

**Esame di Stato – II Sessione 2009**  
**Laurea Specialistica- Sezione A**  
**Settore Industriale – Classe 36S – Ingegneria Meccanica**  
***Prova pratica***

Si consideri il sistema meccanico rappresentato nello schema che segue. Esso descrive il sistema di movimentazione di colli pesanti e, in particolare, la linea di trasmissione di potenza dal motore all'utenza.

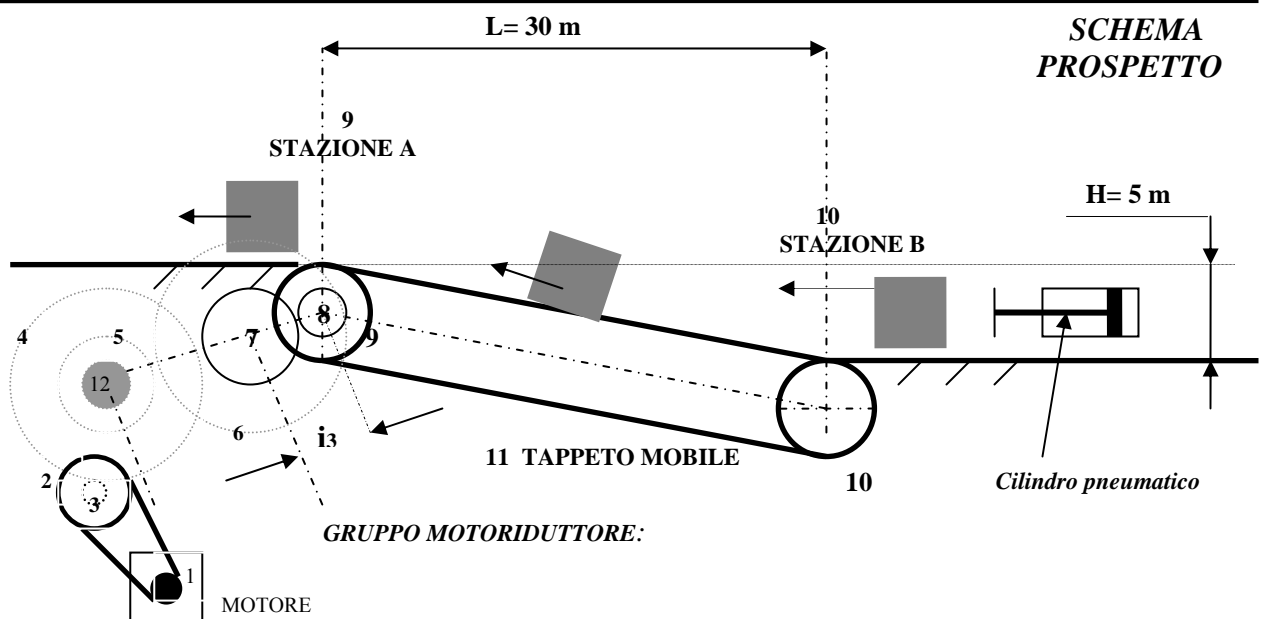
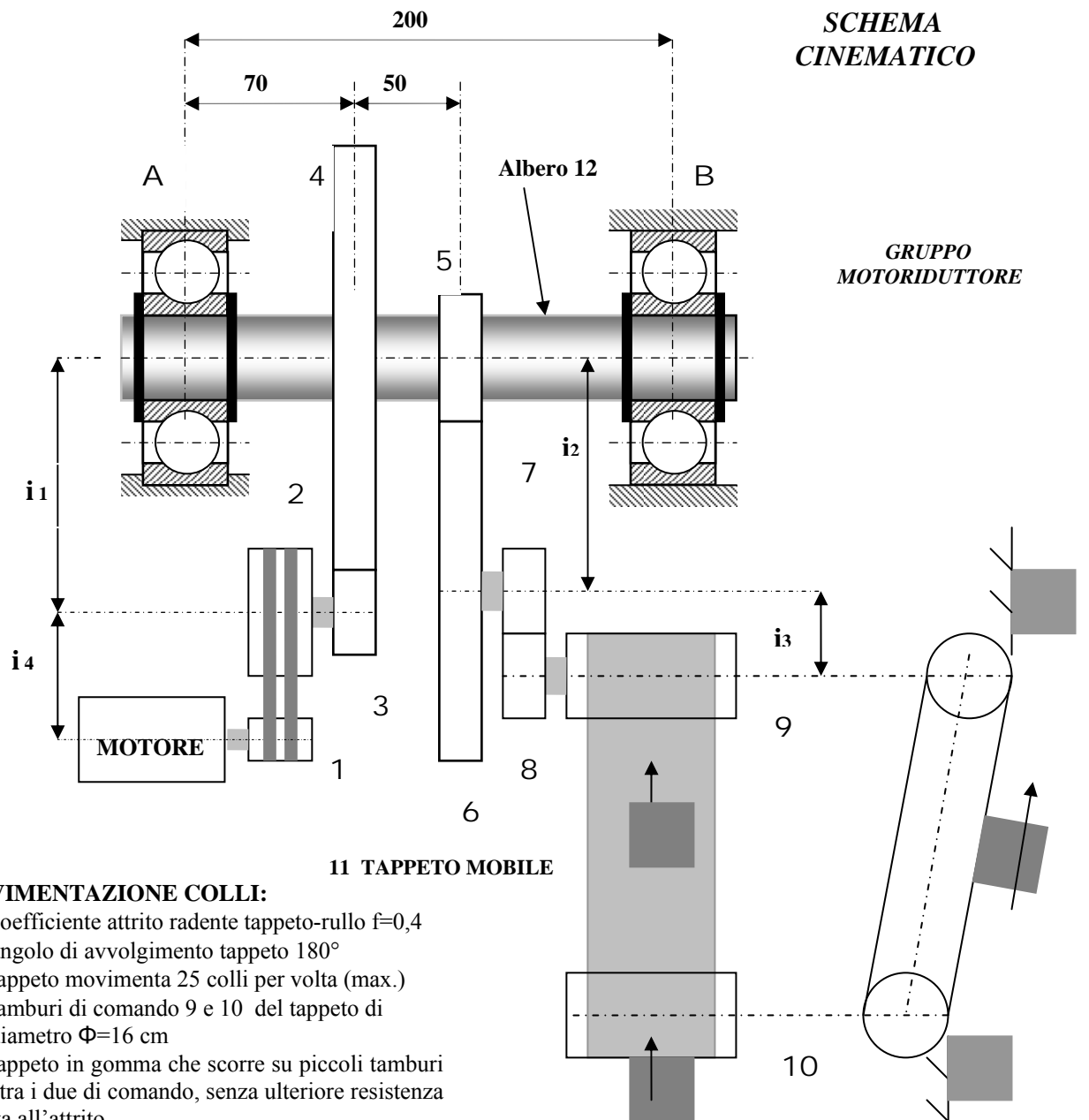
Il candidato sviluppi i seguenti:

