

# GUIA PARA LA ELECCION DEL MOTOVIBRADOR

## Sistemas y metodos de vibracion

Los sistemas, que usan la técnica de la vibración, se pueden subdividir en:

- **Sistemas de oscilación libre**, de los cuales nos ocupamos en esta guía.
- **Sistemas resonantes**, que requieren un estudio específico y profundo.

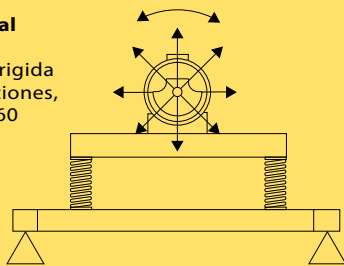
El sistema de oscilación libre se subdivide, a su vez, en dos tipos:

- **Rotacional**: la fuerza vibrante se dirige en todas las direcciones, 360° rotativamente, en sentido horario o antihorario.
- **Unidireccional**: en este método la fuerza vibrante se dirige a lo largo de una sola dirección en modo alternativo sinusoidal a través del tiempo.

El método de vibración "unidireccional" se logra con el empleo de dos motovibradores de características electromecánicas iguales, que giran uno en sentido contrario respecto al otro.

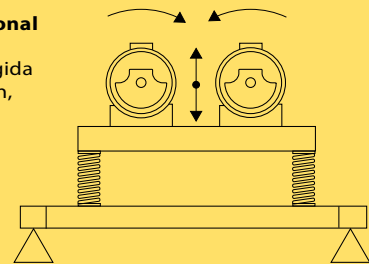
### Método rotacional

Fuerza vibrante dirigida en todas las direcciones, rotativamente a 360



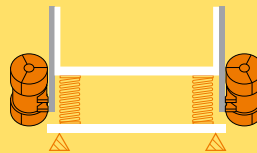
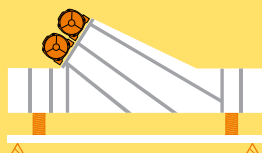
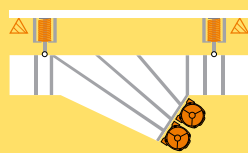
### Método unidireccional

Fuerza vibrante dirigida en una sola dirección, en modo alternativo sinusoidal

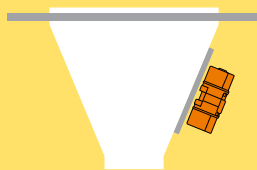


## Ejemplos de aplicacion de los motovibradores

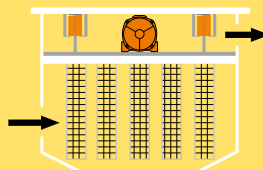
Los ejemplos expuestos más abajo representan algunas aplicaciones típicas:



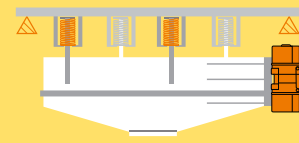
Transportadores, separadores, cribas, calibradores, extractores, orientadores, clasificadores, alimentadores y lechos fluidos: método unidireccional.



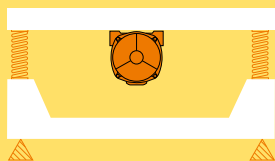
Silos y tolvas: método rotacional.



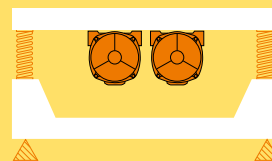
Filtros: método rotacional.



Fondos vibrantes: método rotacional.



Mesas de compactación y mesas de test (envejecimiento acelerado, estrés, etc.): método rotacional.



Mesas de compactación y mesas de test (envejecimiento acelerado, estrés, etc.): método unidireccional.

## Elección del método de vibración y de la velocidad de rotación (frecuencia de vibración) del motovibrador aplicado al equipo aislado elásticamente, en base al tipo de trabajo.

La elección del método de vibración y de la frecuencia de vibración para obtener el máximo rendimiento para cada tipo de proceso, depende del peso específico y de la granulometría (o tamaño) del material empleado en el proceso (ver tabla pág. 78).

Los motovibradores, independientemente del método de vibración elegido, pueden ser montados en el equipo, aislado elásticamente con eje central en posición horizontal o vertical, o si es necesario, también en posición intermedia entre las citadas.

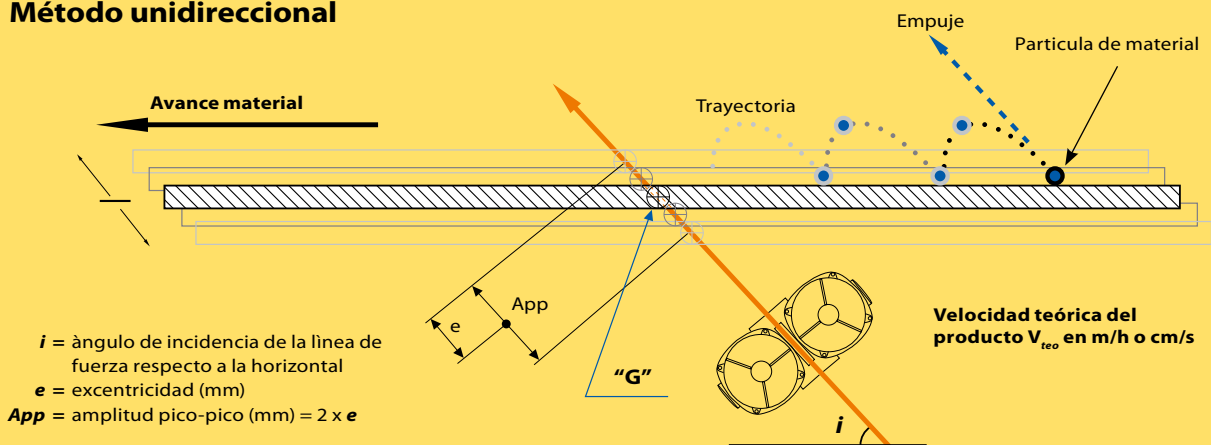
En la aplicación de motovibradores con método "unidireccional" se debe tener en cuenta el ángulo de incidencia "i" (medido en grados) de la línea de acción de fuerzas respecto a la horizontal.

**Importante:** la línea de fuerza, para cualquier ángulo de incidencia, debe siempre pasar por el baricentro "G" de la máquina, aislado elásticamente (ver figura que sigue).

La determinación del ángulo de incidencia de la línea de acción de fuerzas está subordinada al tipo de proceso de elaboración y debe estar comprendido dentro de la gama prevista.

"i"	Procesos/utilizaciones
de 6° a 12°	para especiales separadores (por ej. Industria de la molienda);
de 25° a 30°	para transporte, extracción, alimentación, orientación y clasificación;
de 31° a 45°	para cribado, calibración y separación;
de 45° a 80°	para lechos fluidos.

