

# GUIDA ALLA SCELTA DEL MOTOVIBRATORE

## Sistemi e metodi di vibrazione

I sistemi, che utilizzano la tecnica della vibrazione, si possono suddividere in:

- sistemi ad oscillazione libera, di cui ci si occupa in questa guida e
- sistemi ad oscillazione vincolata a risonanza, che richiedono uno studio specifico ed approfondito, per il quale si rimanda al Servizio Tecnico Commerciale della Italvibras.

Il sistema ad oscillazione libera si suddivide, a sua volta, in due particolari metodi:

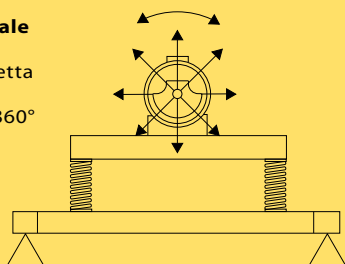
- rotazionale: in tale metodo la forza vibrante è diretta in ogni direzione rotatoriamente per 360°, volutamente in senso orario o antiorario.
- unidirezionale: in tale metodo la forza vibrante è diretta lungo una sola direzione in modo alternativo sinusoidale nel tempo.

Il metodo di vibrazione "rotazionale" si ottiene con l'impiego di un solo motovibratore.

Il metodo di vibrazione "unidirezionale" si ottiene con l'impiego di due motovibratori di caratteristiche elettromeccaniche uguali, ruotanti l'uno in senso contrario all'altro.

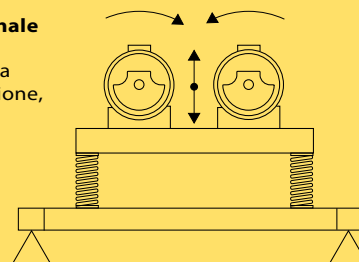
### Metodo rotazionale

Forza vibrante diretta in ogni direzione, rotatoriamente a 360°



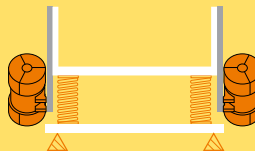
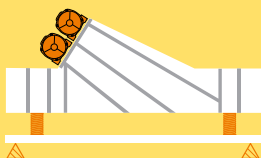
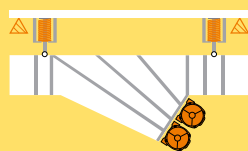
### Metodo unidirezionale

Forza vibrante diretta lungo una sola direzione, in modo alternativo sinusoidale

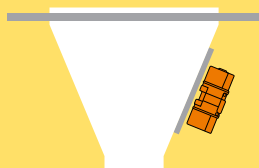


## Esempi di applicazione dei motovibratori in diversi processi di lavorazione

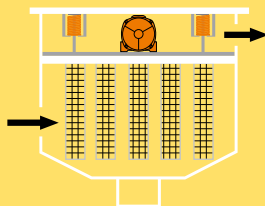
Gli esempi sotto esposti rappresentano alcune tipiche applicazioni:



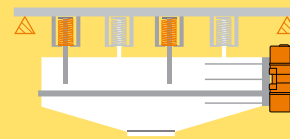
Per trasportatori, separatori, vagli, calibratori, estrattori, orientatori, classificatori, alimentatori e letti fluidi (metodo unidirezionale)



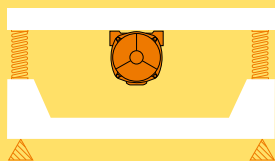
Per silos e tramogge, metodo rotazionale.



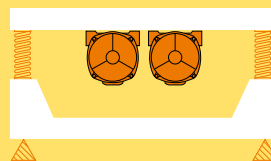
Per filtri, metodo rotazionale.



Per fondi vibranti, metodo rotazionale.



Per tavoli per compattazione e per test (invecchiamento accelerato, stress, ecc.), metodo rotazionale.



Per tavoli per compattazione e per test (invecchiamento accelerato, stress, ecc.), metodo unidirezionale.

## Scelta del metodo di vibrazione e della frequenza di vibrazione

La scelta del metodo di vibrazione e della frequenza di vibrazione per ottenere il massimo rendimento per ogni tipo di processo, dipende dal peso specifico e dalla granulometria (o pezzatura) del materiale impiegato nel processo stesso (si veda Tabella a pag. 100).

I motovibratori, indipendentemente dal metodo di vibrazione prescelto, possono essere montati sull'apparecchiatura, isolata elasticamente, con il proprio asse in posizione orizzontale o verticale o, se necessario, anche in posizione intermedia fra le due citate direttrici.

Nell'applicazione di motovibratori con metodo "unidirezionale", va tenuto in debita considerazione l'angolo d'incidenza "i" (misurato in gradi) della linea di forza rispetto all'orizzontale.

**Importante:** la linea di forza, per qualsiasi angolo d'incidenza, deve sempre passare per il baricentro "G" dell'apparecchiatura (macchina) isolata elasticamente (vedi figura sottostante).

La determinazione dell'angolo d'incidenza della linea di forza è subordinata al tipo di processo di lavorazione e deve essere compreso nella gamma prevista.

"i"

**Processi / Utilizzi**

da 6° a 12°

per speciali separatori (ad es. per industria molitoria);

da 25° a 30°

per trasporto, estrazione, alimentazione, orientamento e classificazione;

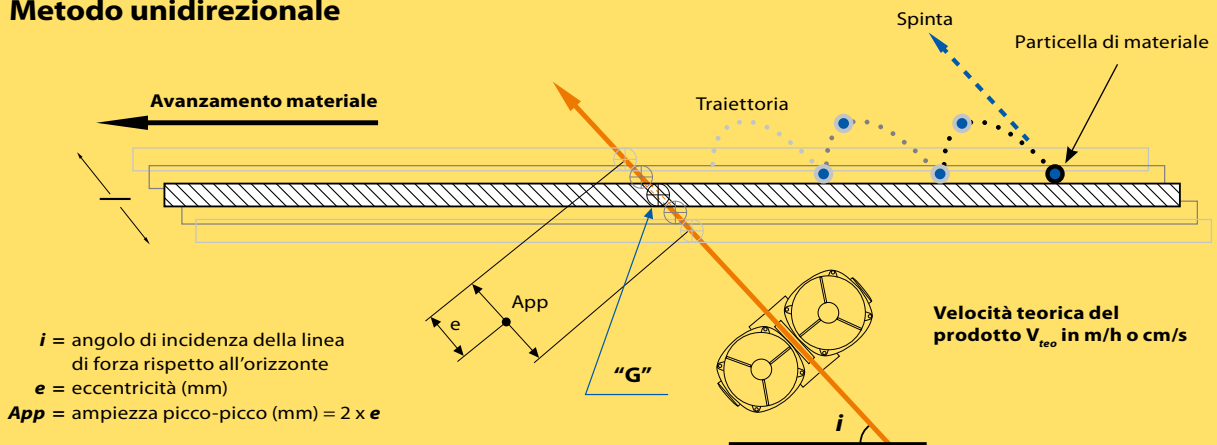
da 31° a 45°

per vagliatura, calibratura e separazione;