- 1) Calcolo della potenza del motore elettrico.
- 2) Dimensionamento delle trasmissioni cinematiche realizzate tramite cinghia trapezoidale **1-2** (interasse  **$i_4$**  minore di 300mm) e dagli ingranaggi **3-4 ; 5-6 ; 7-8** (a dentatura elicoidale con interassi  **$i_1 i_2 i_3$**  minori di 250mm).
- 3) Dimensionamento dell'albero **12** (del gruppo motoriduttore) evidenziato in figura e scelta dei cuscinetti di supporto **A** e **B** (distanza tra gli appoggi **A** e **B** sia 200mm, la ruota **4** a 70mm da **A** e ruota **5** a 50mm dalla ruota **4**). Durata prevista: 100000 ore.
- 4) Disegno costruttivo dell'albero che consideri il montaggio delle ruote dentate **4 e 5** e dei cuscinetti **A** e **B**. Montare cuscinetti a sfera a gole oblique, ancorché nello schema siano stati rappresentati in forma semplificata (vedi allegato).
- 5) Dimensionamento del cilindro pneumatico per la movimentazione dei colli, per una pressione limitata a 8 bar.

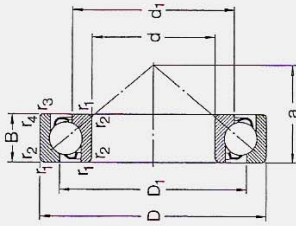
Caratteristiche

- Motore con velocità di rotazione a regime  $n=1500$  giri/min scorrimento del 4%
- Velocità del carico sul tappeto mobile inclinato  $v=0,2$  m/s
- Tamburi di comando 9 e 10 del tappeto di diametro  $\Phi=16$  cm
- Peso del carico 40 kg e contemporaneità massima di trasporto su tappeto di n°25 colli

Si giustificino tutte le scelte e le assunzioni necessarie allo svolgimento oltre ai dati del testo.