### Método unidireccional



### Método rotacional

**Velocidad teórica del producto  $V_{TEOc}$  en m/h o cm/s**

$$V_{TEOc} = \frac{V_{teo} + V_i}{Fa}$$

$V_{TEOc}$  = velocidad teórica correcta para tener en cuenta la inclinación de la máquina  
 $V_{TEO}$  = velocidad teórica del producto

Valor establecido	Valores obtenido en función de $\alpha$		
$\alpha$	$i$	$Fa$	$V_i$
10°	80°	0,81	80
15°	75°	0,71	75
20°	70°	0,60	70
25°	65°	0,48	65
35°	55°	0,25	55

$\alpha$  = ángulo de inclinación de la máquina respecto a la horizontal  
 $i$  = ángulo de incidencia =  $90 - \alpha$   
 $V_i$  = velocidad de incidencia (cm/s o m/h)  
 $Fa$  = factor correctivo para el cálculo de la velocidad teórica correcta  $V_{TEOc}$   
 $e$  = excentricidad (mm)

Obtenibles en función de  $\alpha$  (ver tabla adjunta)

## Determinacion del tipo de motovibrador en función de la aplicacion

En base al proceso y a la granulometría del material, mediante la tabla de la pág. 76 se selecciona el método de vibración y el número de vibraciones por minuto necesarias.

Luego se pasa al diagrama (entre los de las pág. 79 - 88) correspondiente al número de vibraciones por minuto elegidas.

En el diagrama para un ángulo de incidencia "i" preestablecido de la línea de fuerza (ver lo expuesto en la pág. 75) se elige la curva correspondiente.

De dicho diagrama y para dicha curva: para una determinada velocidad teórica de avance del producto « $V_{TEO}$ » (m/h o cm/s) o bien « $V_{TEOC}$ » (m/h o cm/ s) para las máquinas con inclinación, es posible obtener el valor de excentricidad "e" o bien la amplitud pico-pico «App», medida en mm, necesaria para obtener la citada velocidad teórica de avance del producto « $V_{TEO}$ » o bien « $V_{TEOC}$ ».

La « $V_{TEO}$ » viene determinada por el caudal de material, teniendo en cuenta un coeficiente corrector (ver ejemplo que sigue de canal transportador).

Conocido el valor de la excentricidad "e", es posible determinar el valor del momento estático total "Mt" (kg.mm) del o de los motovibradores. Dicho valor se obtiene con la fórmula:

$$Mt = e \times Pv$$

donde:  $Pv = Pc + Po$

con

$Pv$  = peso total de la máquina vibrante (kg);

$Pc$  = peso de la estructura de la máquina vibrante (kg);

$Po$  = peso del o de los motovibradores aplicados (kg), peso hipotético a confrontar sucesivamente con el del motovibrador que se determine.

**Importante:** el momento Mt que se obtiene es el del total de los motovibradores. Por lo tanto si, por ejemplo, el equipo vibrante está equipado con dos motovibradores, para obtener el momento estático del motovibrador es preciso dividir entre dos el momento calculado.

Conocido el momento estático del motovibrador, consultando el catálogo se determina el tipo de motovibrador a utilizar.

## Verificacion de la validez de la eleccion del motovibrador

Elegido el tipo de motovibrador podemos saber con el catálogo el valor real de la fuerza centrífuga «Fc» (en Kg) del motovibrador concreto.

En base a la fórmula  $a = \frac{Fc}{Pv}$  (medida en "n" veces "g")

se obtiene el valor de «a» que corresponde al valor de la aceleración a lo largo de la línea de fuerza, valor que debe estar comprendido en la gama indicada en la Tabla (pag. 78) para el tipo de proceso previsto.

**Atención:** si el método de vibración elegido es el "unidireccional" el valor de «Fc» a aplicar en en la fórmula antes citada es obviamente igual a dos veces el valor obtenido en el catálogo, siendo dos los motovibradores aplicados.

### Canal transportador

#### Caudal y velocidad del producto

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

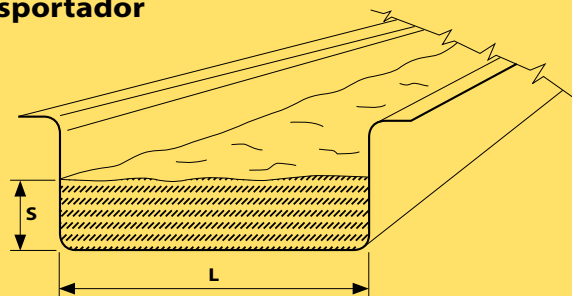
$$V_p = V_{teo} \times K_r$$

$Q$  = caudal (m<sup>3</sup>/h)

$V_p$  = velocidad del producto (m/h)

$L$  = ancho del canal (m)

$S$  = capa del material (m)



$V_{teo}$  = velocidad teórica del producto (m/h) (si el canal está inclinado se indica  $V_{TEOC}$ )

$K_r$  = factor de reducción que depende del tipo de producto trasportado.

De dicho factor se indican a continuación algunos valores.

Verdura en hojas .....	0,70
Grava .....	0,95
Carbón fino .....	0,80
Carbón grueso .....	0,85

Virutas de madera o gránulos de PVC .....	0,75÷0,85
Arena .....	0,70
Azúcar .....	0,85
Sal .....	0,95

## Aislamiento mecánico del equipo vibrante respecto a la estructura portante: dimensionamiento de los elementos elásticos