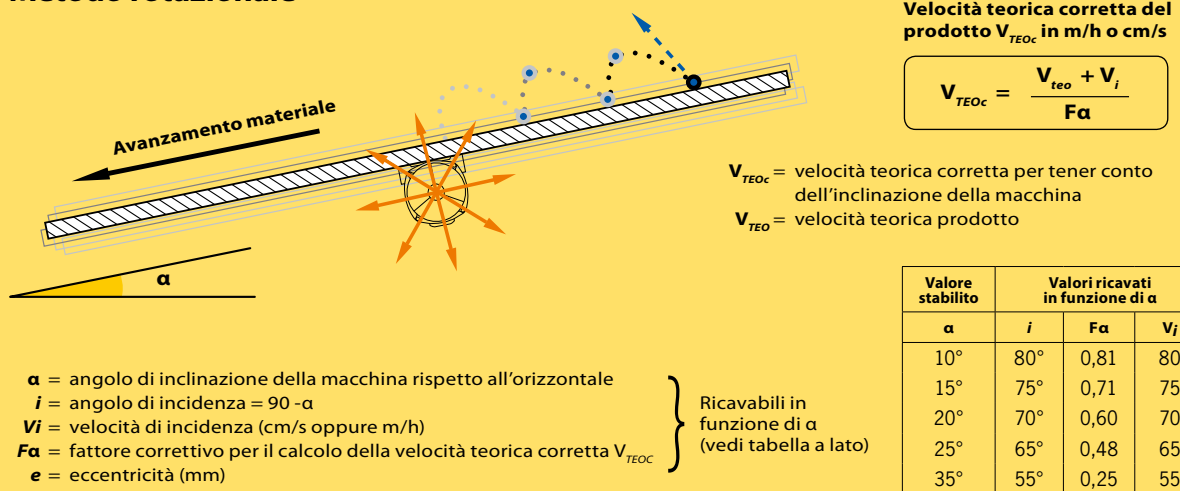
da 45° a 80°

per letti fluidi.

### Metodo unidirezionale



### Metodo rotazionale



## Determinazione del tipo di motovibratore da utilizzare per processi tipici

In base al processo ed alla granulometria del materiale, tramite la Tabella a pag.100 si seleziona il metodo di vibrazione ed il numero di vibrazioni al minuto necessarie.

Quindi ci si sposta sul diagramma (vedi pagine 101 - 110) corrispondente al numero di vibrazioni al minuto ottenuto. Sul diagramma, per un prefissato angolo di incidenza «i» della linea di forza (si veda quanto descritto a pag. 97) si sceglie la curva corrispondente.

Da tale diagramma e per tale curva: per una desiderata velocità teorica di avanzamento del prodotto « $V_{teo}$ » (m/h o cm/s) oppure « $V_{TEOC}$ » (m/h o cm/s) per le macchine ad inclinazione, è possibile ricavare il valore dell'eccentricità «e», oppure l'ampiezza picco-picco «App», misurata in mm, necessaria per ottenere la citata velocità teorica di avanzamento del prodotto « $V_{teo}$ » oppure « $V_{TEOC}$ ».

La « $V_{teo}$ » si determina dalla portata di materiale, tenendo conto di un coefficiente di riduzione (vedere esempio sottostante di canale trasportatore).

Noto il valore dell'eccentricità «e», è possibile determinare il valore del momento statico totale «Mt» (kg.mm) del o dei motovibratori. Tale valore si ricava dalla formula:

$$Mt = e \times Pv$$

dove:  $Pv = Pc + Po$

con

$Pv$  = peso totale del complesso vibrante (kg);

$Pc$  = peso dell'apparecchiatura isolata elasticamente (kg);

$Po$  = peso del o dei motovibratori applicati (kg), peso ipotizzato da confrontare successivamente con quello del motovibratore che si determina.

**Importante:** il momento Mt che si ricava è quello totale dei motovibratori. Pertanto se, ad esempio, l'apparecchiatura vibrante è equipaggiata con due motovibratori, per ottenere il momento statico del motovibratore occorre dividere per due il momento calcolato.

Noto il momento statico del motovibratore, consultando il catalogo si determina il tipo di motovibratore da utilizzare.

## Verifica della validità della scelta del motovibratore

Scelto il tipo di motovibratore, risulta noto dal catalogo il valore della forza centrifuga «Fc» (in Kg) del motovibratore stesso.

In base alla formula  $a = \frac{Fc}{Pv}$  (misurata in n volte g)

si ricava il valore di «a» che corrisponde al valore dell'accelerazione lungo la linea di forza, valore che deve essere contenuto nella gamma indicata nella Tabella (a pag. 100) per il tipo di processo previsto.

**Attenzione:** se il metodo di vibrazione scelto è quello "unidirezionale" il valore di «Fc» da riportare nella formula sopracitata è ovviamente uguale a due volte il valore ricavato dal catalogo, essendo due i motovibratori applicati.

### Canale trasportatore

#### Portata e velocità del prodotto

$$Q = V_p \times L \times S$$

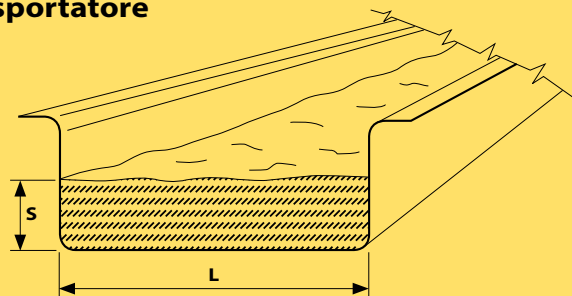
$$V_p = V_{teo} \times K_r$$

$Q$  = portata ( $m^3/h$ )

$V_p$  = velocità del prodotto ( $m/h$ )

$L$  = larghezza del canale (m)

$S$  = strato del materiale (m)



$V_{teo}$  = velocità teorica del prodotto ( $m/h$ ) (se il canale è inclinato si indica  $V_{TEOC}$ )

$K_r$  = fattore di riduzione dipendente dal tipo di prodotto trasportato

Di tale fattore se ne indicano di seguito alcuni valori

Verdura in foglie .....	0,70
Ghiaia .....	0,95
Carbone pezzatura fine .....	0,80
Carbone pezzatura grossa .....	0,85

Truciolini in legno o granuli di PVC .....	0,75÷0,85
Sabbia .....	0,70
Zucchero .....	0,85
Sale .....	0,95

## Isolamento meccanico dell'apparecchiatura vibrante dalla struttura portante: dimensionamento degli elementi elastici

Per quanto riguarda i sistemi ad oscillazione libera, si consiglia l'uso di elementi elastici (come molle elicoidali in acciaio, supporti in gomma o attuatori pneumatici), per consentire la piena libertà di movimento dell'apparecchiatura vibrante in tutte le direzioni.

Per tali sistemi ad oscillazione libera, non utilizzare bielle, molle a balestra, molle piatte, ecc.

