



1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

Vila Real, abril 2006



¿Qué es un tractor?

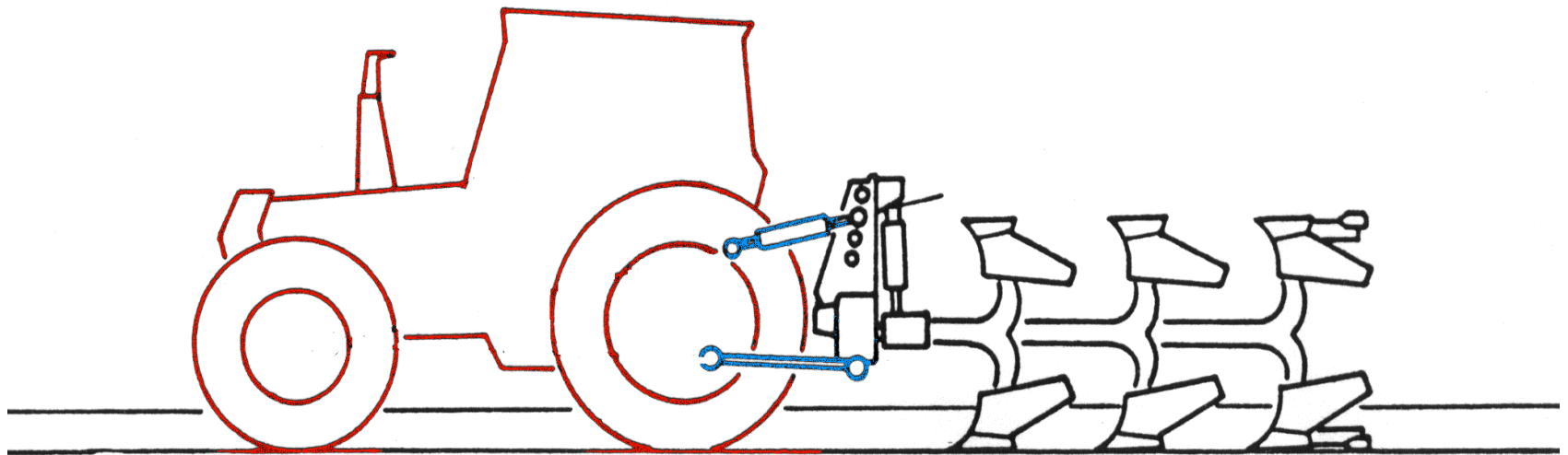


Luis Márquez
Dr. Ing. Agrónomo
Universidad Politécnica de Madrid



1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

Esencialmente un vehículo para realizar tracción





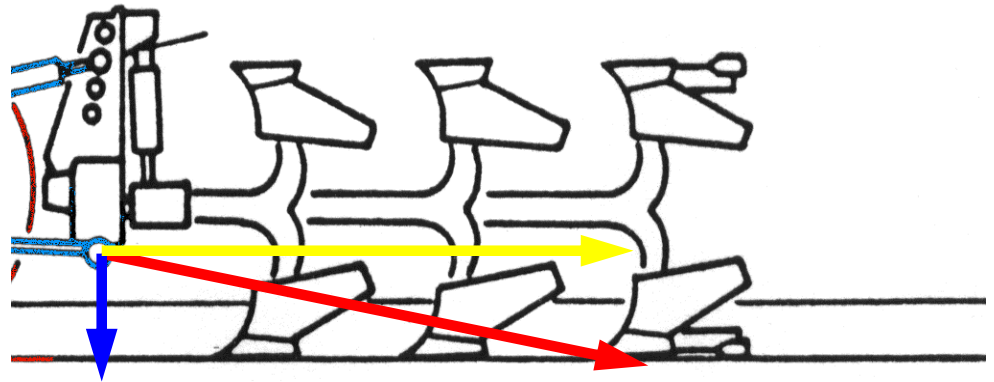
1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

¿Que se le exige?