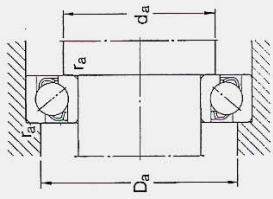


**Cuscinetti obliqui  
ad una corona di sfere  
d 10-70 mm**



Dimensioni d'ingombro		Coeff. di carico d'ingombro	C	Co	Velocità massima lubrificazione con grasso olio	Massa	Appellativo
d	D						
10	30	4 940	2 120	19 000	28 000	0,031	7200 B
12	32	7 020	3 050	17 000	24 000	0,045	7201 B
15	35	8 060	3 650	16 000	22 000	0,048	7302 B
17	40	9 950	4 750	14 000	19 000	0,070	7203 B
20	47	14 800	7 200	12 000	17 000	0,12	7303 B
25	52	14 300	6 550	11 000	16 000	0,11	7204 B
25	52	17 400	8 500	10 000	15 000	0,15	7304 B
25	52	14 800	7 650	9 500	14 000	0,13	7205 B
25	52	24 200	12 700	8 500	12 000	0,25	7305 B
30	62	20 300	11 000	8 500	12 000	0,21	7206 B
30	62	31 200	17 000	7 500	10 000	0,37	7306 B
35	72	27 000	15 000	7 500	10 000	0,30	7207 B
35	72	36 400	20 400	7 000	9 500	0,51	7307 B
40	80	31 900	18 600	6 700	9 000	0,39	7208 B
40	80	44 900	25 500	6 300	8 500	0,67	7308 B
45	85	35 800	21 200	6 300	8 500	0,44	7209 B
45	85	58 500	34 500	5 600	7 500	0,90	7309 B
50	90	37 700	22 800	5 600	7 500	0,49	7210 B
50	90	67 600	45 000	5 000	6 700	1,15	7310 B
55	100	46 200	28 500	5 300	7 000	0,65	7211 B
55	100	79 300	46 000	4 500	6 000	1,45	7311 B
60	110	55 900	35 500	4 800	6 300	0,84	7212 B
60	110	90 400	56 000	4 300	5 600	1,85	7312 B
65	120	63 700	41 500	4 300	5 600	1,05	7213 B
65	120	101 000	64 000	4 000	5 300	2,25	7313 B
70	125	68 900	45 500	4 300	5 600	1,15	7214 B
70	125	114 000	72 000	3 800	4 800	2,75	7314 B

Questa tabella ha solo carattere di esempio. La gamma completa comprende cuscinetti con diametro del loro da 10 a 190 mm



**Dimensioni delle parti  
che accolgono il cuscinetto**

d	d <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	r <sub>1,2</sub> min	r <sub>3,4</sub> min	a	d <sub>a</sub> min	D <sub>a</sub> max	f <sub>a</sub> max
10	18,3	22	0,6	0,3	13	15	25	0,6
12	19,9	25	0,6	0,3	14	17	27	0,6
15	23,2	28,2	0,6	0,3	16	20	30	0,6
15	25,9	32,6	1	0,6	19	21	36	1
17	26,1	31,8	0,6	0,6	18	22	35	0,6
17	29	36,2	1	0,6	21	23	41	1
20	30,7	37,4	1	0,6	21	26	41	1
20	32,7	40,7	1,1	0,6	23	27	45	1
25	36,3	42,9	1	0,6	24	31	46	1
25	39,7	48,9	1,1	0,6	27	32	55	1
30	42,7	50,6	1	0,6	27	36	56	1
30	47,7	58	1,1	0,6	31	37	65	1
35	49,7	58,8	1,1	0,6	31	42	65	1
35	52,8	64,1	1,5	1	35	44	71	1,5
40	55,9	65,7	1,1	0,6	34	47	73	1
40	59,8	72,3	1,5	1	39	49	81	1,5
45	60,6	71,1	1,1	0,6	37	52	78	1
45	66,5	80,9	1,5	1	43	54	91	1,5
50	65,6	76,1	1,1	0,6	39	57	83	1
50	73,4	89,3	2	1	47	60	100	2
55	72,6	84,3	1,5	1	43	64	91	1,5
55	80,4	97,5	2	1	51	65	110	2
60	79,5	92,7	1,5	1	47	69	101	1,5
60	87,4	106	2,1	1,1	56	72	118	2
65	86,8	101	1,5	1	50	74	111	1,5
65	94,3	114	2,1	1,1	60	77	128	2
70	91,5	106	1,5	1	53	79	116	1,5
70	101	123	2,1	1,1	64	82	138	2