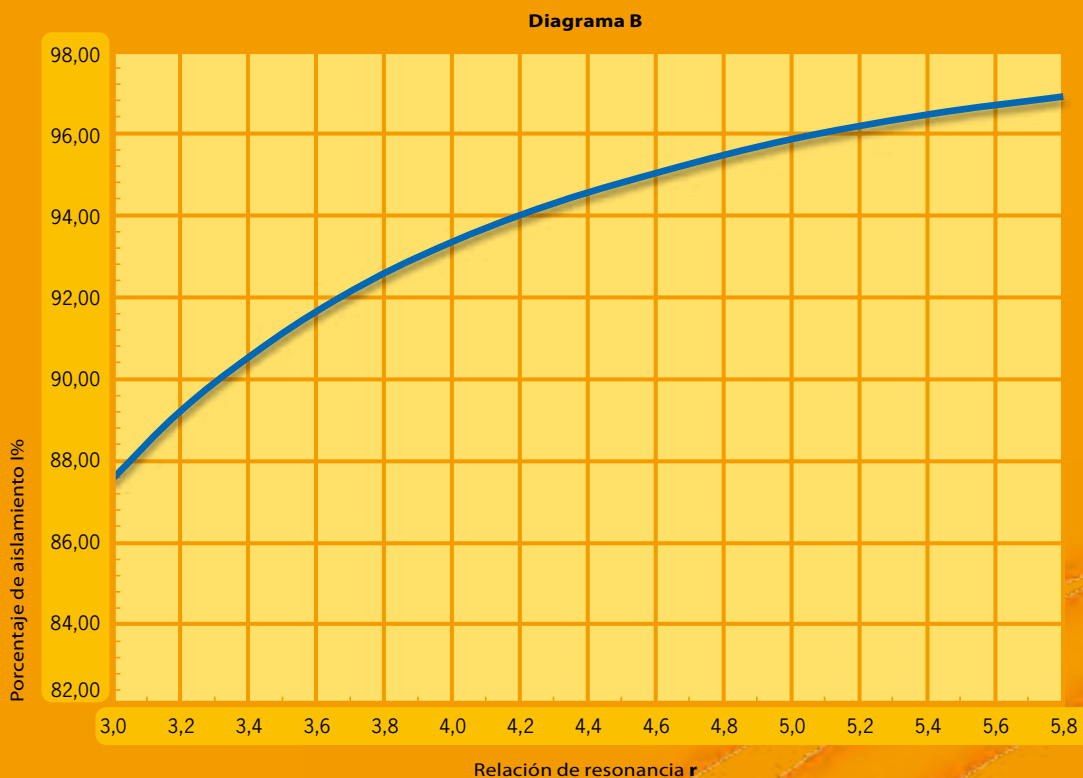
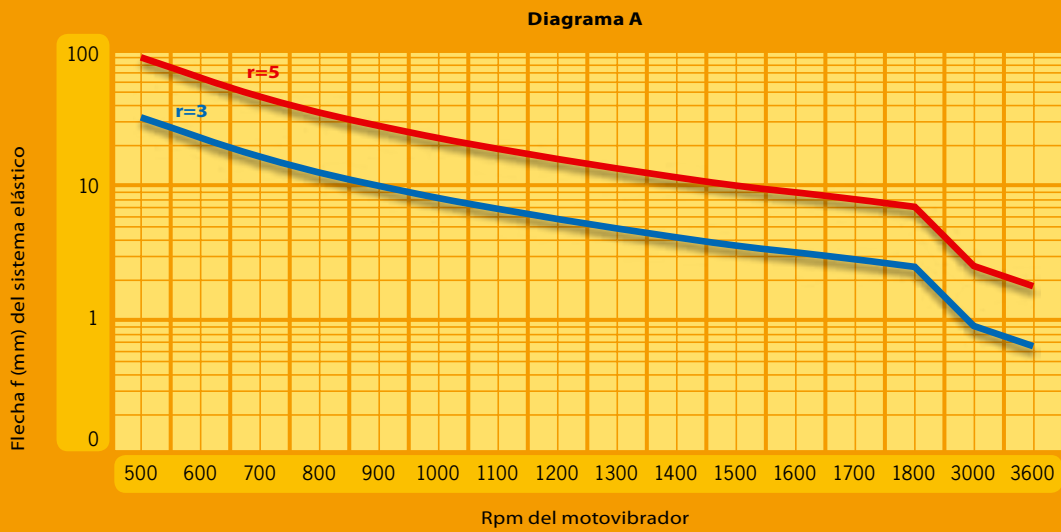
En lo que se refiere a los sistemas de oscilación libre, se aconseja el uso de elementos elásticos (como muelles helicoidales de acero, soportes de goma o amortiguadores neumáticos) para permitir la plena libertad de movimiento del equipo vibrante en todas las direcciones.

Para dichos sistemas de oscilación libre, no usar bielas, resortes de láminas, resortes planos, etc

El elemento antivibrante debe tener capacidad adecuada, tal de poder soportar un peso igual al peso total «Pt» (es decir suma de los pesos del equipo aislado elásticamente, del o de los motovibradores «Pv» y del material que descansa sobre el equipo «Ps») multiplicado por un coeficiente de seguridad con valor comprendido entre 2:2,5. Por lo tanto la capacidad «Q» del elemento elástico será:

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

donde  $P_v$  = peso total del grupo vibrante (Kg)  
 $P_s$  = peso estático del material sobre el equipo (Kg)  
 $N$  = número de elementos elásticos



Es preciso ahora determinar la flecha «f.» del sistema elástico mediante el diagrama A, en función de la frecuencia de vibración (rpm del motovibrador) y considerando una relación de resonancia «r.» (entre la frecuencia de vibración del grupo vibrante y la frecuencia propia del sistema elástico) comprendido entre 3 y 5.

La constante elástica del elemento antivibrante vale por lo tanto:

$$K_{\text{kg-mm}} = \frac{Pv}{f \times N} \quad \text{donde } f = \text{flecha del sistema elástico (mm)}$$

La carga  $Q_{\text{kg}}$  y la constante elástica « $K_{\text{kg-mm}}$ » son las dos magnitudes necesarias para determinar los elementos elásticos.

Es indispensable distribuir la carga del grupo vibrante uniformemente en el sistema elástico.

El diagrama B indica el porcentaje de aislamiento porcentual (I%) entre la estructura vibrante y la estructura portante, en función de la relación «r».

El posicionamiento de los elementos elásticos debe lograr que la flexión sea constante sobre todos los elementos para equilibrar la máquina.

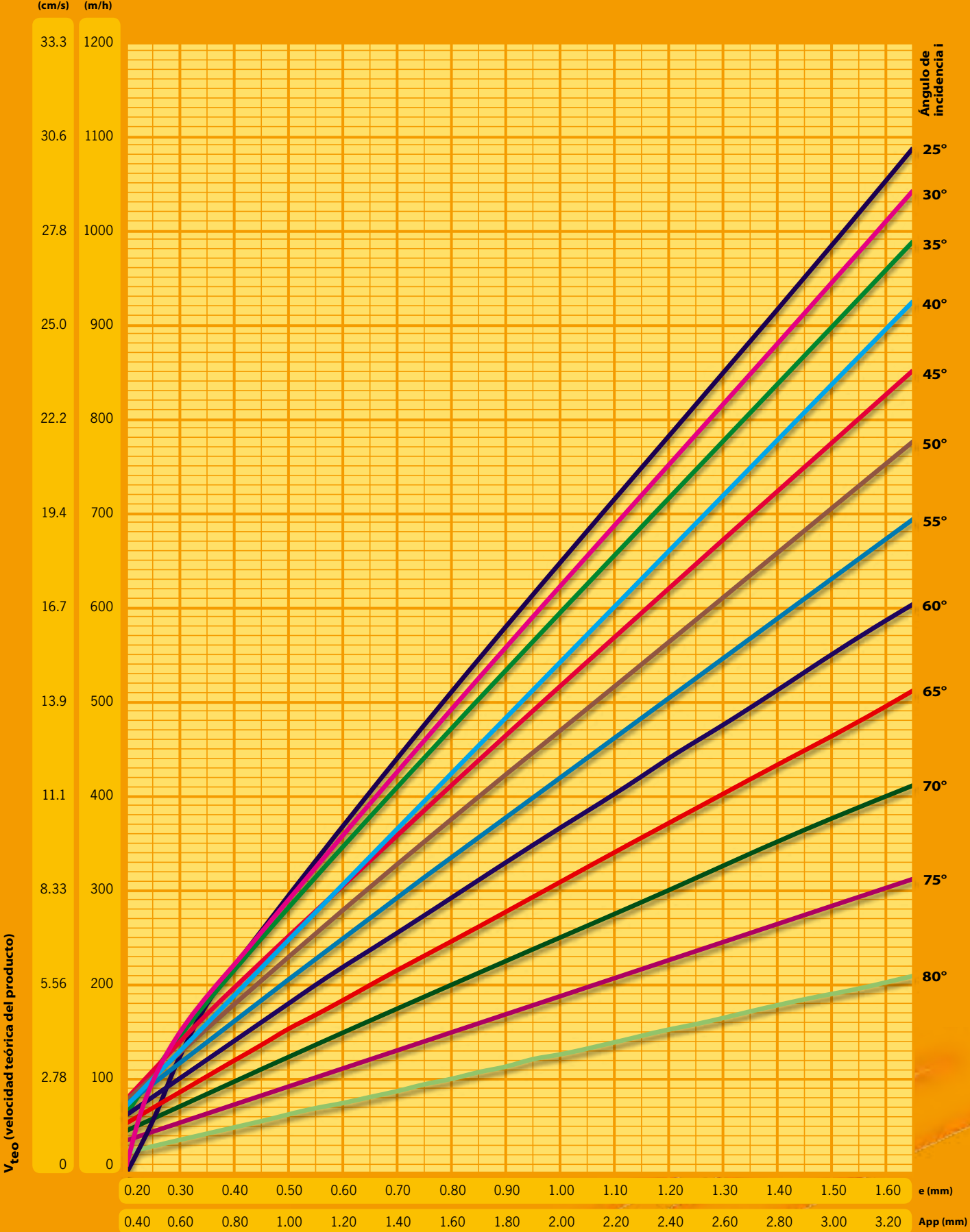
**Importante:** la estructura de soporte en la cual están localizados los elementos elásticos del grupo vibrante debe estar fijada rígidamente al suelo o a eventuales estructuras portantes y siempre sin intercalar jamás otros elementos elásticos.