L'elemento antivibrante deve essere di portata adeguata, tale da sopportare un peso uguale al peso totale «Pt» (cioè somma dei pesi dell'apparecchiatura isolata elasticamente, del o dei motovibratori «Pv» e del materiale che grava sull'apparecchiatura «Ps») moltiplicato per un coefficiente di sicurezza del valore compreso fra 2 ÷ 2,5. Perciò la portata «Q» dell'elemento elastico sarà:

$$K_{kg} = \frac{P_v + P_s}{N} \times 2,5$$

dove  $P_v$  = peso totale del complesso vibrante (Kg)  
 $P_s$  = peso statico del materiale sull'apparecchiatura (Kg)  
 $N$  = numero di elementi elastici

Diagramma A

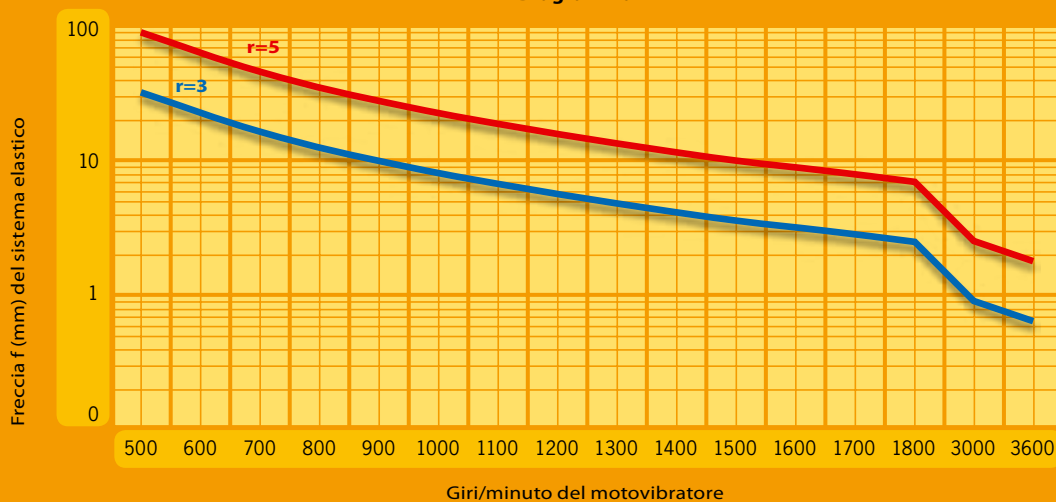
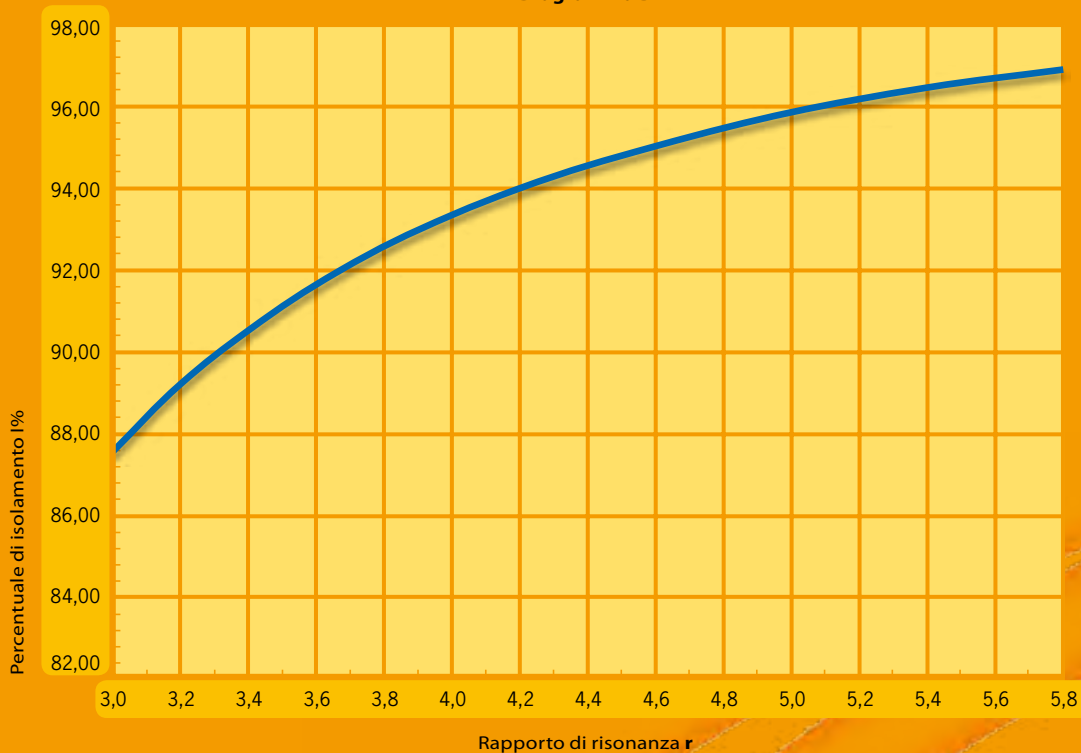


Diagramma B



Occorre ora determinare la freccia «f.» del sistema elastico tramite il diagramma A, in funzione della frequenza di vibrazione (giri/min del motovibratore) e considerando un rapporto di risonanza «r.» (tra la frequenza di vibrazione del complesso vibrante e la frequenza propria del sistema elastico) compreso fra 3 e 5.

La costante elastica dell'elemento antivibrante vale quindi:

$$K_{\text{kg-mm}} = \frac{Pv}{f \times N} \quad \text{dove } f = \text{freccia del sistema elastico (mm)}$$

La portata « $Q_{\text{kg}}$ » e la costante elastica « $K_{\text{kg-mm}}$ » sono le due grandezze necessarie per reperire sul mercato gli elementi elastici.

È assolutamente necessario distribuire il carico del complesso vibrante uniformemente sul sistema elastico.

Il diagramma B indica la percentuale di isolamento elastico (I%) fra la struttura vibrante e la struttura portante, in funzione del rapporto «r».

Il posizionamento degli elementi elastici deve far sì che la flessione sia costante su tutti gli elementi per equilibrare la macchina.