**Tabella I.101** Fattore di servizio  $F_s$

Macchina operatrice	Motori elettrici o a combustione interna			Motori elettrici con alta coppia di spunto		
	3 ÷ 5 ore al giorno	8 ÷ 10 ore al giorno	16 ÷ 24 ore al giorno	3 ÷ 5 ore al giorno	8 ÷ 10 ore al giorno	16 ÷ 24 ore al giorno
Pompe, ventilatori e compressori centrifughi, trasportatori a nastro	1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Gruppi generatori, macchine per stampa, macchine utensili	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
Pompe, compressori a pistoni, macchine per cantiere, tessili, industria petrolifera, frantoi	1,2	1,3	1,4	1,3	1,4	1,5
Molini a pale e a cilindri, molazze	1,3	1,4	1,5	1,4	1,5	1,6

**Tabella I.102** Fattore correttivo  $F_t$

Condizioni normali: $F_t = 1$	Trasmissione incrociata o semincrociata: $F_t = 1,3 \div 1,4$	Con tendicinghia - sul ramo scarico: $F_t = 1,1$ - sul ramo carico: $F_t = 1,2$	Presenza di olio: $F_t = 1,3$ Olio e tendicinghia: $F_t = 1,4$
----------------------------------	--	---	---

Potenza nominale trasmissibile da una cinghia [kW] : **Tabella** Cinghie tipo Z

Velocità periferica $V$ [m/sec]	Sezione Z		Diametro di riferimento equivalente $d_e$ mm								
	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
2	0,18	0,23	0,26	0,29	0,31	0,32	0,34	0,35	0,35	0,37	
4	0,29	0,39	0,46	0,51	0,55	0,59	0,61	0,63	0,65	0,67	
6	0,38	0,53	0,64	0,71	0,78	0,82	0,87	0,90	0,93	0,95	0,97
8	0,46	0,65	0,79	0,90	0,98	1,04	1,10	1,15	1,18	1,21	1,24
10	0,51	0,76	0,93	1,07	1,17	1,25	1,32	1,38	1,42	1,46	1,49
12	0,55	0,85	1,06	1,21	1,34	1,43	1,52	1,58	1,64	1,68	1,73
14	0,57	0,91	1,16	1,35	1,49	1,60	1,70	1,77	1,84	1,90	1,94
16	0,57	0,96	1,24	1,46	1,62	1,75	1,85	1,94	2,02	2,08	2,14
18	0,54	0,99	1,30	1,54	1,72	1,87	1,99	2,09	2,18	2,25	2,31
20	0,50	1,00	1,34	1,60	1,81	1,97	2,10	2,21	2,31	2,39	2,46
22	0,43	0,97	1,35	1,64	1,87	2,04	2,19	2,32	2,42	2,51	2,59
24	0,33	0,92	1,34	1,65	1,90	2,10	2,25	2,39	2,50	2,60	2,68
26	0,20	0,84	1,29	1,63	1,90	2,11	2,28	2,43	2,55	2,66	2,75
28		0,72	1,21	1,58	1,87	2,10	2,28	2,44	2,57	2,69	2,78
30		0,57	1,10	1,49	1,80	2,04	2,25	2,41	2,55	2,68	2,78

