

Balance de Potencias de conjunto tractor + apero

$N_{\text{efectiva}} = N_{\text{reserva}} + N_{\text{transmisión}} + N_{\text{PD}} + N_{\text{RD}} + N_{\sigma(\text{resbalamiento})} + N_{\text{acelerar}} + N_{\text{curvas}} + N_{\text{z(barra)}} + N_{\text{PDA}} + N_{\text{tdf}} + N_{\text{hidráulico}}$

MOTOR

N_{efectiva}

Tractor

- $N_{\text{reserva}} = X \% N_{\text{efectiva}}$ [valor de referencia, entre 15 - 20 %]
- $N_{\text{transmisión}} = X \% \text{ de la potencia consumida, no de la potencia efectiva}$ [valor de referencia 10% en t. mecánicas]
[valor de referencia 30% en t. hidrostáticas]
- $$N_{\text{PD}} = PD \cdot V_r \quad \left\{ \begin{array}{l} PD = P_t \cdot \text{sen } \alpha \\ \left\{ \begin{array}{l} N_{\text{PD}}: \text{ potencia invertida en vencer pendientes (W)} \\ V_r: \text{ velocidad real (m/s)} \\ P_t: \text{ peso del tractor (N)} \\ PD: \text{ Componente paralela al suelo de } P_t \text{ (N)} \\ \alpha: \text{ ángulo de la pendiente (grados)} \end{array} \right. \end{array} \right.$$
- $$N_{\text{RD}} = RD \cdot V_r \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Suelo llano: } RD = \rho_D \cdot P_D + \rho_T \cdot P_T \\ \text{Suelo en pendiente: } RD = \rho_D \cdot P_D \cos \alpha + \rho_T \cdot P_T \cos \alpha \\ \left\{ \begin{array}{l} RD: \text{ fuerza de rodadura (N)} \\ \rho: \text{ coef. de rodadura del eje delantero } (\rho_D) \text{ y trasero } (\rho_T) \\ P: \text{ peso del tractor sobre eje delantero } (P_D) \text{ y trasero } (P_T) \text{ (N)} \\ \alpha: \text{ ángulo de la pendiente (grados)} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

NOTA: Si el apero es suspendido el peso del apero recae sobre el tractor e influye en la fuerza de rodadura
- $$N_{\sigma} = U (V_t - V_r) = U \cdot V_r \cdot \frac{\sigma}{(1 - \sigma)} \quad \left\{ \begin{array}{l} N_{\sigma}: \text{ pot. perdida en resbalamiento (W)} \\ U: \text{ fuerza periférica en las ruedas (N)} \\ V_t: \text{ velocidad teórica (m s}^{-1}\text{)} \\ V_r: \text{ velocidad real (m s}^{-1}\text{)} \\ \sigma: \text{ coef. de resbalamiento} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} U = Z + PD + RD \\ \sigma = \frac{V_t - V_r}{V_t} \end{array}$$
- Casos posibles:

 - $$N_z \text{ de un apero de laboreo a tracción: } N_z = Z \cdot V_r$$

Siendo $Z = k \cdot a \cdot b$

 - N_z : potencia a la barra (W)
 - Z: fuerza de tracción (N)
 - V_r : velocidad real (m s⁻¹)
 - k: fuerza unitaria de resistencia específica del terreno (N m⁻²)
 - a: anchura de la labor (m)
 - b: profundidad de la labor (m)
 - $$N_z \text{ de un apero con ruedas de apoyo: } N_z = Z \cdot V_r \quad \text{Siendo } Z = RD_{\text{apero}} \quad \left\{ \begin{array}{l} RD_{\text{apero}}: \text{ fuerza de rodadura del apero (N)} \end{array} \right.$$
 - $$N_z \text{ de un apero de laboreo a t.d.f. (referido a 1 hora): } N_z (W) = \frac{ke (J \text{ dm}^{-3}) \cdot a (dm) \cdot b (dm) \cdot L (dm)}{3600 \text{ seg}}$$
 - ke: Energía a aportar al terreno (J dm⁻³)
 - a: anchura de la labor (dm)
 - b: profundidad de la labor (dm)
 - L: longitud recorrida en una hora (dm)
- Apero**