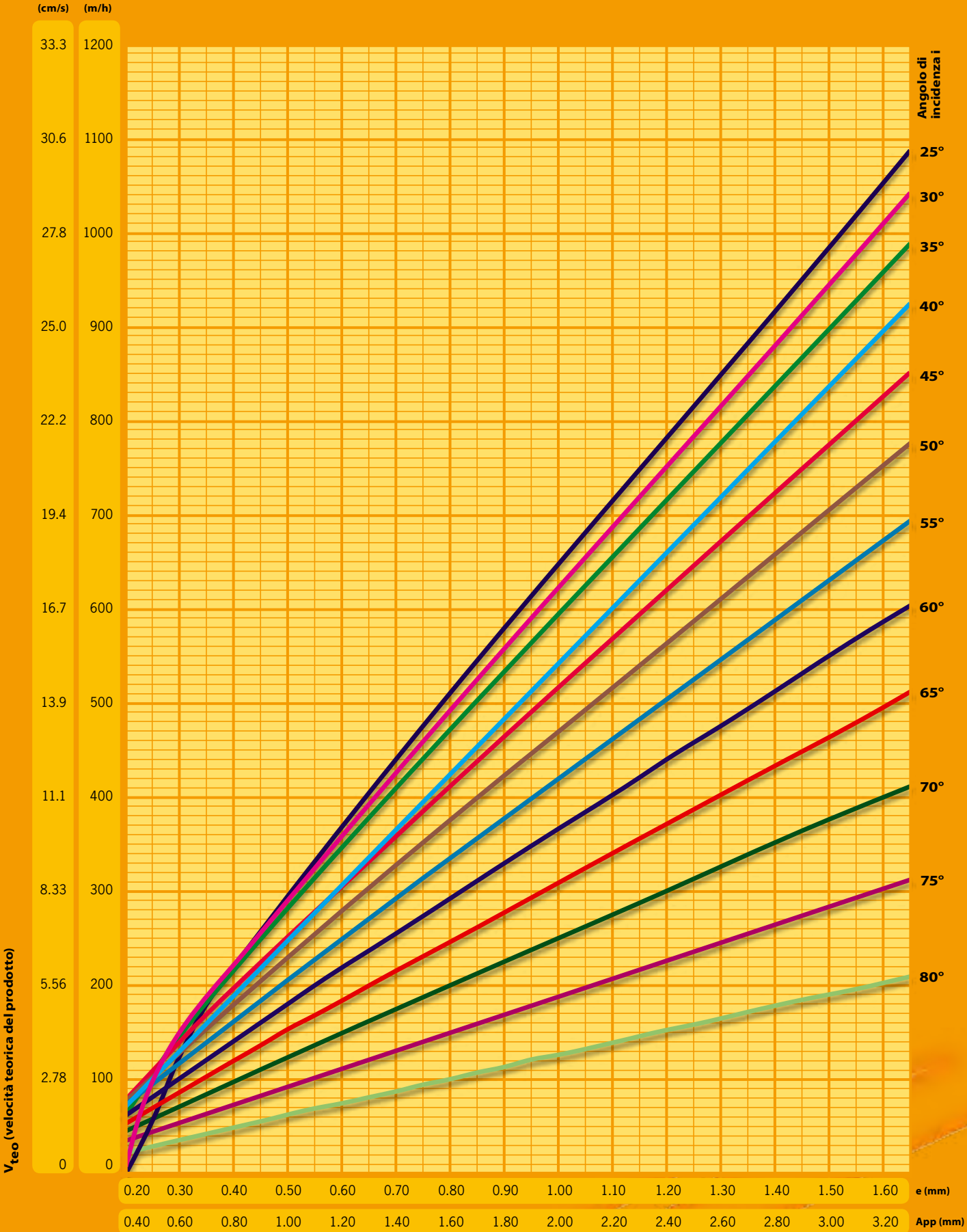
**Importante:** la struttura di supporto alla quale sono bloccati gli elementi elastici del complesso vibrante deve essere vincolata rigidamente al suolo o ad eventuali strutture portanti e comunque, in ogni caso, senza mai interporre ulteriori elementi elastici.

Tipo di processo	Peso specifico	Pezatura	Metodo di vibrazione		Vibrazioni al minuto								Acceleraz. sulla linea di forza a
			Rotaz.	Unidirez.	600 (50Hz)	750 (50Hz)	1000 (50Hz)	1500 (50Hz)	3000 (50Hz)	6000 (50Hz)	9000 (50Hz)		
					720 (60Hz)	900 (60Hz)	1200 (60Hz)	1800 (60Hz)	3600 (60Hz)	-	-	nrg	
Trasporto Separazione Vagliatura Orientamento Classificazione Calibratura Estrazione Alimentazione	A	F		●				●	●				4÷9
		M		●		●	●						4÷6
		G		●		●	●						3.5÷4.5
	B	F		●				●					5÷7
		M		●			●						4÷5.5
		G		●		●	●						3.5÷5.5
	Pulitura filtri	A/B	F	●				●	●				2÷3
Allentamento e svuotamento del materiale in silos, tramogge, ecc.	A/B	F	●						●			Nota (1)	
	A/B	M	●						●				
	A/B	G	●					●	●				
	A/B	G	●					●	●				
Letti fluidi				●		●	●					2÷4	
Separatori (es. per molitoria),				●	●	●						2÷4	
Fondi vibranti	A	F	●							●		0.7÷2	
		M	●					●	●				
		G	●										
	B	F	●					●					
		M	●					●					
		G	●					●					
Compattazione	-	F	●	●				●	●	●		2÷6	
		M	●	●				●	●	●			
		G	●	●				●	●	●			
Compattazione calcestruzzo	-	-	●	●					●	●	●	1÷2	
Banchi per test (invecchiamento accelerato)	-	-	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.5÷24	

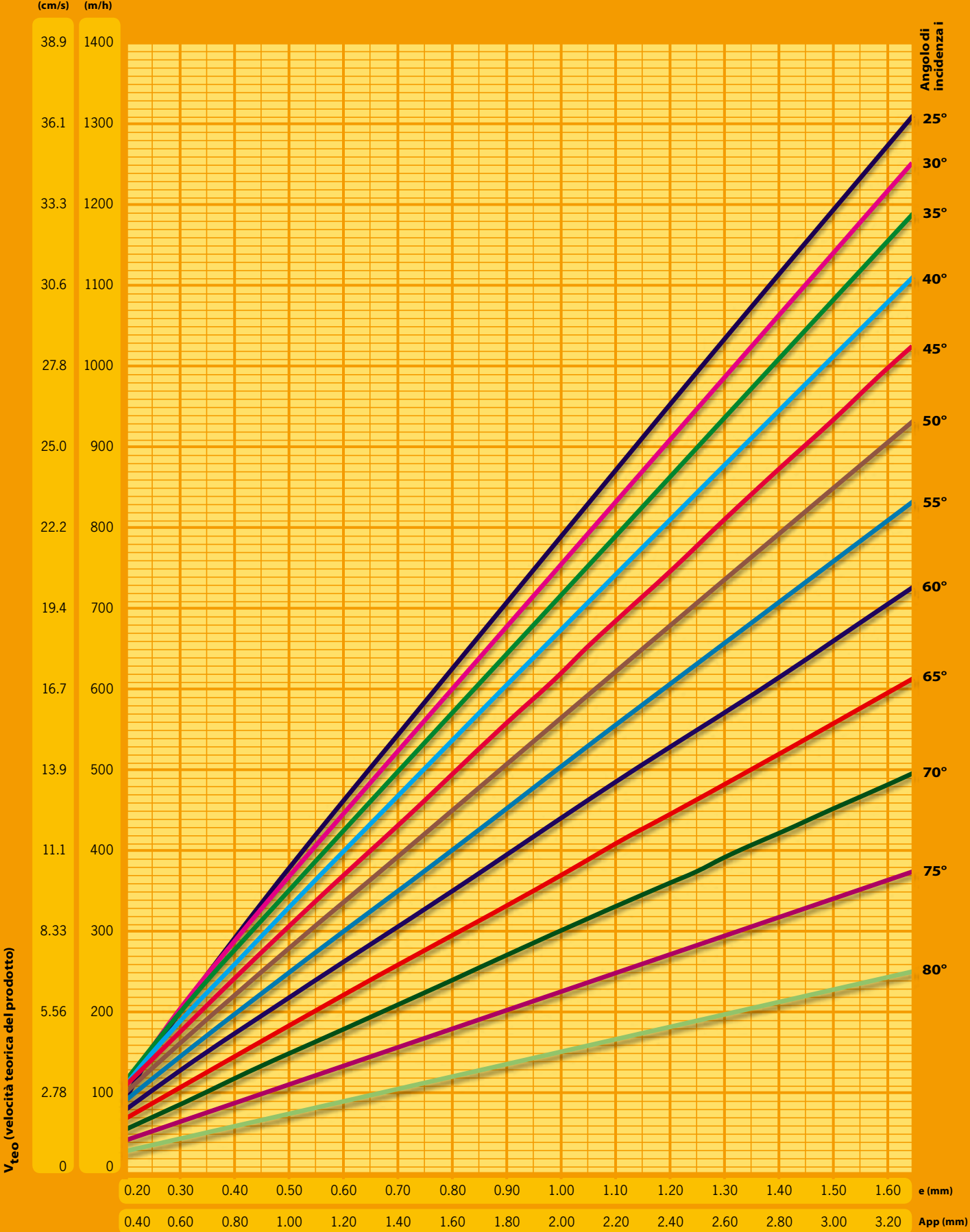
Legenda: Peso specifico    A = elevato    B = ridotto  
 Pezzatura                F = fine                G = grossa                M = media