Tipo de proceso	Peso específico	Tamaño	Metodo de vibración		Vibraciones								Acelerac. en la línea de fuerza a
			Rotac.	Unidirec.	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	
Transporte	A	F		●				●	●				4÷9
Separación		M		●		●	●						4÷6
Cribado		G		●		●	●						3.5÷4.5
Orientación	B	F		●				●					5÷7
Clasificación		M		●		●							4÷5.5
Calibración		G		●		●	●						3.5÷5.5
Extracción	A/B	F	●					●	●				2÷3
Alimentación		M	●						●				Nota (1)
		G	●						●	●			
Limpieza filtros	A/B	F	●										
Aflojamiento y vaciado del material en silos, tolvas, etc.	A/B	F	●							●			Nota (1)
	A/B	M	●							●			
	A/B	G	●						●	●			
Lechos fluidos				●		●	●						2÷4
Separadores (ej en la molienda)				●	●	●							2÷4
Fondos vibrantes	A	F	●							●			0.7÷2
		M	●						●	●			
		G	●										
	B	F	●						●				
		M	●						●				
		G	●						●				
Compactación	-	-	F	●	●				●	●	●		2÷6
			M	●	●				●	●	●		
			G	●	●				●	●	●		
Compactación hormigón	-	-	-	●	●				●	●	●	1÷2	
Bancos para test (envejecimiento acelerado)	-	-	-	●	●	●	●	●	●	●	●	0.5÷24	

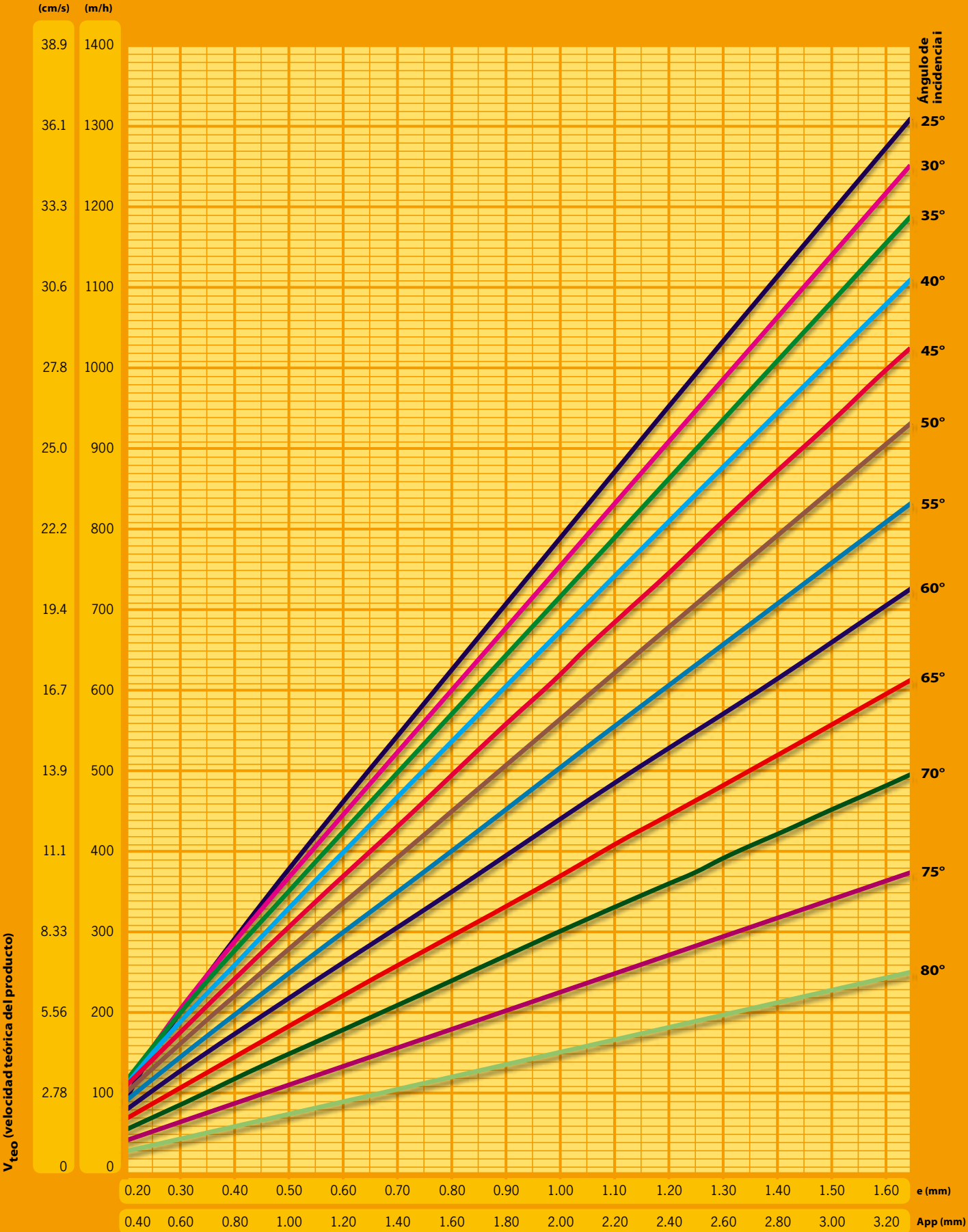
Leyenda: Peso específico    A = elevado    B = reducido  
Tamaño                      F = fino                      G = grueso                      M = mediano

Nota (1): Fuerza centrífuga del motovibrador = 0.1 ÷ 0.25 para pesar el material contenido en la parte cónica del aparato vibrador.