Potenza nominale trasmissibile da una cinghia [kW] : **Tabella** Cinghie tipo A

	Sezione A														
	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	200	220
2	0,19	0,28	0,35	0,40	0,45	0,49	0,51	0,54	0,56	0,58	0,60	0,61	0,63		
4	0,27	0,46	0,60	0,71	0,79	0,87	0,93	0,98	1,01	1,06	1,09	1,12	1,14		
6	0,31	0,60	0,80	0,96	1,10	1,21	1,29	1,37	1,43	1,49	1,54	1,58	1,62		
8	0,32	0,69	0,98	1,19	1,37	1,51	1,63	1,73	1,82	1,83	1,96	2,02	2,07		
10	0,30	0,76	1,12	1,39	1,61	1,79	1,93	2,06	2,17	2,27	2,35	2,41	2,48		
12	0,25	0,81	1,23	1,56	1,82	2,03	2,21	2,36	2,49	2,60	2,70	2,79	2,86		
14	0,16	0,82	1,31	1,69	1,99	2,24	2,46	2,63	2,78	2,91	3,02	3,13	3,21		
16		0,79	1,35	1,79	2,14	2,43	2,66	2,86	3,04	3,18	3,32	3,43	3,54	3,71	
18		0,74	1,37	1,85	2,25	2,57	2,84	3,06	3,26	3,43	3,57	3,70	3,82	4,02	
20		0,63	1,33	1,88	2,32	2,67	2,97	3,22	3,43	3,63	3,79	3,93	4,06	4,28	
22		0,49	1,27	1,86	2,34	2,74	3,06	3,34	3,57	3,78	3,96	4,12	4,26	4,50	
24		0,30	1,15	1,80	2,32	2,75	3,10	3,41	3,67	3,89	4,09	4,26	4,41	4,68	
26			0,98	1,68	2,25	2,72	3,10	3,43	3,72	3,96	4,17	4,35	4,52	4,80	5,04
28			0,76	1,52	2,13	2,63	3,05	3,40	3,71	3,97	4,19	4,40	4,57	4,88	5,13
30			0,49	1,30	1,96	2,49	2,94	3,32	3,64	3,92	4,16	4,38	4,57	4,90	5,17

Potenza nominale trasmissibile da una cinghia [kW] : **Tabella** Cinghie tipo B

	Sezione B													
	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
2	0,63	0,70	0,76	0,81	0,85	0,89	0,92	0,95	0,98	1,00	1,02			
4	1,09	1,21	1,33	1,43	1,52	1,59	1,65	1,71	1,77	1,82	1,88	1,90		
6	1,46	1,65	1,83	1,97	2,10	2,21	2,32	2,41	2,49	2,56	2,63	2,69		
8	1,78	2,04	2,27	2,46	2,63	2,79	2,92	3,04	3,15	3,25	3,34	3,42	3,49	
10	2,04	2,38	2,66	2,91	3,12	3,30	3,47	3,63	3,76	3,88	3,99	4,10	4,18	
12	2,27	2,66	2,99	3,29	3,55	3,77	3,97	4,16	4,32	4,46	4,60	4,71	4,83	
14	2,42	2,88	3,27	3,62	3,92	4,18	4,42	4,63	4,82	4,99	5,14	5,29	5,41	
16	2,52	3,04	3,50	3,89	4,23	4,54	4,80	5,05	5,26	5,46	5,63	5,80	5,94	6,08
18	2,56	3,15	3,66	4,10	4,49	4,82	5,13	5,40	5,64	5,86	6,06	6,24	6,41	6,56
20	2,53	3,18	3,75	4,24	4,67	5,05	5,38	5,68	5,95	6,19	6,42	6,62	6,80	6,98
22	2,43	3,15	3,77	4,31	4,78	5,19	5,56	5,89	6,19	6,46	6,70	6,93	7,13	7,32
24	2,24	3,04	3,71	4,30	4,81	5,27	5,66	6,02	6,35	6,64	6,91	7,16	7,38	7,58
26	1,98	2,83	3,57	4,21	4,76	5,25	5,69	6,08	6,43	6,74	7,04	7,30	7,54	7,77
28	1,63	2,54	3,34	4,02	4,62	5,15	5,62	6,04	6,42	6,76	7,07	7,36	7,61	7,86
30	1,18	2,16	3,01	3,74	4,38	4,95	5,46	5,91	6,31	6,68	7,01	7,32	7,60	7,85