Nota (1): Forza centrifuga del motovibratore = 0.1 ÷ 0.25 per il peso del materiale contenuto nella parte conica dell'apparecchiatura vibrante.

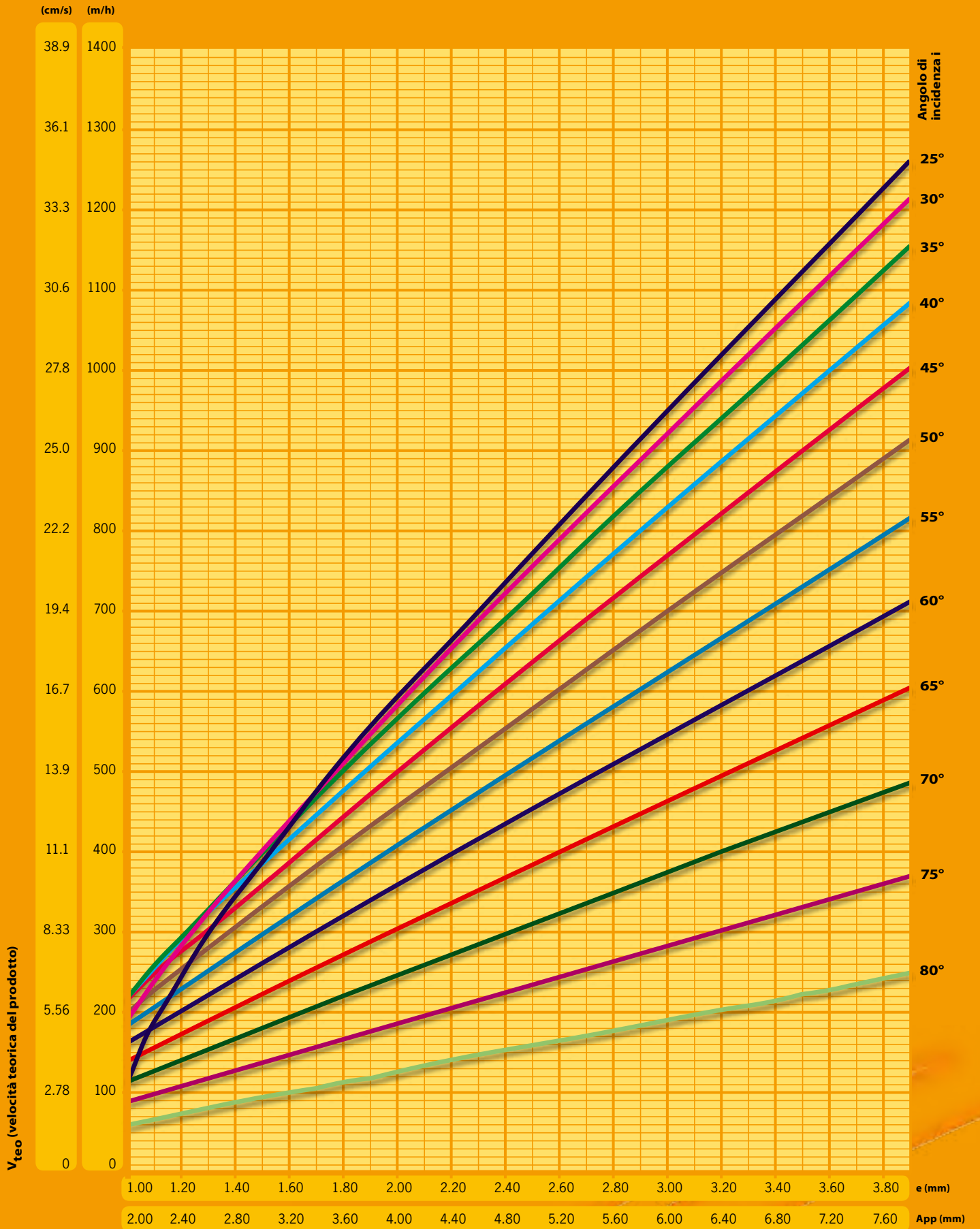
# 3000 rpm - 50 Hz



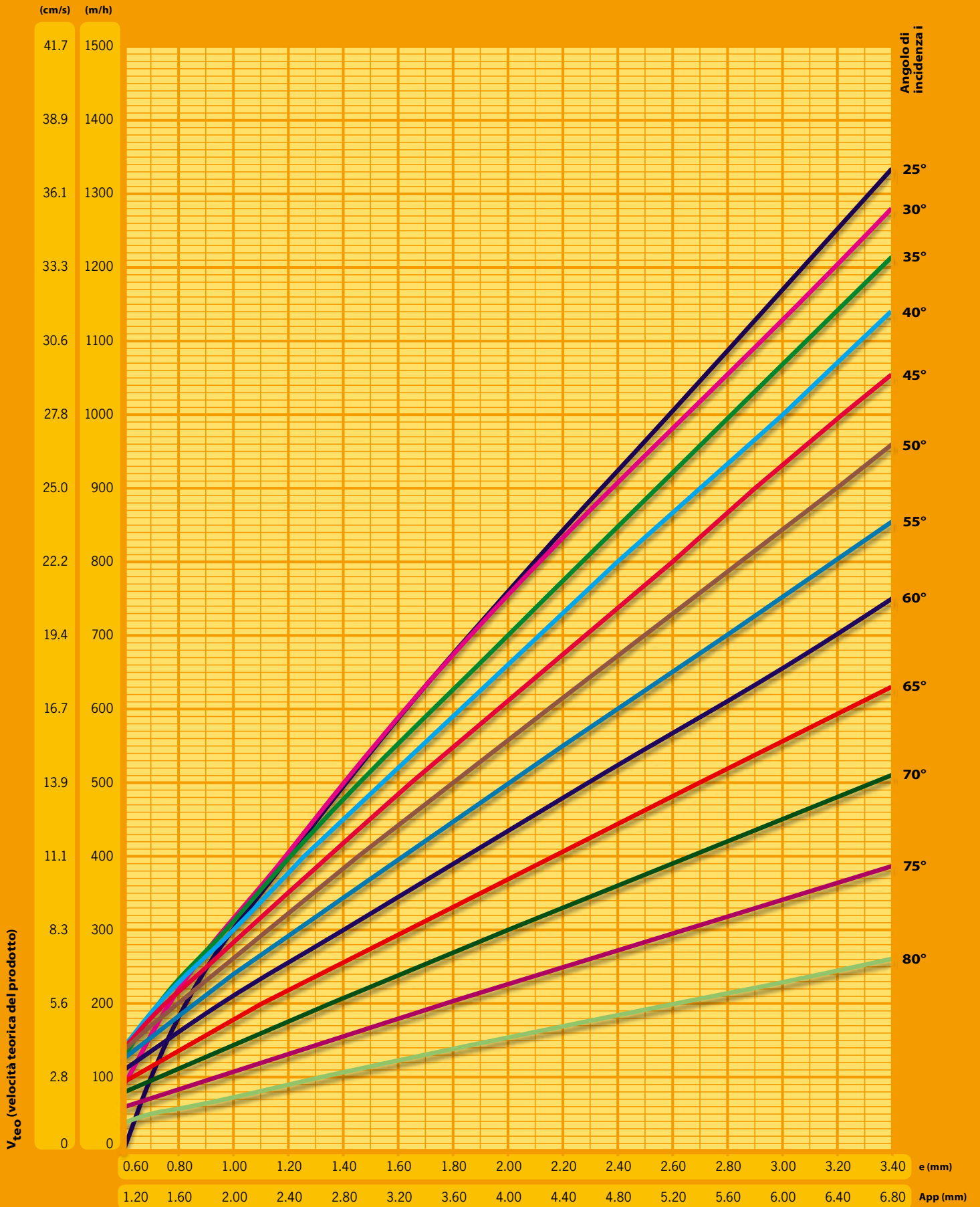
# 3600 rpm - 60 Hz



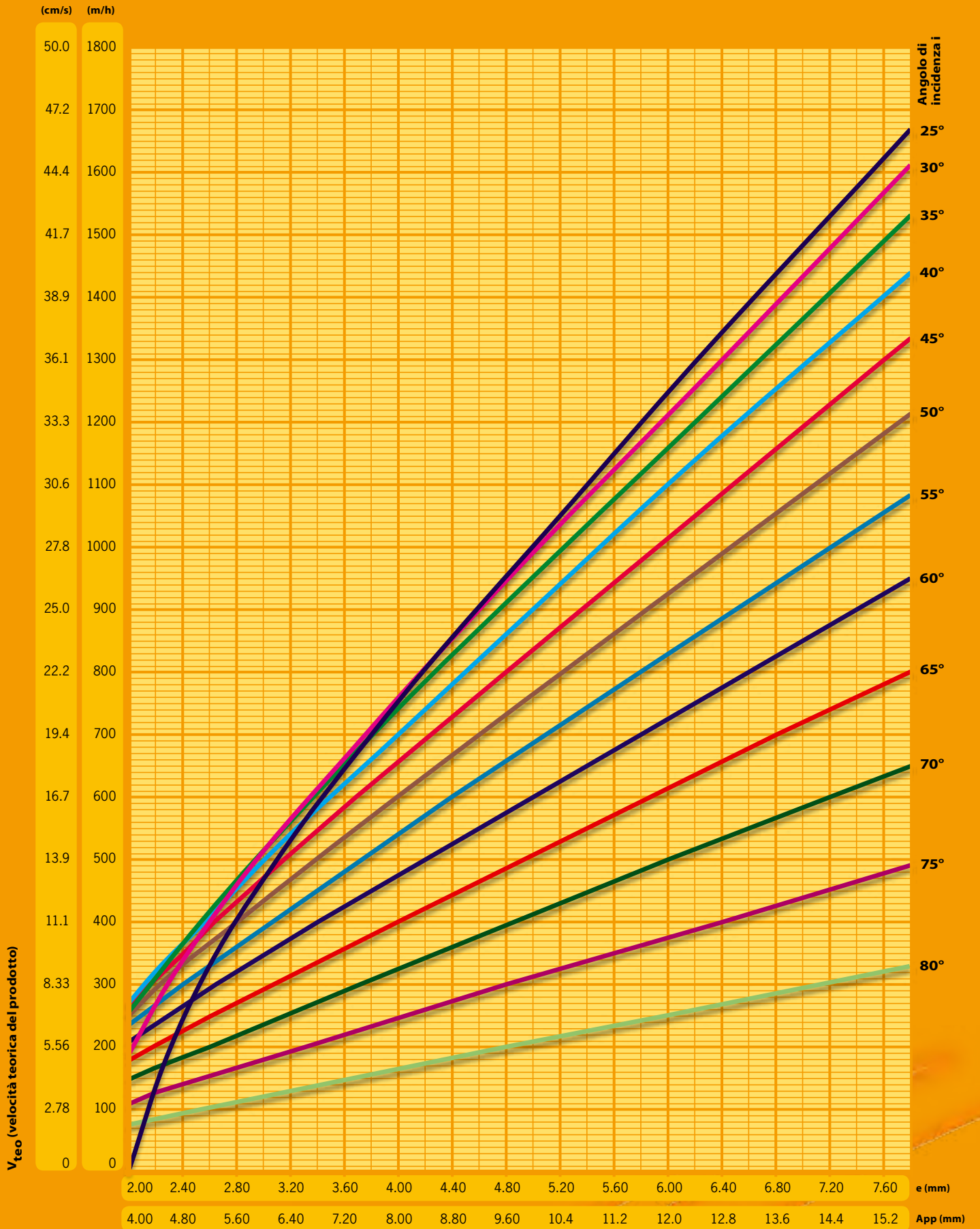