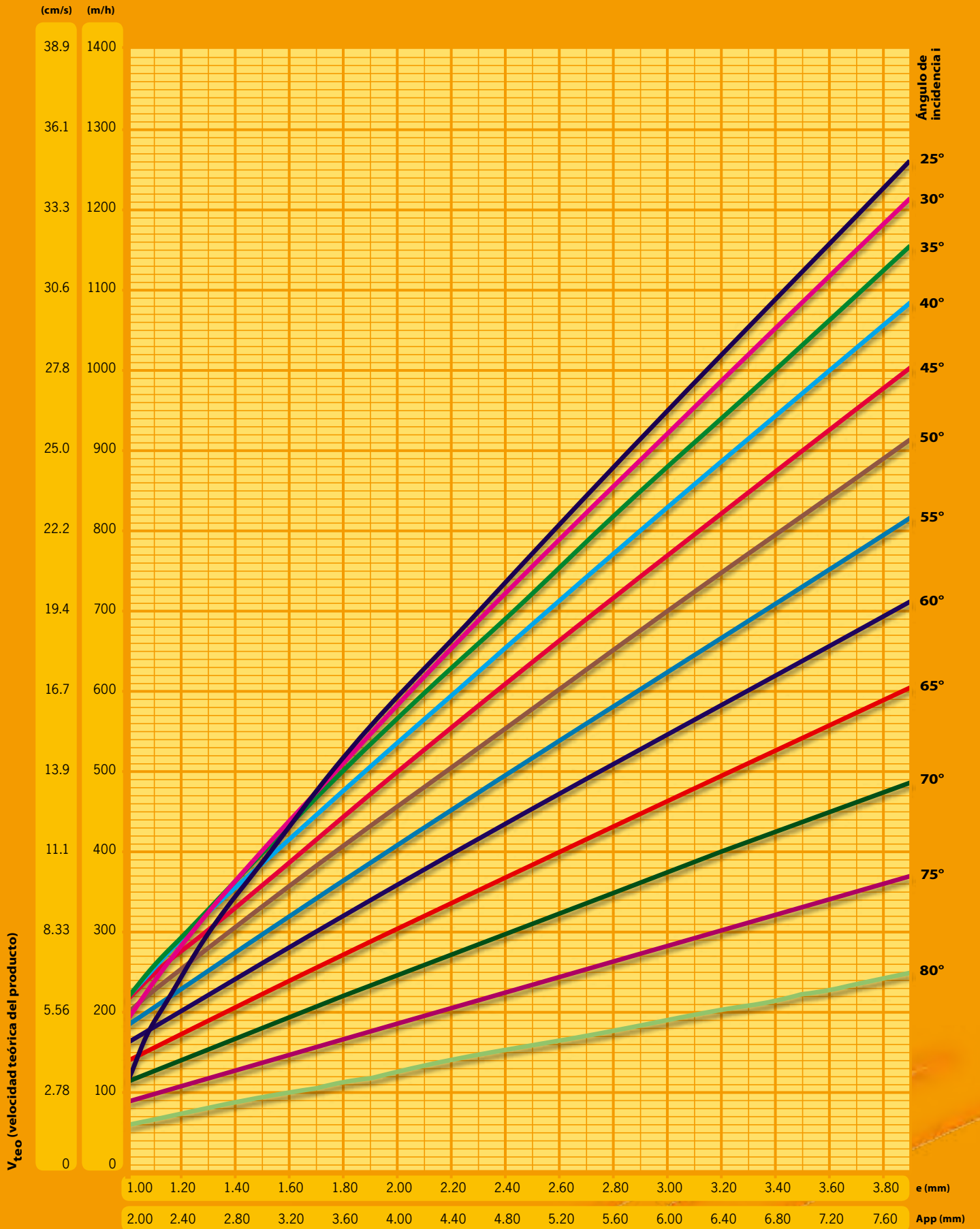
# 3000 rpm - 50 Hz



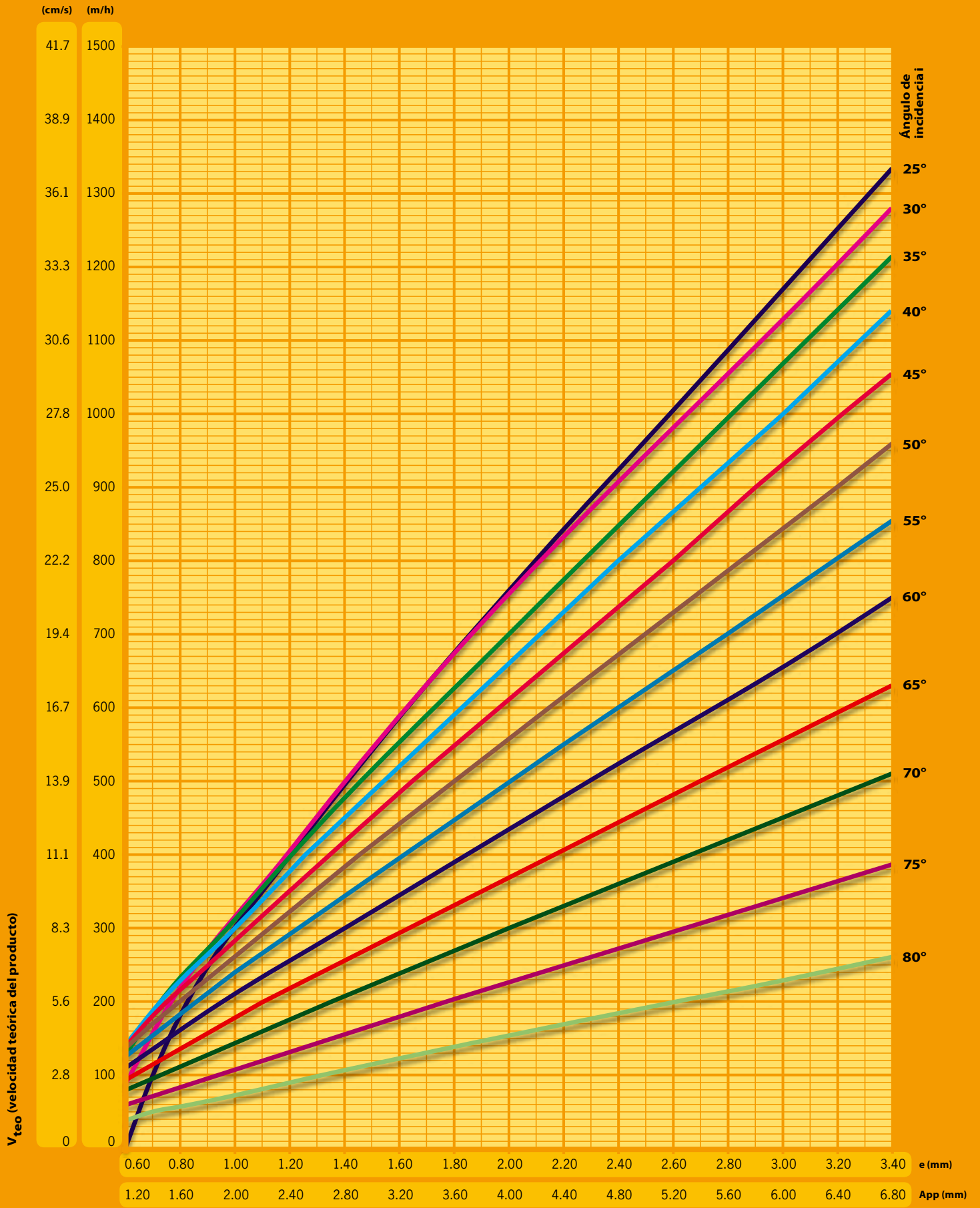
# 3600 rpm - 60 Hz



