



# Plataforma de conocimiento para el medio rural y pesquero

© Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino 2011

## INFORMACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN DE LA HOJA DE CÁLCULO

El modelo de cálculo está estructurado en tres bloques:

- El primero permite calcular la potencia del tractor necesaria para accionar la máquina, y elegir éste, u otro de potencia diferente.
- El segundo bloque permite calcular los costes de utilización del apero elegido, en función del tiempo de utilización anual, y del tractor teniendo en cuenta su nivel de carga
- En el tercer bloque se presentan un resumen, junto con la representación de los costes unitarios del tractor más el apero o máquina en función de la utilización anual, y permite modificar algunos parámetros de funcionamiento para determinar como varían estos costes unitarios

Para seleccionar el apero o máquina que se quiere analizar, se debe de actuar sobre la pestaña situada en la parte superior de la hoja hasta que aparezca el nombre del mismo.

Así, aplicando el modelo de cálculo a un chisel de 3 m de anchura, con 18 cm de profundidad de trabajo, se obtienen los siguientes valores:

### Bloque 1

APERO / MÁQUINA:		Chisel						Suelo	Resist.esp.
Anchura de trabajo:	max	600						baja	40
		<b>300</b>	cm					media	<b>60</b>
	min	300						alta	80
Profundidad / factor corrector	max	25						Eficiencia	
		<b>18</b>	cm/ud.					Baja	0.65
Profundidad / corrección								Media	0.75
	min	18						Alta	<b>0.85</b>
Anchura trabajo		3.0	m						
Peso máquina (carga equiv.)		750	kg/ud.	250	kg/m				
Resistencia suelo /equiv.		60	kPa/ud.					Nivel de carga (%)	
Coefficiente corrector		0.5						Bajo	25
Fuerza /equivalente		1620	daN/ud.					Medio	50
Velocidad de trabajo		<b>9</b>	km/h					Alto	<b>75</b>
Potencia de tracción		41	kW						
	s / n	55	CV			75		Nivel carga elegido (%)	
Pendientes fuertes (s/n)		<b>11</b>	CV	(Δ 20%)					
Pot a la barra i/rod+desliz		88	CV						
Capacidad trabajo teórica		0.37	h/ha		N / E	<b>118</b>		Potencia tractor necesaria	
Eficiencia		0.85				<b>120</b>	x	Potencia tractor escogido	
Capacidad trabajo real		<b>0.44</b>	h/ha						
		<b>2.30</b>	ha/h						

Se puede modificar, actuando sobre el marcador correspondiente, la resistencia del suelo (media = 60 kPa), la eficiencia en parcela (alta=0.85) y el nivel de carga del tractor (alto = 75%). La velocidad de trabajo se puede modificar utilizando el cursor deslizante situado en la línea de "velocidad de trabajo", al igual que la anchura del apero, y la profundidad de trabajo. En todos los casos se han introducido unos límites máximo y mínimo (en la tabla situada en la parte derecha de la hoja de cálculo) que se consideran lógicos en el tipo de operación considerada.



## Plataforma de conocimiento para el medio rural y pesquero

© Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino 2011

En todas las hojas que pueden relacionarse directamente con el trabajo del suelo (aperos y máquinas para la siembra), para poder utilizar el modelo de cálculo correspondiente al arado de vertedera, se utiliza un “coeficiente corrector” que modificar la resistencia específica del suelo correspondiente al trabajo con vertedera, para la que se toma coeficiente corrector igual a 1. En el resto de los aperos, el coeficiente corrector es inferior a 1 (menor grado de pulverización del suelo para la sección removida = anchura x profundidad). Se incluye la posibilidad de incrementar la potencia para el caso de parcelas en pendiente, actuando sobre el marcador correspondiente. La potencia calculada para el tractor incluye el incremento para compensar las pérdidas por rodadura y patinamiento (incremento del 25%).

Para continuar el cálculo de los costes, se puede elegir un tractor de potencia igual a la calculada, o de otra diferente, marcando la cuadrícula correspondiente y utilizando el cursor deslizante que se encuentra situado en la línea de la capacidad de trabajo.