 - $$N_{\text{PDA}} = P_a \cdot \text{sen } \alpha \cdot V_r \quad \left\{ \begin{array}{l} N_{\text{PDA}}: \text{ potencia del apero invertida en vencer pendientes (W)} \\ V_r: \text{ velocidad real (m s}^{-1}\text{)} \\ P_a: \text{ peso del apero (N)} \\ \alpha: \text{ ángulo de la pendiente (grados)} \end{array} \right.$$
 - $$N_{\text{tdf}} = M_{\text{tdf}} \cdot w_{\text{tdf}} = \frac{M_{\text{tdf}} \cdot n_{\text{tdf}} \cdot \pi}{30} \quad \left\{ \begin{array}{l} N_{\text{tdf}}: \text{ potencia tdf (W)} \\ M_{\text{tdf}}: \text{ par en la tdf (J rad}^{-1}\text{)} \\ w_{\text{tdf}}: \text{ velocidad angular (rad s}^{-1}\text{)} \\ n_{\text{tdf}}: \text{ revoluciones de la tdf (rev min}^{-1}\text{)} \end{array} \right. \quad N (W) = \frac{M (N.m) \cdot 2 \pi \cdot n (\text{rev min}^{-1})}{60}$$
 - $$N_h = \frac{Q_h \cdot P_h}{0,6 \cdot \mu_m \cdot \mu_v} \quad \left\{ \begin{array}{l} N_h: \text{ potencia en el hidráulico (W)} \\ Q_h: \text{ caudal de la bomba (l min}^{-1}\text{)} \\ P_h: \text{ presión del aceite (bar)} \\ \mu_m: \text{ rendimiento mecánico del sistema hidráulico} \\ \mu_v: \text{ rendimiento volumétrico del sistema hidráulico} \end{array} \right.$$

Pág. 1

Recopilación de fórmulas y coeficientes relacionados con la mecanización y tecnología agraria. Realizado por el Prof. Bernardo Martín, Dr. Ing. Agrónomo



Valores de fuerza unitaria requerida en el uso de maquinaria agrícola (ASAE D.496.2; Boto J.A.)

Arado de vertedera: Fuerza unitaria "k" por sección labrada ($N\ m^{-2}$) en función de la velocidad de avance "v" en $km\ h^{-1}$:

- Suelo arcillo-limoso: $k = 70.000 + 490 \cdot V^2$
- Suelo franco: $k = 30.000 + 200 \cdot V^2$
- Suelo arenoso: $k = 20.000 + 130 \cdot V^2$

Arado de disco: Fuerza unitaria "k" por sección labrada ($N\ m^{-2}$) en función de la velocidad de avance "v" en $km\ h^{-1}$:

- Suelo arcillo-limoso: $k = 52.000 + 390 \cdot V^2$
- Suelo franco: $k = 24.000 + 450 \cdot V^2$

Subsolador: Fuerza por cuerpo "Z" (N/cuerpo) y profundidad de labor "b" en m:

- Suelo franco-arcilloso: $k = (17.500\ a\ 28.000) \cdot b\ (m)$
- Suelo franco-arenoso: $k = (12.000\ a\ 19.000) \cdot b\ (m)$

Cultivador y chisel: Fuerza requerida por brazo "Z" ($N\ unidad^{-1}$) separado 30 cm, en función de la velocidad "v" en $km\ h^{-1}$ y profundidad de trabajo "b" en m:

- Suelo franco:
- Suelo franco-arcilloso:
- Suelo arcilloso:

Grada de discos: Fuerza requerida "Z" (N), en función del peso "p", expresado en kg, para una velocidad habitual de trabajo:

- Suelo arcilloso: $Z = 14,7 \cdot p\ (kg)$
- Suelo franco: $Z = 11,7 \cdot p\ (kg)$
- Suelo franco-arenoso: $Z = 7,8 \cdot p\ (kg)$

Otros aperos de laboreo secundario: Fuerza requerida "Z" (N), en función del ancho de trabajo, expresado en m, para un suelo medio:

- Grada de púas rígidas: $Z = (440\ a\ 730) \cdot a\ (m)$
- Grada de púas flexibles: $Z = (1460\ a\ 2190) \cdot a\ (m)$
- Barra escardadora: $Z = (880\ a\ 1830) \cdot a\ (m)$
- Rodillo escardador: $Z = (440\ a\ 880) \cdot a\ (m)$

Sembradoras: Fuerza requerida "Z" (N), en función del número de líneas "n", para condiciones habituales de siembra:

- Chorrillo "convencional": $Z = (130\ a\ 145) \cdot n\ (n^{\circ})$
- Chorrillo "siembra directa": $Z = (335\ a\ 670) \cdot n\ (n^{\circ})$
- Monograno: $Z = (450\ a\ 800) \cdot n\ (n^{\circ})$

Valores de energía a aportar al terreno "ke" por aperos de laboreo (Cañavate J.)

Fresadora: Energía (J), por volumen de suelo movido (dm^3)

- Suelo ligero: $ke = 120\ (J\ dm^{-3})$
- Suelo medio: $ke = 160\ (J\ dm^{-3})$
- Suelo pesado: $ke = 200\ (J\ dm^{-3})$

Valores habituales de los coeficientes de tracción, rodadura y adherencia (Cañavate J.)

Tipo de suelo	Neumáticos			Cadenas		
	Tracción χ	Rodadura ρ	Adherencia μ	Tracción χ	Rodadura ρ	Adherencia μ
Pista de hormigón seca.....	0,97	0,02	0,99	-	-	-
Camino de tierra.....	0,80	0,05	0,85	1,13	0,06	1,19
Suelo agrícola seco.....	0,58	0,07	0,64	0,85	0,07	0,92
Suelo agrícola húmedo.....	0,55	0,10	0,65	-	-	-
Arena suelta seca.....	0	0,35	0,20	0,55	0,20	-

Coef. de resbalamiento máximo tolerable entre el 2 y 20%. Cuando no haya resbalamiento: $\chi + \rho = \mu$

Condición de vuelco estático:

La condición de vuelco longitudinal es: $\text{tag } \alpha \geq \frac{L_2}{h}$

La condición de vuelco transversal es: $\text{tag } \beta \geq \frac{S}{2 \cdot h}$

α : ángulo de pendiente longitudinal (grados)
 L_2 : longitud del c.d.g. al eje trasero (m)
 h: altura del c.d.g. (m)
 β : ángulo de pendiente transversal (grados)
 S: anchura del tractor (m)
 h : altura del c.d.g. (m)

Conducción segura:

El reparto de pesos para que el conductor pueda controlar la dirección en un tractor de 2RM será: $A > 0,2 \cdot P$

A : Peso que recae sobre el eje delantero en situación dinámica
 P : Peso total de tractor

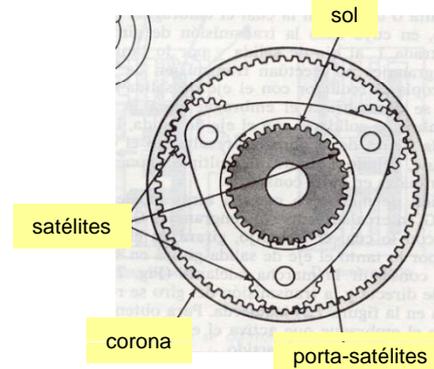
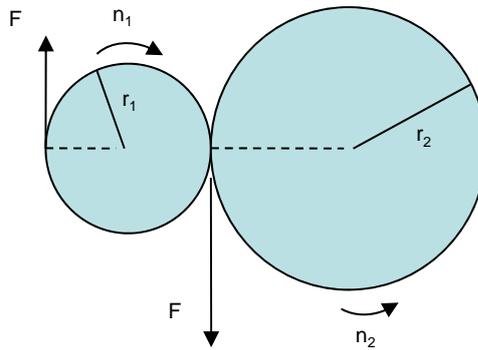
Transmisión por engranajes:

$r_1 \cdot n_1 = r_2 \cdot n_2$
 $r_1 \cdot M_2 = r_2 \cdot M_1$

n : velocidad de giro (rev min⁻¹)
 r :radio del engranaje ~ nº de dientes
 M : par

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{M_2}{M_1}$$

$$V_{\text{avance}} (\text{km h}^{-1}) = \frac{3,6 \cdot 2\pi \cdot n_{\text{motor}} (\text{rev min}^{-1}) \cdot r (\text{m})}{60 \cdot i_{12}}$$



Transmisión por tren epicicloidal (fórmula de Willis)

$$\frac{n_{\text{sol}} - n_{\text{portasatélites}}}{n_{\text{corona}} - n_{\text{portasatélites}}} = - \frac{r_{\text{corona}}}{r_{\text{sol}}}$$

n : velocidad giro (rev min⁻¹)
 r : nº de dientes

Unidades de medida

Unidades fundamentales

Magnitud	nombre	símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s

Otras unidades y equivalencias

Unidades	Valor
1 kg-fuerza	9,8 N
1 kW	1,36 CV
1 Pa	1 N . m ⁻² = 10 ⁻⁵ bar
1 Atm	1,013 bar

Unidades derivadas

Magnitud	nombre	símbolo	expresión en otras unidades del S.I.
Fuerza	newton	N	m . kg . s ⁻²
Presión	pascal	Pa	m ⁻¹ . kg . s ⁻² ó N . m ⁻²
Energía , trabajo	julio	J	m ² . kg . s ⁻² ó N . m
Potencia	watt	W	m ² . kg . s ⁻³ ó j . s ⁻¹ ó N . m . s ⁻¹

Costes

Vida estimada de maquinaria agrícola

(ASAE D497.4, Torregrosa A., Boto J.A. Gil-Ribes J.)

Grupo de máquinas	Vida estimada	
	horas	años
Tractor 2 RM	12000	12
Tractor 4 RM	16000	16
Aperos de laboreo no accionados a tdf	2500	12
Aperos de laboreo accionados a tdf	2500	7
Abonadoras	1200	10
Pulverizador	1500	10
Trituradora	1500	10
Remolque	3000	15
Remolque estercolador	2500	10
Cosechadora / vendimiadora	2250	10
Paraguas vibrador	2500	6

Valor residual (Vr) de la maquinaria agrícola en el año J de vida (ASABE)

Grupo de máquinas	Valor residual
Tractores y motores estacionarios	$0,78 \cdot 0,86^J$
Cosechadoras autopropulsadas	$0,95 \cdot 0,81^J$
Maquinaria accionada a tdf y m. forrajera	$0,80 \cdot 0,84^J$
Resto de aperos	$0,75 \cdot 0,88^J$

Costes de reparación y mantenimiento (ASABE)

Grupo de máquinas	%Va
Tractores de 4 RM y cadenas	$2,4 \cdot X^{1,5}$
Tractores de 2 RM y motores estacionarios	$2,9 \cdot X^{1,5}$
Cosechadoras autopropulsadas	$0,096 \cdot X^{1,4}$
Cosechadoras accionadas a tdf	$0,127 \cdot X^{1,4}$
Remolques, sembradoras y pulverizadores	$0,159 \cdot X^{1,4}$
Abonadoras	$0,191 \cdot X^{1,4}$
Aperos de laboreo	$0,301 \cdot X^{1,3}$

Grupo tractores (fila 1ª y 2ª): X se expresa en miles de horas
 Resto de grupos: X se expresa en tanto por ciento de horas de uso respecto a la vida total de la maquina