Potenza nominale trasmissibile da una cinghia [kW] : **Tabella** Cinghie tipo C

	Sezione C												
	180	190	200	210	220	230	240	260	280	300	320	340	360
2	1,18	1,26	1,35	1,41	1,47	1,53	1,58	1,68	1,75				
4	2,02	2,19	2,34	2,48	2,60	2,71	2,82	3,00	3,16				
6	2,72	2,97	3,20	3,41	3,59	3,76	3,92	4,19	4,43				
8	3,32	3,66	3,96	4,23	4,48	4,71	4,91	5,28	5,60	5,87			
10	3,82	4,24	4,62	4,96	5,27	5,55	5,81	6,27	6,66	7,01			
12	4,23	4,73	5,19	5,60	5,96	6,30	6,62	7,17	7,64	8,05			
14	4,54	5,12	5,65	6,13	6,56	6,96	7,32	7,97	8,52	9,00			
16	4,74	5,41	6,01	6,55	7,05	7,50	7,92	8,66	9,28	9,83	10,31		
18	4,82	5,58	6,26	6,87	7,43	7,94	8,41	9,23	9,94	10,55	11,09		
20	4,79	5,63	6,39	7,06	7,69	8,25	8,77	9,69	10,47	11,16	11,75		
22	4,63	5,55	6,38	7,13	7,81	8,43	9,00	10,01	10,88	11,63	12,28	12,86	
24	4,32	5,53	6,23	7,05	7,79	8,47	9,09	10,19	11,14	11,96	12,67	13,31	
26	3,86	4,95	5,94	6,82	7,63	8,36	9,04	10,23	11,25	12,14	12,92	13,60	
28	3,24	4,42	5,47	6,43	7,30	8,09	8,82	10,11	11,21	12,17	13,00	13,37	14,35
30	2,46	3,72	4,85	5,87	6,80	7,65	8,43	9,81	10,99	12,01	12,91	13,70	14,40

Potenza nominale trasmissibile da una cinghia [kW]: **Tabella** Cinghie tipo D

Velocità periferica V [m/sec]	Sezione D											
	Diametro di riferimento equivalente $d_e$ mm											
	290	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500
2	2,43	2,54	2,75	2,94	3,10	3,25						
4	4,11	4,35	4,77	5,14	5,47	5,77						
6	5,51	5,86	6,49	7,05	7,55	7,99	8,40					
8	6,69	7,16	8,00	8,75	9,41	10,00	10,54					
10	7,67	8,25	9,31	10,25	11,08	11,81	12,48	13,08				
12	8,45	9,15	10,42	11,54	12,53	13,42	14,22	14,95				
14	9,02	9,84	11,33	12,63	13,79	14,83	15,76	16,61				
16	9,38	10,32	12,01	13,50	14,83	16,02	17,09	18,05	18,93			
18	9,51	10,56	12,46	14,14	15,63	16,97	18,17	19,26	20,25			
20	9,38	10,55	12,66	14,53	16,19	17,67	19,01	20,21	21,31	22,32		
22	8,99	10,27	12,59	14,64	16,47	18,10	19,57	20,90	22,11	23,21		
24	8,30	9,70	12,24	14,47	16,47	18,25	19,85	21,30	22,62	23,82	24,93	
26	7,31	8,83	11,58	14,00	16,16	18,09	19,82	21,40	22,82	24,12	25,32	
28	5,99	7,63	10,59	13,20	15,52	17,60	19,47	21,16	22,70	24,10	25,39	26,57
30	4,33	6,08	9,25	12,05	14,54	16,76	18,77	20,58	22,32	23,73	25,11	26,38

Tabella I.117 Dimensioni delle cinghie trapezoidali [mm] - UNI 5265

Sezione	Y	Z	A	B	C	D	E	SPZ	SPA	SPB	SPC
Larghezza di riferimento $W_d$	5,3	8,5	11	14	19	27	32	8,5	11	14	19
Larghezza nominale $W$	6	10	13	17	22	32	38	9,7	12,7	16,3	22
Altezza nominale $T$	4	6	8	11	14	19	25	8	10	13	18

Tabella I.118 Dimensioni di altri tipi di cinghie trapezoidali [mm]

Sezione	1L	2L	3L	4L	3V	5V	8V
Larghezza nominale $W$	5	6	9,5	12,5	9,5	16	25,5
Altezza nominale $T$	3	4	5,5	7	8	13,5	23

