (ad esempio: avviamenti frequenti a pieno carico, fluttuazioni significative della temperatura, ecc.).

È importante che tutti i componenti del trasportatore a contatto con il nastro siano mantenuti il più possibile puliti. La presenza di olio, grasso, umidità, ruggine, sporcizia, tracce del prodotto trasportato, ecc., sui tamburi, rulli, piano di scorrimento e altre parti del trasportatore possono causare problemi operativi al nastro e accorciano sicuramente la sua vita utile di servizio.

29.2 Pulizia

La pulizia del nastro è di importanza fondamentale per quel che riguarda il traino, il centraggio e la sua vita utile. La presenza di sporcizia sul lato di trasporto del nastro può portare anche ad interruzioni del processo. L'igiene è di fondamentale importanza nel settore alimentare, in cui devono essere messe in atto una serie di misure di pulizia speciali.

Elenchiamo di seguito alcuni aspetti generali relativi alla pulizia dei nastri trasportatori sintetici:

- La pulizia, ogniqualvolta sia possibile, deve essere eseguita a trasportatore fermo (criterio di sicurezza)
- Nel caso di depositi di sporcizia leggeri (polvere, ecc.), pulire con un panno morbido asciutto, o leggermente imbevuto di acqua fredda o tiepida
- Lo sporco oleoso o grasso può essere rimosso utilizzando acqua calda e un detergente generico non abrasivo di tipo domestico (i detersivi poco schiumosi facilitano il risciacquo)
- La pulizia in punti particolari può essere seguita con uno straccio inumidito con un solvente adatto (vedi tabella)
- Lo sporco più consistente può essere rimosso strofinando con acqua calda saponata, o lavando con un solvente delicato (vedere la tabella)
- La tabella seguente mostra la compatibilità relativa dei detersivi comuni con la pulizia dei nastri trasportatori sintetici:

Categorie di resistenza Habasit		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Materiale della copertura (lato di trasporto)		PA	NBR PUR Hamid	PVC*	EPDM	NBR PUR SI	TPU PUR+TPU NBR+TPU SI+TPU	PVC**	PTFE	TPO	Habilene
Materiale dell'elemento di trazione (tessuto)		PA	PA AR Hamid CEL	PET	PET	PET Glas	PET AR BW	PET	AR	PET	PET
Detergente	Neutrale ¹⁾	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
	Basico ²⁾	☺	☺	☺	▼	☺	▼	☺	☺	☺	☺
	Acido ³⁾	○	○	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
	Clorurato ⁴⁾	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	☺	☺	☺
	Alcolico ⁵⁾	☺	☺	▼	☺	☺	▼	☺	☺	☺	☺

Elenco dei materiali

AR	Fibra aramidica
PA	Poliammide
PET	Poliestere
PVC*	Polivinilcloruro (plastificante monomero)
PVC**	Polivinilcloruro (plastificante polimerico)
PUR	Poliuretano reticolare
TPU	Poliuretano termoplastico
TPO	Poliiolefina termoplastica
PTFE	Politetrafluoretilene (Teflon)
NBR	Gomma acrilonitrile-butadiene
EPDM	Gomma etilene-propilene
SI	Silicone
CEL	Cellulosa
Glas	Fibra di vetro
BW	Cotone

Descrizione dei simboli

- ☺ Resistente in condizioni standard (23°C, 50% umidità relativa dell'aria)
- ▼ Resistente in modo limitato (dipendente dalla concentrazione, durata dell'impatto, sollecitazioni termiche e meccaniche, decolorazione, rigonfiamento, possibilità di infragilimento e abrasione)
- Non resistente, nemmeno a basse concentrazioni

Esempi di detergenti

- 1) Acqua
- 2) Soluzione di acqua e sapone, soda e ammoniaca
- 3) Candeggina (ipoclorito di sodio in concentrazione <1%)
- 4) Acido acetico, acido citrico
- 5) Etanolo, metanolo, alcol denaturato