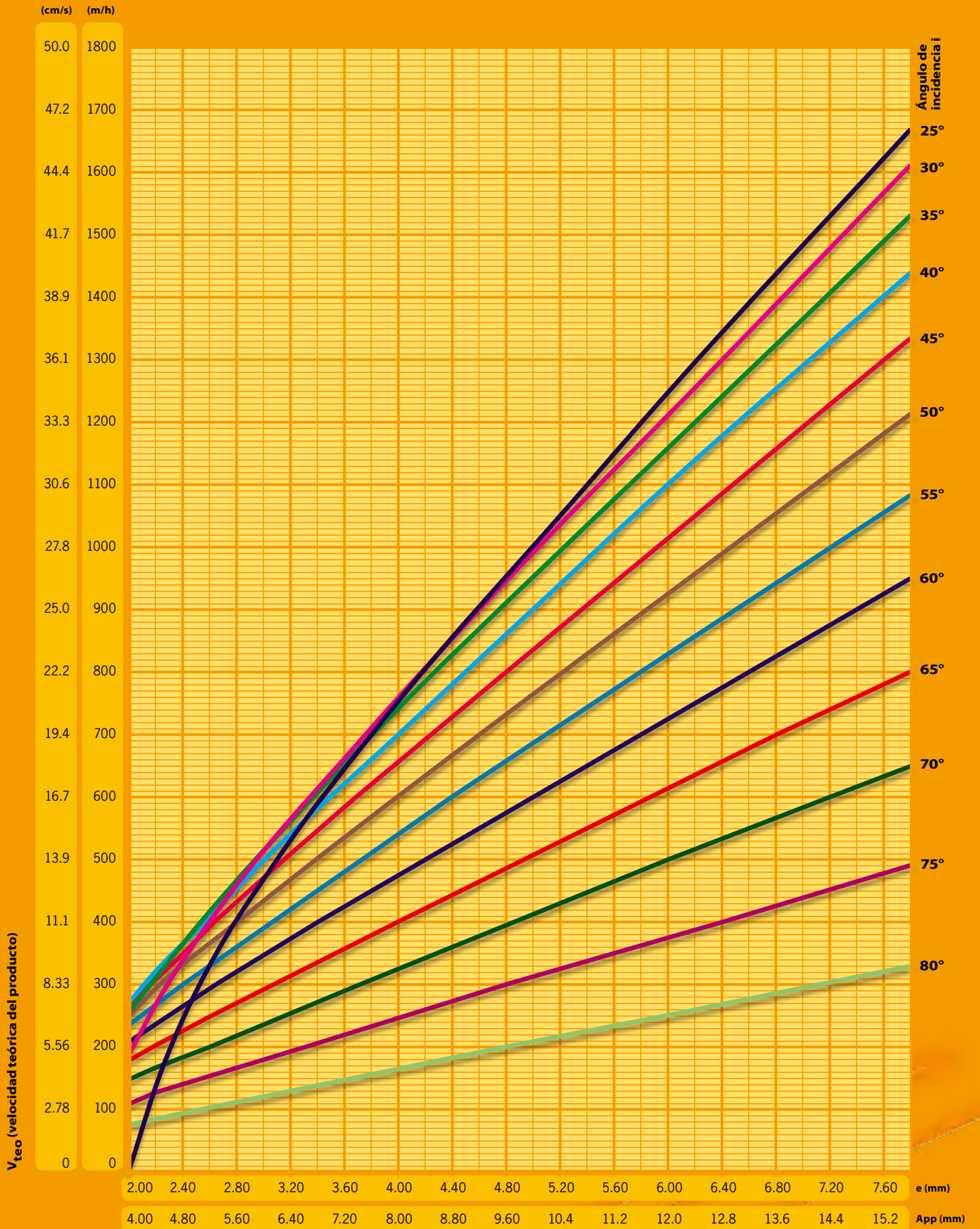
# 1500 rpm - 50 Hz



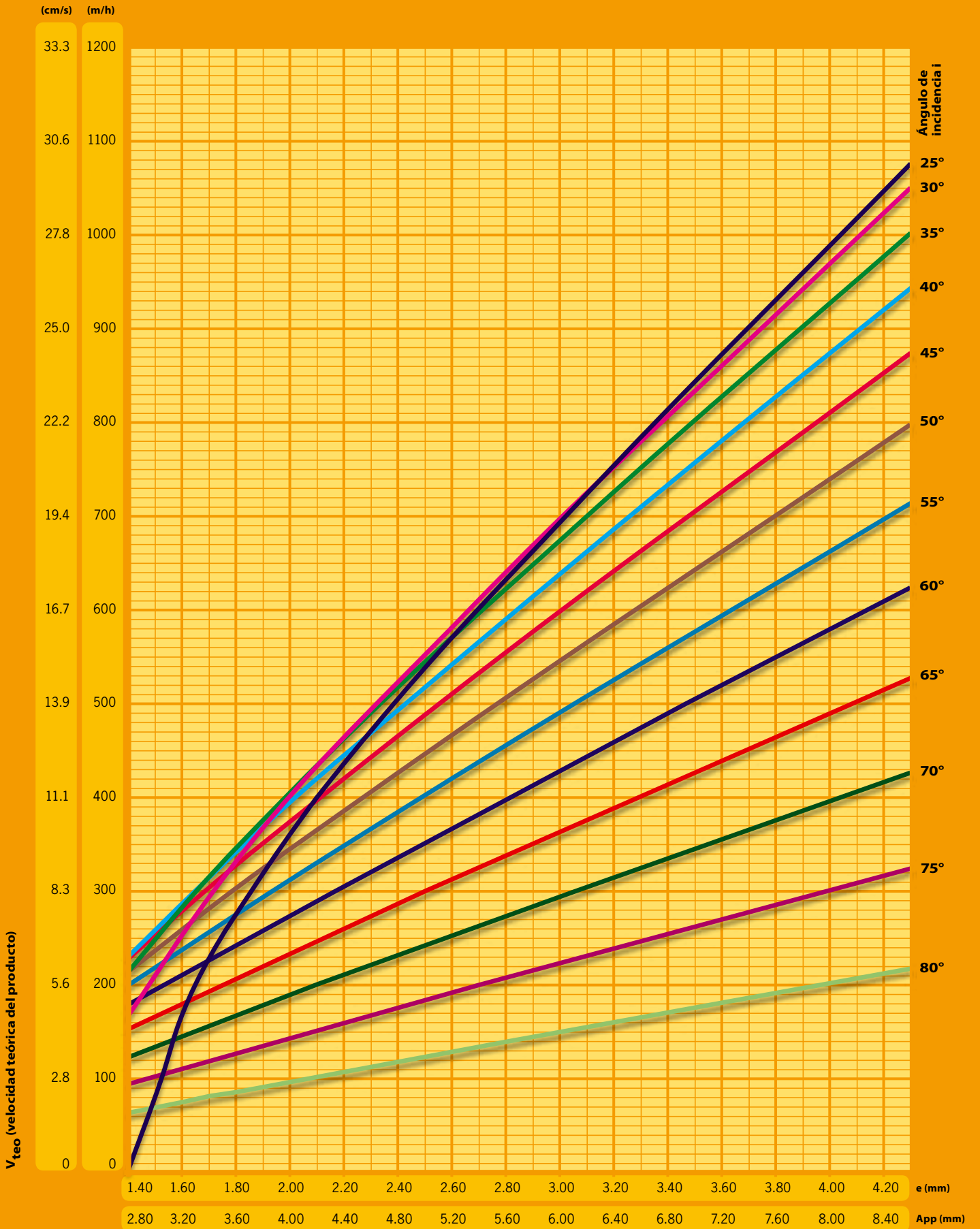
# 1800 rpm - 60 Hz