### Bloque 2

COSTES DE UTILIZACIÓN									
		L/h	L/ha	€/h	€/ha	Coste Gasóleo			
Combustible		18.3	8.0	18.3	8.0	1.00	€/L		
Coste apero/máquina									
Horas trabajo anuales		65	h/año		Superficie	150	ha/año		
Precio de adquisición		6000	€		2000	€/m-€/kl	Apero		Vida útil
recomendado			propio				65 h/año		
amort. - desgaste	3000	3000		h	2.00	€/h	horas		910
amort. - obsolescencia	20	20	20	años	4.59	€/h	años		13.9
interés	6	6		%	3.30	€/h			
seguros	0.2	0.2	0.2	% PA	0.18	€/h	Tractor		Vida útil
resguardo	0.1	0.1	0.1	% PA	0.09	€/h	800 h/año		
mantenim-reparaciones	1.1	1.1		€/ha	2.52	€/h	horas		6857
				Coste total	12.69	€/h	años		8.6
					5.53	€/ha			
Coste tractor auxiliar									
	Adquisición	400	€/kW				Amortizac.		
	PA	35294	€	Potencia	88	kW	12000	horas	
	tasa interés	6	%		120	CV	20	años	
	gasóleo	1.00	€/L				Seguros	0.2	%
							Resguardo	0.1	%
	Consumo de combustible	18.3	L/h				Factor M-R	0.20	€/L
		baja	media	alta			Factor carga		
	carga	25	40	50	75	85	%		
	factor	0.100	0.129	0.150	0.207	0.236	L/h-kW	0.207	
	Carga recomendada	75	%	Real	73	%			
	Tractor (horas/año)								
		A1	A2	I	S+R	Comb.	M-R	Total	€/h
		800	2.94	2.21	1.59	0.13	18.26	3.65	28.79
									€/h
									s/comb.
									10.52

Para el cálculo de los costes de utilización del apero se utilizan las hipótesis marcadas como recomendado, que proceden de la tabla situada en la parte derecha de la hoja de cálculo, o bien cambiarlas por las propias y marcar el indicador de “propio”. Para el precio de adquisición se utiliza la referencia de la tabla adjunta (en €/m de anchura, u otras unidades para determinados tipos de máquinas), y la utilización anual estimada puede modificarse mediante el



## Plataforma de conocimiento para el medio rural y pesquero

© Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino 2011

---

cursor situado en la línea correspondiente a “Coste apero/máquina”. Al seleccionar el número de ha/año, las horas/año se calcular teniendo en cuenta la capacidad efectiva de la máquina en h/ha.

La explicación detallada del modelo de cálculo empleado para determinar los costes de utilización de máquinas y tractores se puede encontrar en la “Plataforma del Conocimiento” del MARM, en la dirección:

<http://www.marm.es/app/mecanizacion/FichasCostes/Docs/Metodología%20Cálculo%20Costes.pdf>

Las hipótesis utilizadas para el cálculo de los costes de utilización del tractor (sin incluir la mano de obra) se encuentran en la parte baja de este 2º bloque (marcadas en azul) y pueden modificarse cambiando directamente el valor de la celda correspondiente, al igual que los 400 €/kW estimado como coste de adquisición del tractor.

El consumo de combustible se calcula en función de la potencia del tractor y del nivel de carga real que imponga la máquina y el tiempo de utilización del tractor (en h/año) puede modificarse desplazando el cursor correspondiente. Asimismo se puede modificar el coste del combustible (€/L) actuando sobre su cursor.

Como resumen de los cálculos del bloque se presentan los costes del apero o máquina en €/h y €/ha, sin incluir el tractor, y los costes de utilización del tractor (sin tractorista) en €/h.