- ☐ Solventi inadatti sono:
 - Composti aromatici (benzene, toluene, xilene)
 - Idrocarburi clorati (tricloroetilene, tetracloroetilene)
 - Chetoni (acetone, metiletilchetone)
- ☐ Quando si lavora con sostanze chimiche infiammabili e/o nocive, è fondamentale osservare tutte le misure di sicurezza in vigore (fare riferimento alle schede di sicurezza relative alle sostanze chimiche da utilizzare).
- ☐ Consultare il nostro elenco "Resistenza chimica" per verificare a priori se una sostanza chimica è adatta a pulire i nastri Habasit.
- ☐ Se si utilizza acqua calda o vapore per pulire il nastro, fare attenzione a non eccedere con la temperatura massima ammissibile per il nastro.
Attenzione: Una pulizia inappropriata eseguita con un'attrezzatura ad alta pressione può danneggiare il nastro.
- ☐ Dopo essere stato pulito con acqua, il nastro deve essere asciugato.

- ❑ Non immergere per lunghi periodi i nastri in acqua o in altri liquidi: questo può portare a cambiamenti dimensionali irreversibili (restringimento), bombature, cambiamenti di colore, degrado dei materiali, separazione degli strati o rottura prematura delle giunzioni, ecc;
- ❑ Qualora vengano usate spazzole per pulire i nastri, utilizzare soltanto quelle con setole morbide.
- ❑ Per la pulizia e la disinfezione dei nastri usati nell'industria alimentare valgono requisiti speciali e legali. Tali regole devono essere rispettate.

Per ulteriori informazioni contattare la filiale Habasit.

30. Indicazioni per lo stoccaggio

Condizioni di stoccaggio sfavorevoli o una non corretta manipolazione portano a cambiamenti delle caratteristiche fisiche della maggior parte dei prodotti in plastica. Tali cambiamenti possono, talvolta, accorciare la vita utile del prodotto.

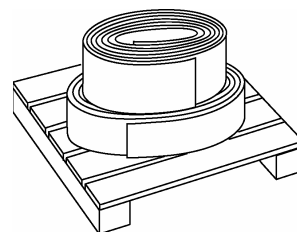
30.1 Condizioni ambientali

I nastri devono essere protetti da danneggiamenti, contaminazioni, umidità, temperature estreme e raggi UV; le condizioni ideali di stoccaggio sono quelle in cui i nastri vengono mantenuti in una stanza buia o in un involucro di plastica opaca, che protegge il nastro anche da polvere o altri agenti contaminanti. I prodotti contenenti poliammide devono sempre essere avvolti ermeticamente, per evitare l'indesiderabile assorbimento di umidità o l'essiccamento.

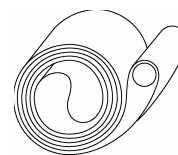
I nastri Habasit devono preferibilmente essere stoccati nel loro imballo originale.

30.2 Precauzioni

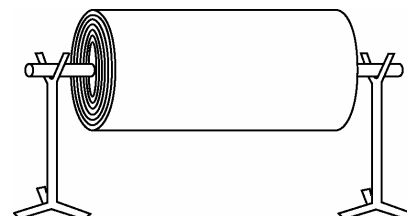
Le bobine di nastro con larghezza ridotta possono essere stoccati orizzontalmente su tavole o su pallet. Si possono impilare più rotoli uno sull'altro, purché il peso risultante non schiacci o deformi i nastri.



I nastri già chiusi ad anello devono essere avvolti intorno ad un tubo rigido (di diametro non inferiore al diametro minimo del tamburo raccomandato per il nastro), per evitare che i nastri si deformino.