# 1500 rpm - 50 Hz



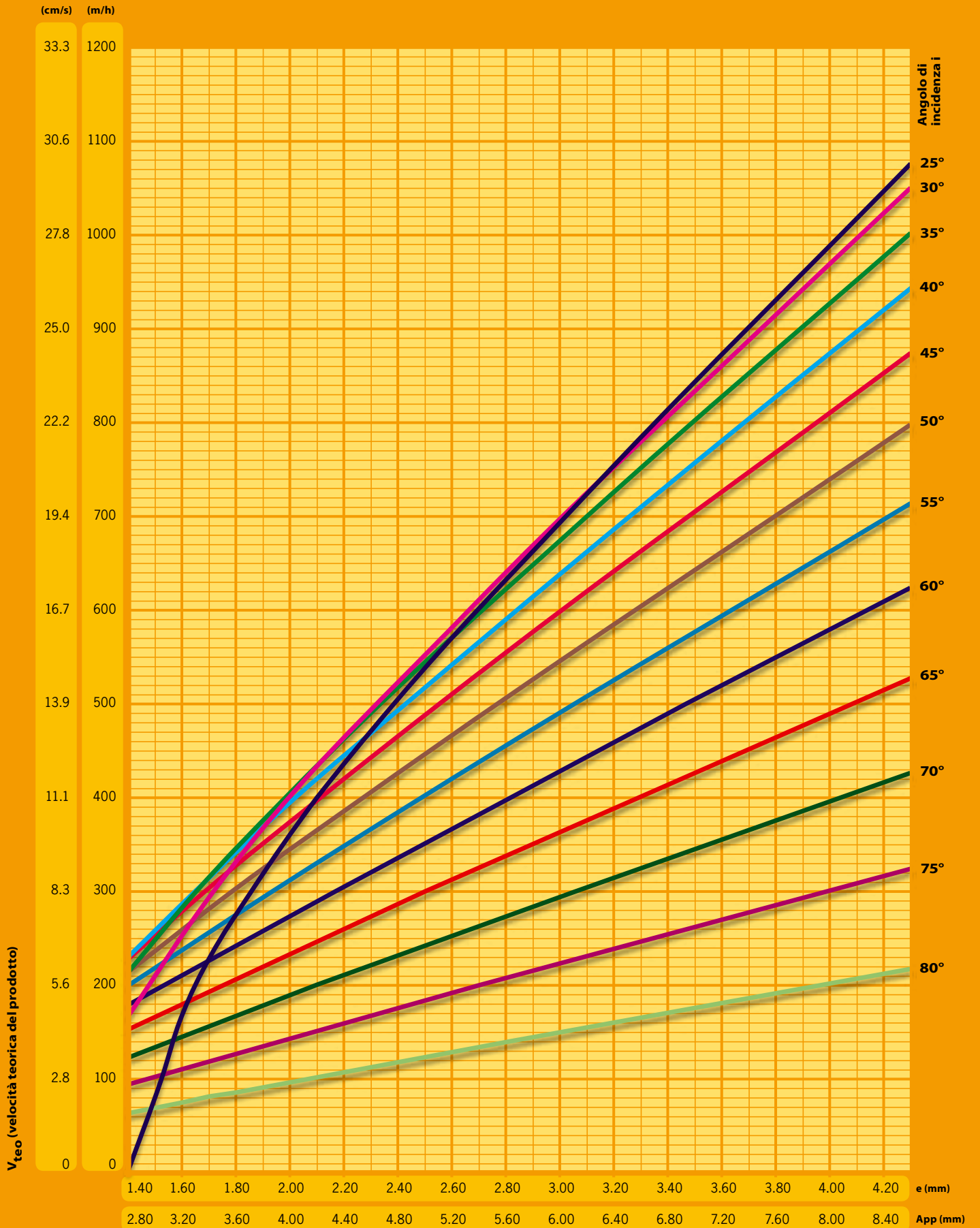
# 1800 rpm - 60 Hz



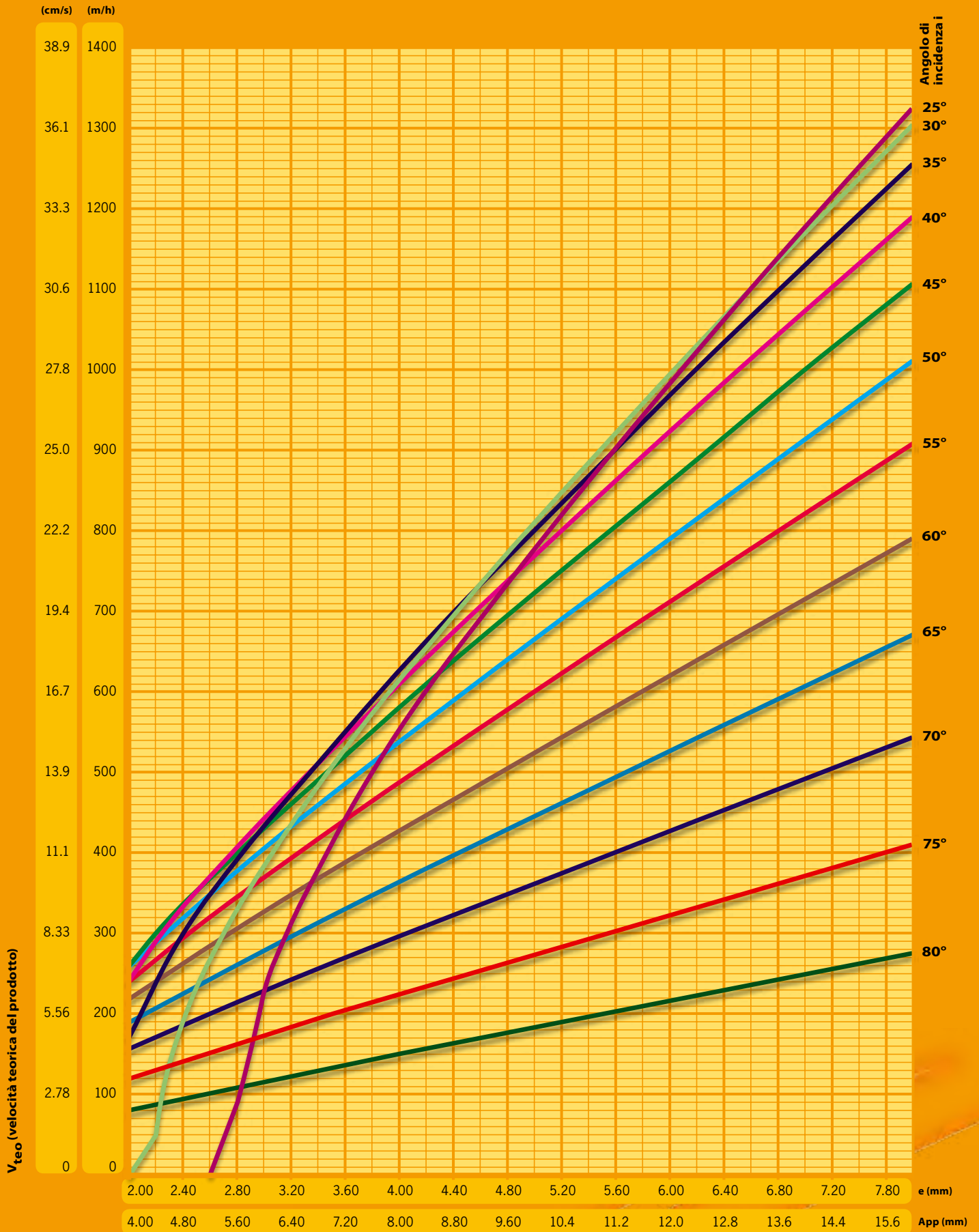
# 1000 rpm - 50 Hz



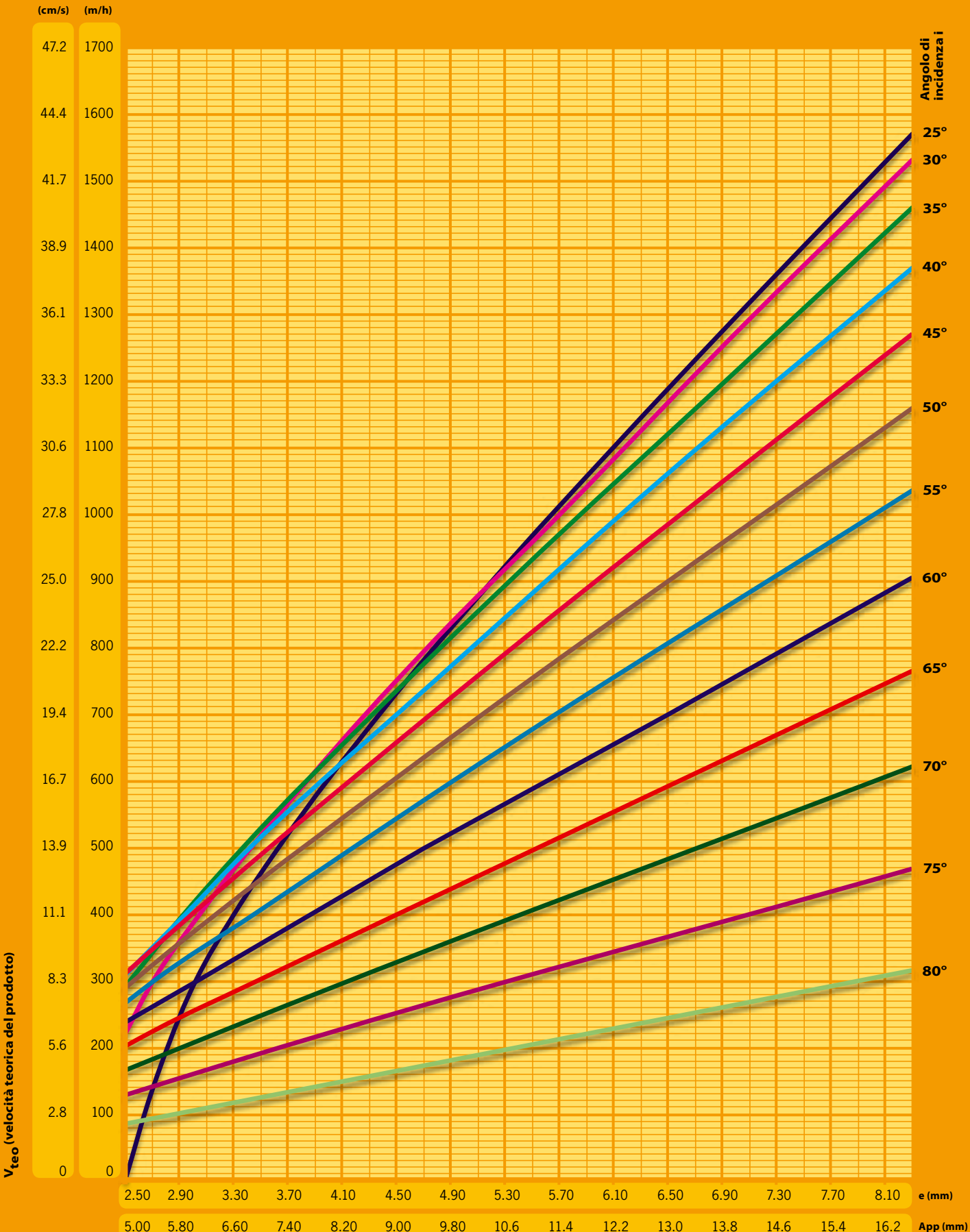