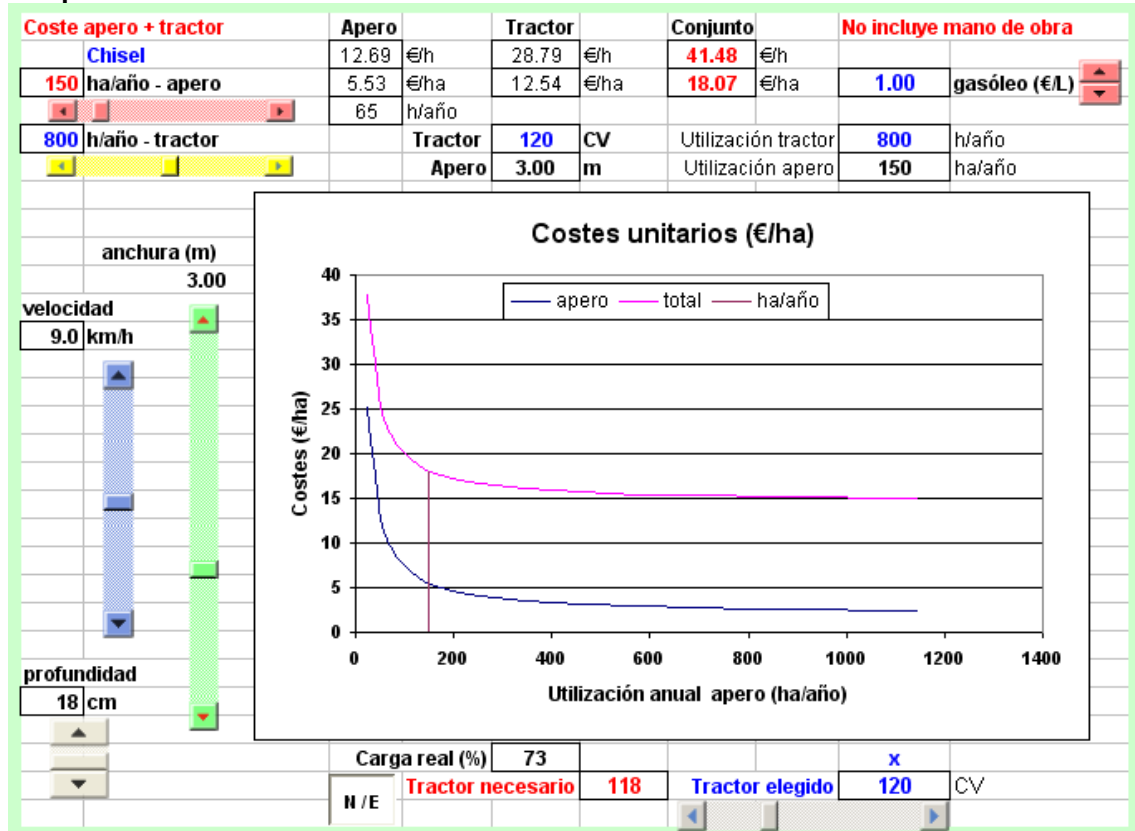
En el tercer bloque se resumen los costes correspondientes al tractor y al apero y se pueden utilizar los cursores deslizantes de esta parte de la hoja para modificar los parámetros principales. Estos cursores deslizantes están sincronizados con los equivalentes situados en los demás bloques de la hoja. Marcando la cuadrícula situada a la izquierda de “Tractor necesario” se puede elegir un tractor con potencia diferente variable actuando sobre el cursor deslizante correspondiente.



# Plataforma de conocimiento para el medio rural y pesquero

© Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino 2011

## Bloque 3



### Información complementaria

Aplicando este modelo de cálculo a máquinas en las que la potencia que demandan del tractor que las acciona no solo depende de la resistencia específica del suelo, se han introducido algunos cambios, utilizando el cursor de "profundidad de trabajo" como factor corrector, para ajuste mas preciso de la potencia que demanda la máquina.

Así en el las máquinas sembradoras sirve para compensar el mayor peso de la máquina (tamaño de la tolva) y estado del suelo, complementando lo que ya se indica como "resistencia específica". Se puede decir que una sembradora demanda, en lo que respecta al trabajo del suelo, una potencia cercana a la de un cultivador, ya que aunque sea algo menor hay que contar con la necesaria para el desplazamiento de la máquina (resistencia a la rodadura) y de los mecanismos de dosificación de la semilla.

El grupo de máquinas que se han incluido en un segundo bloque son las que el contenido de depósitos y tolvas es grande, por lo que la resistencia al avance para vencer la rodadura de la máquina se puede vincular a la masa del vehículo, corrigiéndola para tener en cuenta la potencia que demandan los mecanismos de la máquina. Esto se aplica a equipos para la distribución de fertilizantes, a equipos de aplicación de fitosanitarios y a remolques autocargadores de forraje. En el caso de los atomizadores el "factor de corrección" será mayor, ya que la potencia demandada por el equipo de aire es alta.



## Plataforma de conocimiento para el medio rural y pesquero

© Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino 2011

Así en el caso de un pulverizador arrastrado la leyenda correspondiente al “tipo de suelo” aparece modificada teniendo en cuenta la capacidad del depósito.