Amortización

$$A = \frac{V_a - V_r}{H}$$

A: Amortización (€h⁻¹)
 V_a: valor de adquisición (€)
 V_r: valor residual (€)
 H: vida máxima (horas)

Reparación y mantenimiento

Rep. y mmto. = 1/100 · Va · fórmula tabla (€)

Interés del capital invertido (I)

$$I = i \cdot \frac{V_a + V_r}{2 \cdot h}$$

I: Interés del capital invertido (€h⁻¹)
 i: interés del dinero (%)
 V_a: valor de adquisición (€)
 V_r: valor residual (€)
 h: uso anual (horas)

Alojamiento

- Coste anual aprox. el 1% V_a (€ año⁻¹)
- 2ª opción: conocer el valor de la nave (a 20 años) y calcular que parte le corresponde a cada apero

Seguros e impuestos

- Coste anual aprox. el 1% V_a (€ año⁻¹)
- 2ª opción: conocer el valor del seguro e impuestos que se paga

Combustibles y lubricantes

$$Q = \frac{p \cdot q_e \cdot g}{\mu}$$

Q: coste combustible (€h⁻¹)
 μ: densidad gasóleo: 890 g l⁻¹
 p: potencia utilizada (kW) [valor habitual entre 40-60% Pot max.]
 g: coste gasóleo (€ l⁻¹) [valor de mercado 0,40 € l⁻¹]
 q_e: consumo específico (g kW⁻¹·h⁻¹) [valor de referencia 220 g kW⁻¹h⁻¹]

Mano de obra

Valor habitual 6 - 7 €/h
 Se incluye 10-20% más de tiempo para mantenimiento

Regulación de la dosis en pulverizadores hidráulicos:

Determinación del volumen aplicado de líquido

1. Caudal del equipo:

$$Q \text{ (l min}^{-1}\text{)} = \frac{D \text{ (l ha}^{-1}\text{)} \cdot a \text{ (m)} \cdot v \text{ (km h}^{-1}\text{)}}{600}$$

Q: caudal (l min⁻¹)
 D: dosis del equipo (l ha⁻¹)
 v: velocidad (km h⁻¹)
 a: ancho de la barra (m)

2. Caudal de cada boquilla:

$$Q \text{ (l min}^{-1}\text{)} = q \text{ (l min}^{-1}\text{)} \cdot n$$

Q: caudal del equipo (l min⁻¹)
 q: caudal de una boquilla (l min⁻¹)
 n: nº de boquillas

3. Relación caudal-presión en una boquilla:

$$q \text{ (l min}^{-1}\text{)} = k \cdot p^{1/2} \text{ (bar)}$$

q: caudal de una boquilla (l min⁻¹)
 k: coef. de cada tipo de boquilla
 p: presión de trabajo (bar)

Tabla de colores normalizados del cuerpo de las boquillas (Según ISO 10.625/96)

Presión (bar)	Caudal nominal (l min ⁻¹) a 3 bar							
	naranja	verde	amarillo	azul	rojo	marrón	gris	blanco
3	0,4	0,6	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2

Caudales para presiones de 3 bar, se admite una desviación de ± 5 %

Potencia que consume una bomba de presión:

$$P \text{ (kW)} = \frac{p \text{ (bar)} \cdot Q \text{ (l min}^{-1}\text{)}}{600 \cdot \eta}$$

P: potencia (kW)
 p: presión (bar)
 Q: caudal (l min⁻¹)
 η: rendimiento de la bomba

Rendimiento de la bomba de presión

B. de pistón	B. de membrana
30% a 5 bar	25% a 2 bar
75% a 30 bar	35% a 4 bar
	55% a 10 bar

Capacidad efectiva de trabajo de las máquinas:

$$S_e \text{ (ha h}^{-1}\text{)} = \frac{a \text{ (m)} \cdot v \text{ (km h}^{-1}\text{)}}{10} \cdot \eta$$