**Tabella I.121** Diametri di riferimento unificati

Cinghia	Diametri di riferimento
Y	50, 56, 61, <b>63</b> , 67, 71, 75, <b>80</b> , 85, 90, <b>100</b> , 112, 120, <b>125</b> , 140, 150, <b>160</b> , 170, 180, 190, <b>200</b>
A	71, 75, 80, 85, <b>90</b> , 95, <b>100</b> , <b>112</b> , 120, <b>125</b> , <b>140</b> , 150, <b>160</b> , 170, <b>180</b> , 190, <b>200</b> , 215, 224, 230, <b>250</b> , 270, 280, 300, <b>315</b> , 320, 335, 355, 375, <b>400</b> , 450, 485, <b>500</b> , 540, 560, <b>630</b> , 710
B	112, 125, <b>140</b> , 150, <b>160</b> , 170, <b>180</b> , 190, <b>200</b> , 215, 224, 230, <b>250</b> , 270, 280, 300, <b>315</b> , 320, 335, 355, 375, <b>400</b> , 450, 485, <b>500</b> , 540, 560, <b>630</b> , 670, 710, 750, <b>800</b> , 900, <b>1000</b>
C	170, 180, 190, <b>200</b> , 215, 224, 230, <b>250</b> , 270, <b>280</b> , 300, <b>315</b> , 320, 335, 355, 375, <b>400</b> , 450, 485, <b>500</b> , 540, 560, <b>630</b> , 670, 710, 750, <b>800</b> , 900, <b>1000</b> , 1120, <b>1250</b> , 1400, 1500, <b>1600</b>
D	<b>315</b> , 335, <b>355</b> , 375, <b>400</b> , <b>450</b> , 485, <b>500</b> , 540, 560, <b>630</b> , 670, 710, 750, <b>800</b> , 900, <b>1000</b> , 1120, <b>1250</b> , 1400, 1500, <b>1600</b> , 1800, <b>2000</b>
E	<b>500</b> , 540, <b>560</b> , <b>630</b> , 670, 710, 750, <b>800</b> , 900, <b>1000</b> , 1120, <b>1250</b> , 1400, 1500, <b>1600</b> , 1800, <b>2000</b> , <b>2500</b>

in [mm]

**Tabella I.119** Dimensioni delle cave per pulegge - UNI 5266

Dimensioni in mm

Profilo della gola		$W_d$	$b_{min}$	$h_{min}$	$e$	Tolleranza su $e$	$f_{min}$
Normale	Stretto						
Y	-	5,3	1,6	4,7	8	$\pm 0,3$	6
Z	SPZ	8,5	2	7 9	12	$\pm 0,3$	7
A	SPA	11	2,75	8,7 11	15	$\pm 0,3$	9
B	SPB	14	3,5	10,8 14	19	$\pm 0,4$	11,5
C	SPC	19	4,8	14,3 19	25,5	$\pm 0,5$	16
D		27	8,1	19,9	37	$\pm 0,6$	23
E		32	9,6	23,4	44,5	$\pm 0,7$	28
	3V	-	0,6	8,3	10,3	$\pm 0,4$	9
	5V	-	1,3	14	17,5	$\pm 0,4$	13
	8V	-	2,5	23	28,6	$\pm 0,4$	19

**Tabella I.120** Angoli della gola in relazione ai diametri di riferimento - UNI 5266

Profilo della gola	Diametri di riferimento $d_d$ per			
	$\alpha = 38^\circ$	$\alpha = 36^\circ$	$\alpha = 34^\circ$	$\alpha = 32^\circ$
Y	-	> 60	-	$\leq 60$
Z - SPZ	> 80	-	$\leq 80$	-
A - SPA	> 118	-	$\leq 118$	-
B - SPB	> 190	-	$\leq 190$	-
C - SPC	> 315	-	$\leq 315$	-
D	> 475	$\leq 475$	-	-
E	> 600	$\leq 600$	-	-