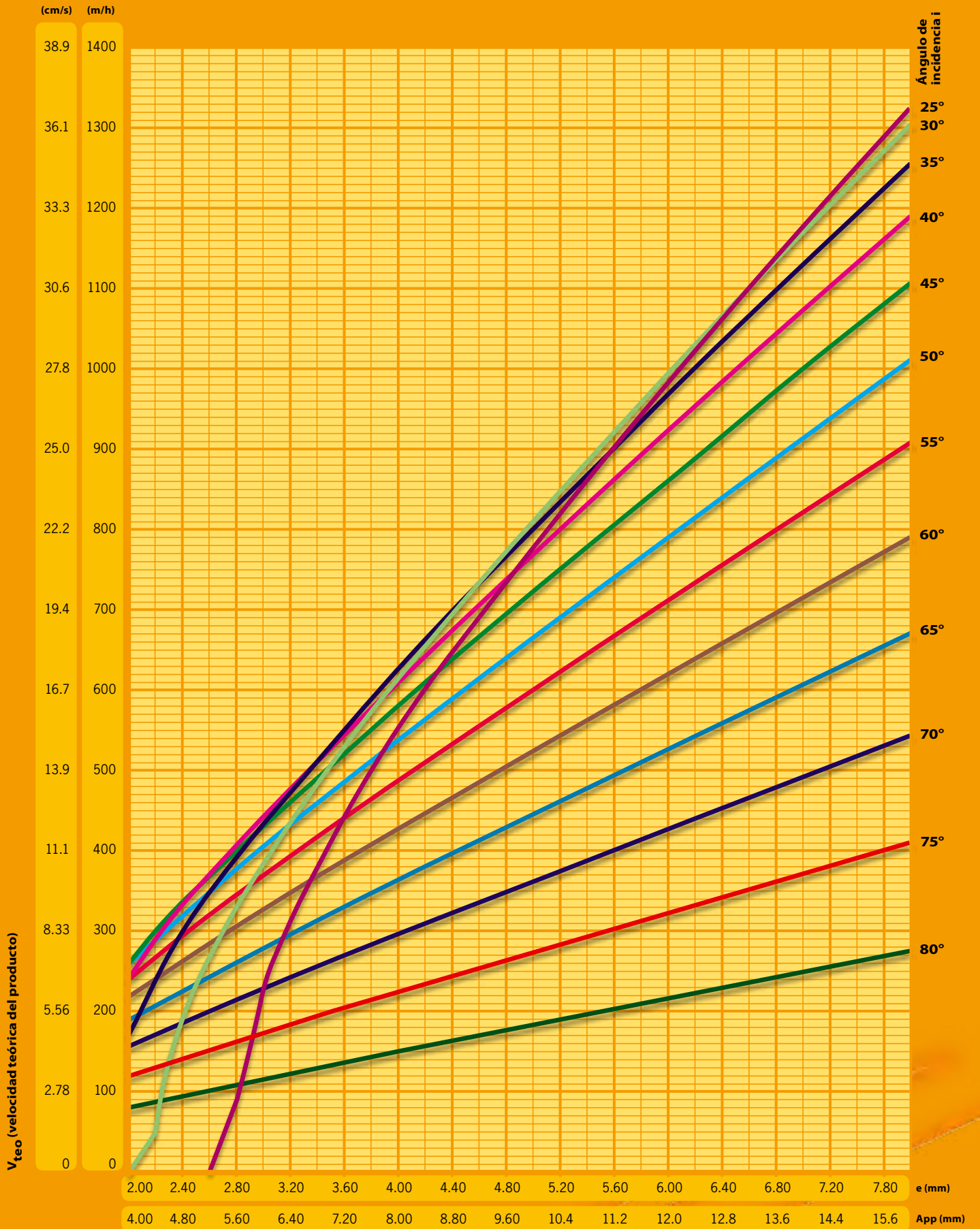
# 1000 rpm - 50 Hz



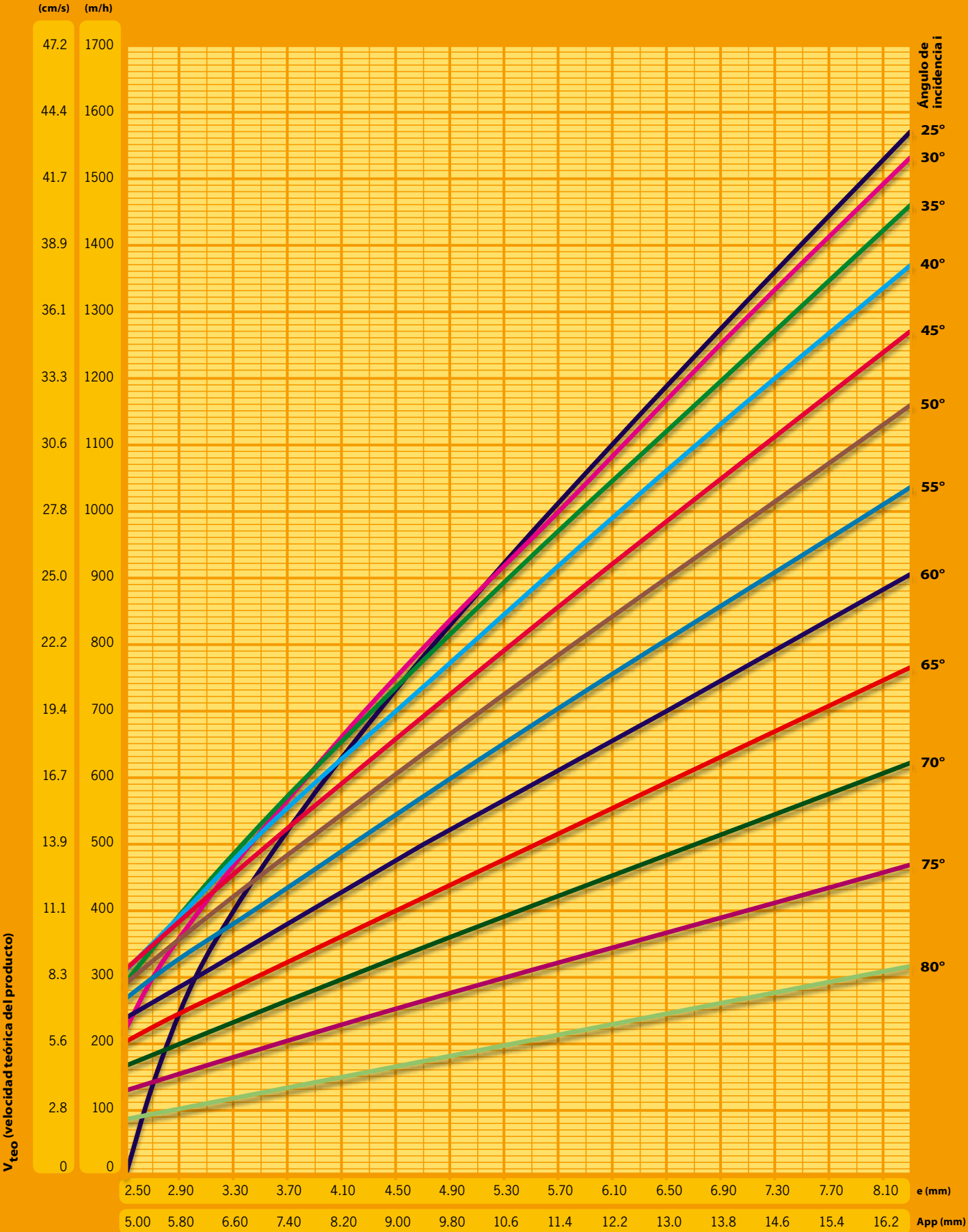
# 1200 rpm - 60 Hz