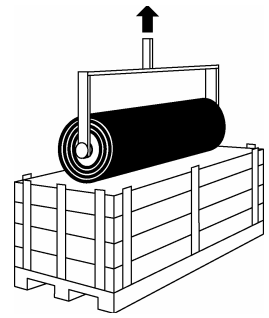


I nastri pesanti devono essere preferibilmente mantenuti a stock in posizione sospesa, tramite una barra di acciaio, o appoggiati su un supporto di gommapiuma, spesso e morbido.



30.3 Manipolazione dei nastri pesanti

Per sollevare nastri pesanti, inserire una barra di acciaio nella cavità al centro del rotolo e attaccarla ad un argano con due imbracature per funi o catene attaccate ad una trave trasversale. Per evitare che le funi o le catene possano danneggiare i bordi del nastro, la trave deve essere più lunga della larghezza del rotolo.



I rotoli di nastro possono essere trasportati anche utilizzando un elevatore a forcella. Prestare attenzione che la superficie esterna del nastro non venga danneggiata dai bordi della forcella.

Indice

Accumulo.....	37
Accumulo (rulliere a nastro).....	51
Alimentazione del trasportatore con i prodotti da trasportare.....	37
Altri sistemi di centraggio del nastro.....	33
Avvolgimenti in serie del nastro.....	33
Carpenteria.....	8
Centraggio automatico del nastro.....	32
Centraggio di nastri corti e larghi.....	35
Centratura del nastro.....	55
Centratura mediante rulli laterali basculanti.....	35
Componenti di un trasportatore	6
Controllo della carpenteria del trasportatore (prima di installare il nastro).....	53
Controrulli di guida regolabili.....	27
Controrulli.....	23
Curve a nastro (trasportatori in curva).....	44
Deviazione dei prodotti trasportati.....	38
Diametro del tamburo.....	15
Diametro minimo dei tamburi motori.....	19
Diametro minimo del tamburo tenendo conto della sua flessione.....	16
Diametro minimo del tamburo.....	16
Dispositivo tenditore.....	14
Fissaggio dei tamburi e dei rulli.....	8
Gruppo di traino.....	11
Informazioni di carattere generale relative al centraggio del nastro.....	24
Installazione del nastro.....	54
Larghezza del tamburo.....	19
Manipolazione.....	59
Manutenzione.....	56
Messa in servizio del nastro.....	53
Nastri stretti in batteria.....	48
Penne fisse di trasferimento.....	42
Penne rotanti.....	43
Piano di scorrimento.....	9
Profili di guida (guide di centraggio)	36
Pulizia.....	56
Rulli basculanti sul lato di trasporto.....	34
Rulli con scanalature a spirale.....	33
Rulli di controllo.....	27
Rulli di guida laterali.....	35
Rulli di supporto regolabili.....	28
Rulli di supporto con rivestimento ad alto attrito.....	34
Rulli inclinati sul lato di ritorno.....	29
Rulliere a nastro/cinghia.....	51
Rullo di controflessione.....	22
Rullo di rinvio.....	22
Rullo di tensionamento.....	23
Scanalature trapezoidali sul piano di scorrimento.....	34
Schema dei componenti del trasportatore.....	6
Sistemi di pulizia del nastro.....	39
Sostegno del nastro con piano di scorrimento.....	9
Sostegno del nastro con rulli di supporto.....	10

Sostegno del nastro sul lato di ritorno.....	11
Stoccaggio.....	58
Tamburo bombato.....	26
Tamburo cilindrico-conico.....	25
Tamburo motore.....	20
Tenditore a gravità.....	14
Tenditore fisso.....	14
Traino centrale.....	12
Traino in coda.....	12
Traino in tandem.....	13
Traino in testa.....	12
Trasmissione del moto (azionamenti per attrito).....	11
Trasportatore inclinato.....	40
Trasportatori a "Z".....	41
Trasportatori a nastro per trasferimenti ad angolo.....	47
Trasportatori in conca.....	50
Trasporto in continuo (rulliere a nastro)	52
Varianti possibili dello schema del trasportatore.....	6