S_e: Capacidad efectiva de trabajo (ha h⁻¹)
 a: anchura de trabajo (m)
 v: velocidad de avance (km h⁻¹)
 η: rendimiento de la labor

Rendimientos medios de distintos labores

Laboreo	70-90%
Abonado	60-80%
Pulverizador hidráulico	50-80%
Pulverizador hidroneumático	55-70%
Sembradora	50-75%
Cosechadora	60-85%

Características más importantes de un ventilador:

• Caudal de aire que sale del ventilador (m³/h):

$$Q_{\text{aire}} \text{ (m}^3 \text{ h}^{-1}\text{)} = v \text{ (m s}^{-1}\text{)} \cdot a \text{ (m)} \cdot l \text{ (m)} \cdot 3600$$

- Q: caudal del ventilador (m³ h⁻¹)
- v: velocidad media de salida de aire por la tobera (m s⁻¹)
- a: ancho de salida (m)
- l: longitud de salida (m)

• Potencia consumida por el ventilador (w)

$$N \text{ (W)} = \frac{Q_{\text{aire}} \text{ (m}^3 \text{ h}^{-1}\text{)} \cdot \rho \text{ (kg m}^{-3}\text{)} \cdot v^2 \text{ (m s}^{-1}\text{)}^2}{3600 \cdot 2 \cdot \eta}$$

- η : rendimiento
- v : velocidad del aire (m s⁻¹)
- ρ : densidad del aire (1,3 kg m⁻³)

Regulación de la dosis en pulverizadores hidroneumáticos

1. Necesidad teórica de aire de una plantación arbórea según la velocidad a la que se avanza por la parcela (m³/h) :

$$A_{\text{teo}} \text{ (m}^3 \text{ h}^{-1}\text{)} = \frac{1000 \cdot v \text{ (km h}^{-1}\text{)} \cdot a \text{ (m)} \cdot h \text{ (m)}}{k^*}$$

- A_{teo}: Necesidad teórica de aire (m³ h⁻¹)
- v: velocidad de avance (km h⁻¹)
- a: ancho de calle (m)
- h: altura del árbol (m)
- k* : coeficiente de expansión (depende de la densidad de vegetación)
 k = 2,0-2,5 cultivo muy denso
 k = 3,0-3,5 cultivo poco denso

2. Dosis de aplicación (l/ha) :

2.1 Cálculo del volumen de vegetación por ha (TRV):

$$\text{TRV (m}^3 \text{ ha}^{-1}\text{)} = \frac{H \text{ (m)} \cdot D \text{ (m)} \cdot 10.000 \text{ (m}^2 \text{ ha}^{-1}\text{)}}{a \text{ (m)}}$$

- TRV: Volumen de vegetación (m³ ha⁻¹)
- H: altura del árbol (m)
- D: Diámetro del árbol (m)
- a: anchura de la calle (m)

2.2. Determinación de la dosis de líquido (l/ha)

Se utiliza el **índice de volumen** para relacionar el volumen de líquido necesario para realizar el tratamiento con el volumen de vegetación calculado con TRV

$$\text{Dosis (l ha}^{-1}\text{)} = \text{Volumen vegetación (m}^3 \text{ ha}^{-1}\text{)} \cdot \text{Índice volumen (ml m}^{-3}\text{)} / 1000$$

Índice de volumen (ml m⁻³)

Muy alto.....	120
Alto.....	100
Medio.....	70
Bajo.....	50
Muy bajo.....	30
Ultra bajo.....	10

Una vez determinada la dosis de líquido (D [l/ha]) que le corresponde a un volumen de vegetación dado (TRV), ya se puede determinar el caudal del equipo (Q [l/min])

$$Q \text{ (l min}^{-1}\text{)} = \frac{D \text{ (l ha}^{-1}\text{)} \cdot a \text{ (m)} \cdot v \text{ (km h}^{-1}\text{)}}{600}$$

- Q: caudal (l min⁻¹)
- D: dosis del equipo (l ha⁻¹)
- v: velocidad (km h⁻¹)
- a: ancho de la barra (m)

Velocidades de trabajo y eficiencias de algunas labores agrícola (ASAE D.496.2; Boto J.A.; Cañavate J.)