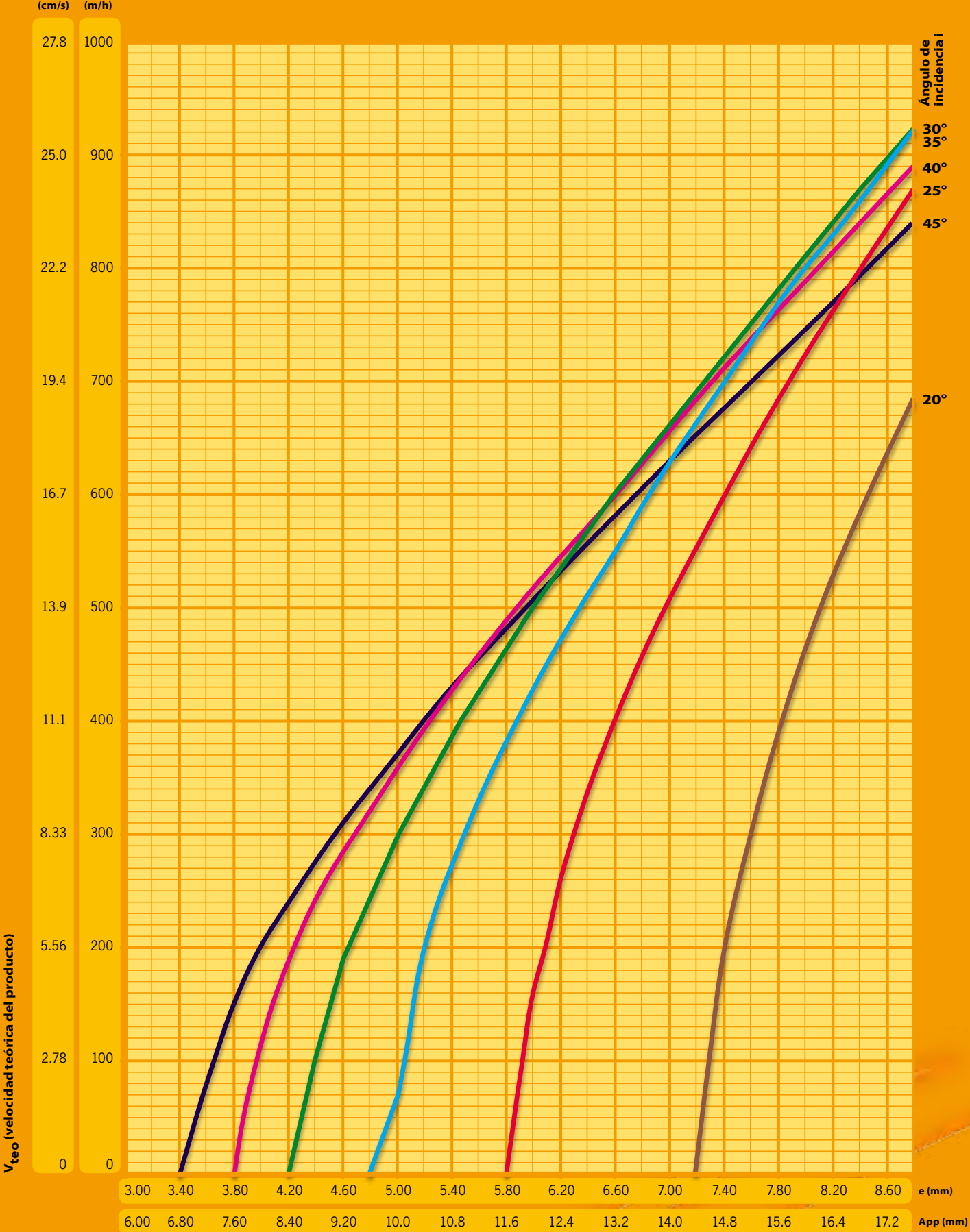
# 750 rpm - 50 Hz



# 900 rpm - 60 Hz



# 600 rpm - 50 Hz



# 720 rpm - 60 Hz