### Máquinas del grupo 2 – Bloque 1

APEROS / MÁQUINA:		Pulverizador arrastrado	
Anchura de trabajo:	max	3000	
		<b>2000</b>	cm
	min	2000	
Profundidad / factor corrector	max	20	
		<b>10</b>	cm/ud.
	min	10	
Profundidad / corrección		10	cm
Anchura trabajo		20.0	m
Peso máquina (carga equiv.)		2400	kg/ud. / kg/m
Resistencia suelo /eqiv.		2000	kPa/ud.
Coefficiente corrector		0.2	
Fuerza /equivalente		1800	daN/ud.
Velocidad de trabajo		<b>9</b>	km/h
Potencia de tracción		40	kW
	s / n	54	CV
Pendientes fuertes (s/n)		<b>11</b>	CV (Δ 20%)
Pot a la barra i/rod+desliz		87	CV
Capacidad trabajo teórica		0.06	h/ha
Eficiencia		0.85	
<b>Capacidad trabajo real</b>		<b>0.07</b>	<b>h/ha</b>
		<b>15.30</b>	<b>ha/h</b>

Tipo de suelo		Tamaño (L)
<input type="radio"/>	baja	1500
<input checked="" type="radio"/>	media	2000
<input type="radio"/>	alta	2500

Eficiencia	
<input type="radio"/>	Baja 0.65
<input type="radio"/>	Media 0.75
<input checked="" type="radio"/>	Alta 0.85

Nivel de carga (%)	
<input type="radio"/>	Bajo 25
<input type="radio"/>	Medio 50
<input checked="" type="radio"/>	Alto 75

Nivel carga elegido (%)	
	75

Potencia tractor necesaria	
	<b>116</b>

Potencia tractor escogido	
	<b>120</b>

Con las hipótesis de la figura adjunta, en la que está incluida la corrección por fuertes pendientes, se necesitaría un tractor de 116 CV. En el cálculo se ha utilizado una anchura de barras porta-boquillas de 20 m. El cursor de “Profundidad / factor de corrección” se ha situado en la posición de “mínimo” (valor=10), y se puede utilizar para corregir un aumento de la anchura de las barras, o cuando el volumen de aplicación es más elevado. Si aumenta la velocidad de avance, de manera simultánea lo hace la potencia necesaria, considerando constante el esfuerzo de tracción.

El cálculo de los costes de operación no presenta diferencias con el de los aperos de trabajo del suelo. En cualquier caso, con solo fijar la anchura de trabajo, la velocidad de avance y el tractor disponible se pueden hacer la previsión de costes de utilización

En el tercer grupo de máquinas han incluido aquellas en la que la potencia depende de la cosecha, como las segadoras acondicionadoras, o de la capacidad de procesamiento de la máquina, como las empacadoras y las picadoras de forraje.

Al igual que para las máquinas incluidas en el segundo grupo, se ha modificado la leyenda de la primera parte de la hoja de cálculo, según aparece en la figura adjunta para el caso de las rotoempacadoras.



# Plataforma de conocimiento para el medio rural y pesquero

© Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino 2011

## Máquinas del grupo 3 – Bloque 1

APEROS / MÁQUINA:

Anchura de trabajo:	max	600			Capacidad	t/h	
		500	cm			baja	10
	min	200				media	12
					alta	14	
Profundidad / factor corrector	max	11			Eficiencia		
		5	cm/ud.		Baja	0.65	
	min	5			Media	0.75	
					Alta	0.85	
Profundidad / corrección		5	cm				
Anchura trabajo		5.0	m				
Peso máquina (carga equiv.)		14.4	kg/ud.	kg/m			
Resistencia suelo /equiv.		12	kPa/ud.		Nivel de carga (%)		
Coefficiente corrector					Bajo	25	
Fuerza /equivalente			daN/ud.		Medio	50	
Velocidad de trabajo		8	km/h		Alto	75	
Potencia de tracción		40	kW				
	s / n	54	CV		75	Nivel carga elegido (%)	
Pendientes fuertes (s/n)		11	CV	(Δ 20%)			
Pot a la barra irrod+desliz		87	CV		CV		
Capacidad trabajo teórica		0.25	h/ha		116	Potencia tractor necesaria	
Eficiencia		0.75			120	Potencia tractor escogido	
Capacidad trabajo real		0.33	h/ha		120		
		3.00	ha/h				

Se ha elegido una anchura de trabajo (separación de cordones de paja) de 5 m, y una velocidad de avance de 8 km/h, con una máquina de tipo medio (12 t/h), que en suelos en pendiente demandaría un tractor con 116 CV de potencia. El cursor "Profundidad/factor corrector" se ha posicionado en el nivel mínimo (valor=5), y puede modificarse cuando la cantidad de producto por unidad de superficie es más elevada.

Al igual que para las máquinas incluidas en el segundo bloque, el cálculo de los costes de la parte baja de la hoja de cálculo sigue idéntica metodología. La capacidad de trabajo de la máquina y la potencia del tractor elegido, condicionan los costes de operación.