# 1200 rpm - 60 Hz



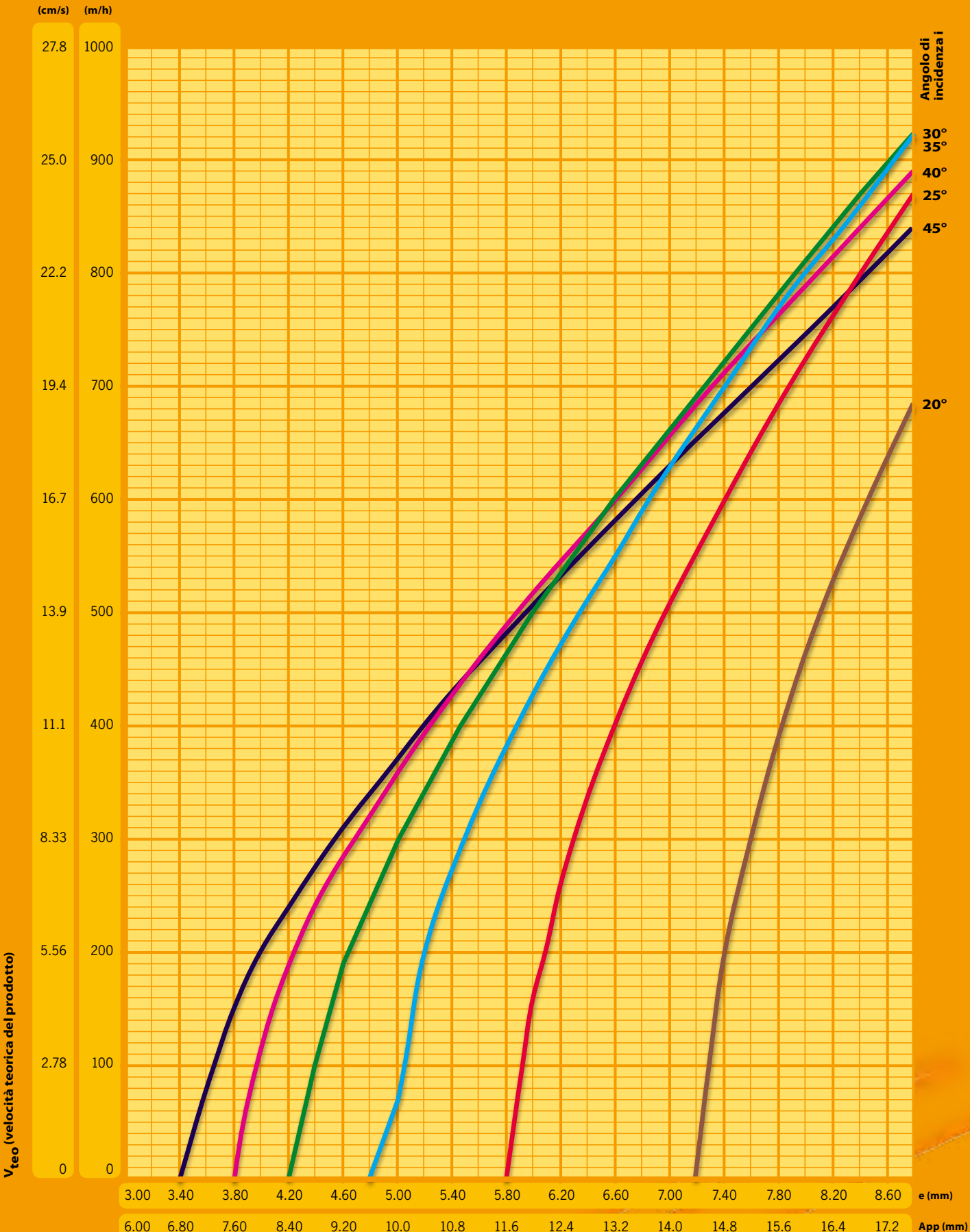
# 750 rpm - 50 Hz



# 900 rpm - 60 Hz



# 600 rpm - 50 Hz



# 720 rpm - 60 Hz