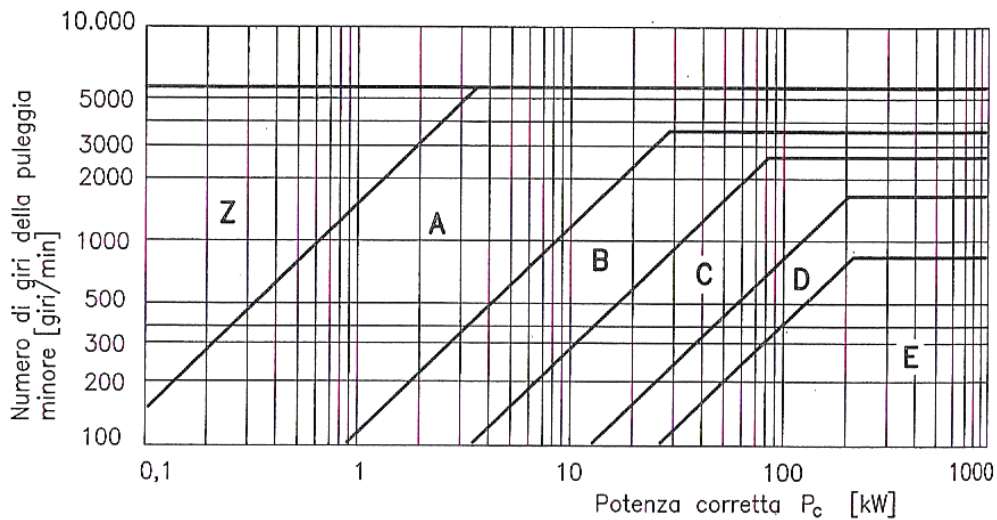


Figura I.129 Grafico per la scelta della sezione della cinghia trapezoidale.

Tabella I.122 Coefficiente  $F_b$  per il calcolo del diametro equivalente

$i$	$F_b$	$i$	$F_b$	$i$	$F_b$	$i$	$F_b$
1,000 ÷ 1,019	1,00	1,082 ÷ 1,109	1,04	1,223 ÷ 1,274	1,08	1,263 ÷ 1,814	1,12
1,020 ÷ 1,032	1,01	1,110 ÷ 1,142	1,05	1,275 ÷ 1,340	1,09	1,815 ÷ 2,948	1,13
1,033 ÷ 1,055	1,02	1,143 ÷ 1,178	1,06	1,341 ÷ 1,429	1,10	2,949 ÷ oltre	1,14
1,056 ÷ 1,081	1,03	1,179 ÷ 1,222	1,07	1,430 ÷ 1,562	1,11	-	-

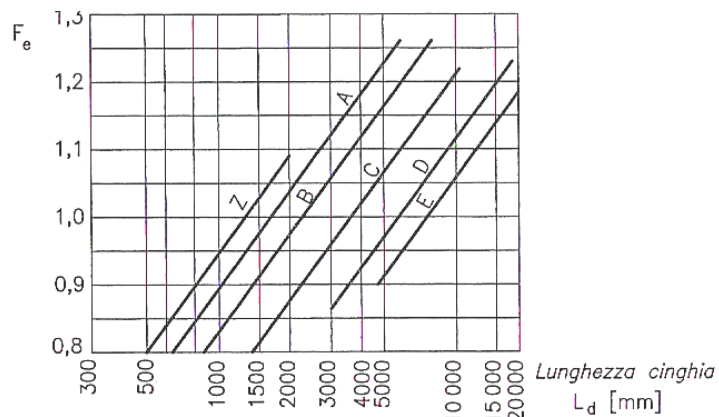


Figura I.130 Coefficiente di correzione  $F_e$ .

Tabella I.123 Principali lunghezze primitive delle cinghie trapezoidali

Cinghia	Lunghezze primitive
Y	200, 224, 250, 280, 315, 356, 400, 450, 500
Z	345, 405, 475, 530, 625, 700, 740, 780, 810, 920, 1000, 1080, 1195, 1245, 1330, 1420, 1540,
A	630, 700, 790, 890, 990, 1100, 1250, 1430, 1550, 1640, 1750, 1940, 2050, 2200, 2320, 2420, 2525, 2625, 2700, 2830, 2980, 3185, 3335, 3490, 3690, 3795, 4150, 4430, 4605, 5015, 5510
B	630, 730, 870, 935, 1010, 1110, 1230, 1390, 1455, 1570, 1685, 1795, 1950, 2100, 2230, 2330, 2510, 2710, 2900, 3195, 3450, 3805, 4160, 4540, 5000, 5675, 6310, 7120, 8770, 9305, 11 995
C	920, 1155, 1360, 1550, 1790, 1970, 2095, 2220, 2500, 2805, 3010, 3365, 3520, 3720, 4075, 4280, 4460, 5015, 5345, 5740, 6070, 6325, 6500, 7035, 7570, 8000, 8405, 9170, 10 030, 10 795
D	2565, 2720, 2870, 3125, 3330, 3735, 4090, 4395, 4650, 5080, 5335, 5685, 5735, 6090, 6320, 6500, 6880, 7260, 7660, 8000, 8300, 8745, 9925, 10 030, 11 225, 12 215, 13 735, 15 260
E	4680, 5040, 5440, 6120, 6505, 6885, 7645, 8055, 8790, 10 035, 11 230, 12 220, 13 740, 15 265