Máquina	Eficiencia (%)		Velocidad de trabajo (km h ⁻¹)	
	Rango	Típica	Rango	Típica
Laboreo				
Arado de vertedera.....	70-90	85	5-10	7
Arado de discos.....	70-90	85	5,5-10	7
Grada de discos.....	70-90	80	6,5-10	10
Chisel.....	70-90	85	6,5-10,5	8
Cultivador.....	70-90	85	8-13	11
Grada de púas.....	70-90	85	8-13	11
Rodillo.....	70-90	85	7-12	10
Azada rotativa.....	70-85	80	13-22,5	19
Cultivador.....	70-90	80	5-11	8
Cultivador rotativo.....	70-90	85	2-7	5
Abonado				
Abonadora centrífuga.....	60-80	70	8-16	11
Remolque distribuidor de estiércol.....	60-80	70	5-8	7
Siembra				
Sembradora a chorrillo.....	50-75	65	6-10	8
Sembradora monograno (maíz).....	50-75	65	5-9	7
Sembradora monograno (otros, incluidos hortícolas).....	50-75	65	4-7	6
Plantadora.....	50-75	65	6,5-11	9
Tratamientos fitosanitarios				
Pulverizador hidráulico.....	50-80	65	5-11,5	10,5
Pulverizador hidroneumático.....	55-70	60	3-8	5
Recolección				
Deshojadora de maíz.....	60-75	65	3-6,5	4
Segadora.....	75-85	80	5-10	8
Segadora rotativa.....	75-90	80	5-10	8
Segadora-acondicionadora.....	75-85	80	5-10	8
Segadora-acondicionadora rotativa.....	75-90	80	8-19	11
Rastrillo de trabajo lateral.....	70-90	80	6,5-13	10
Empacadora rectangular.....	60-85	75	4-10	6,5
Empacadora rectangular (macro-pacas).....	70-90	80	6,5-13	8
Empacadora cilíndrica.....	55-75	65	5-13	8
Cosechadora de cereales.....	65-80	70	3-6,5	5
Cosechadora de forraje arrastrada.....	60-85	70	2,5-8	5
Cosechadora de forraje autopropulsada.....	60-85	70	2,5-10	5,5
Cosechadora de remolacha.....	50-70	60	6,5-10	8
Cosechadora de algodón.....	60-75	70	3-6	4,5
Cosechadora de patata.....	55-70	60	2,5-6,5	4
Arrancadora de judía.....	70-90	80	6,5-11,5	8
Descoronadora de remolacha.....	70-90	80	6,5-11,5	8

La masa necesaria de un tractor para trabajos de tracción en función de su potencia se puede calcular de forma aproximada utilizando la expresión (Márquez, 1999):

$$P \text{ (kg)} = \frac{N \text{ (kW)} \times 0,75 \times 200}{V_t \text{ (km h}^{-1}\text{)} \times \eta_t \times \mu \times C_{TR}}$$

Siendo:

- P: masa necesaria (incluido lastre) en kg
- N: potencia del tractor, en kW
- 0,75 puesto que se considera que se utiliza el 75% de la potencia máxima
- 200: valor para poder utilizar las unidades indicadas
- η_t : eficiencia de la transmisión (0,9 equivalente al 90%)
- V_t : velocidad teórica de avance en km h⁻¹ (sin descontar el resbalamiento)
- μ : coeficiente de adherencia según el tipo de suelo (de 0,5 a 0,9)
- C_{TR} : coeficiente de tipo de tractor (1 en tractores de 4RM y 0,85 para 2RM)

Velocidad crítica (V_c): velocidad por debajo de la cual no se puede trabajar en tracción sin utilizar lastre (suponiendo que se utiliza el 75% de la potencia máxima). Dicha V_c se puede obtener de la expresión anterior conociendo P.