Esfuerzo de tracción elevado (próximo a su masa)

Velocidades:

- Lentas: < 4 km/h
- Trabajo: $4-10$ km/h
- Transporte: > 10 km/h

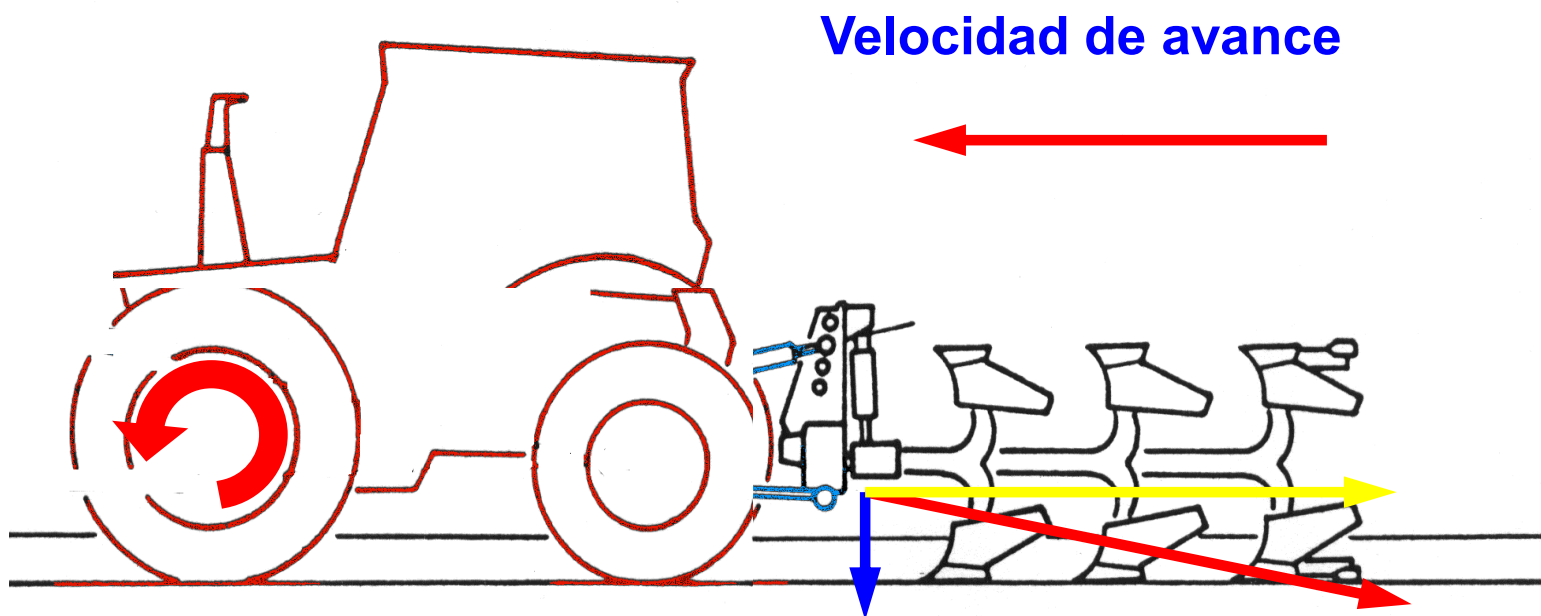


Polivalencia para las diferentes operaciones agrícolas



1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

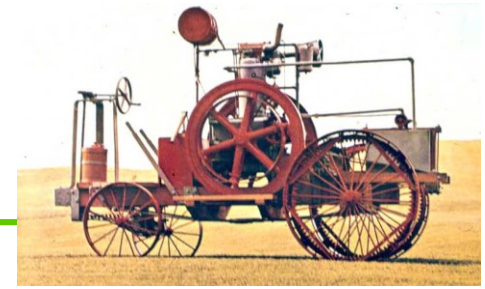
¿Por qué no son así?



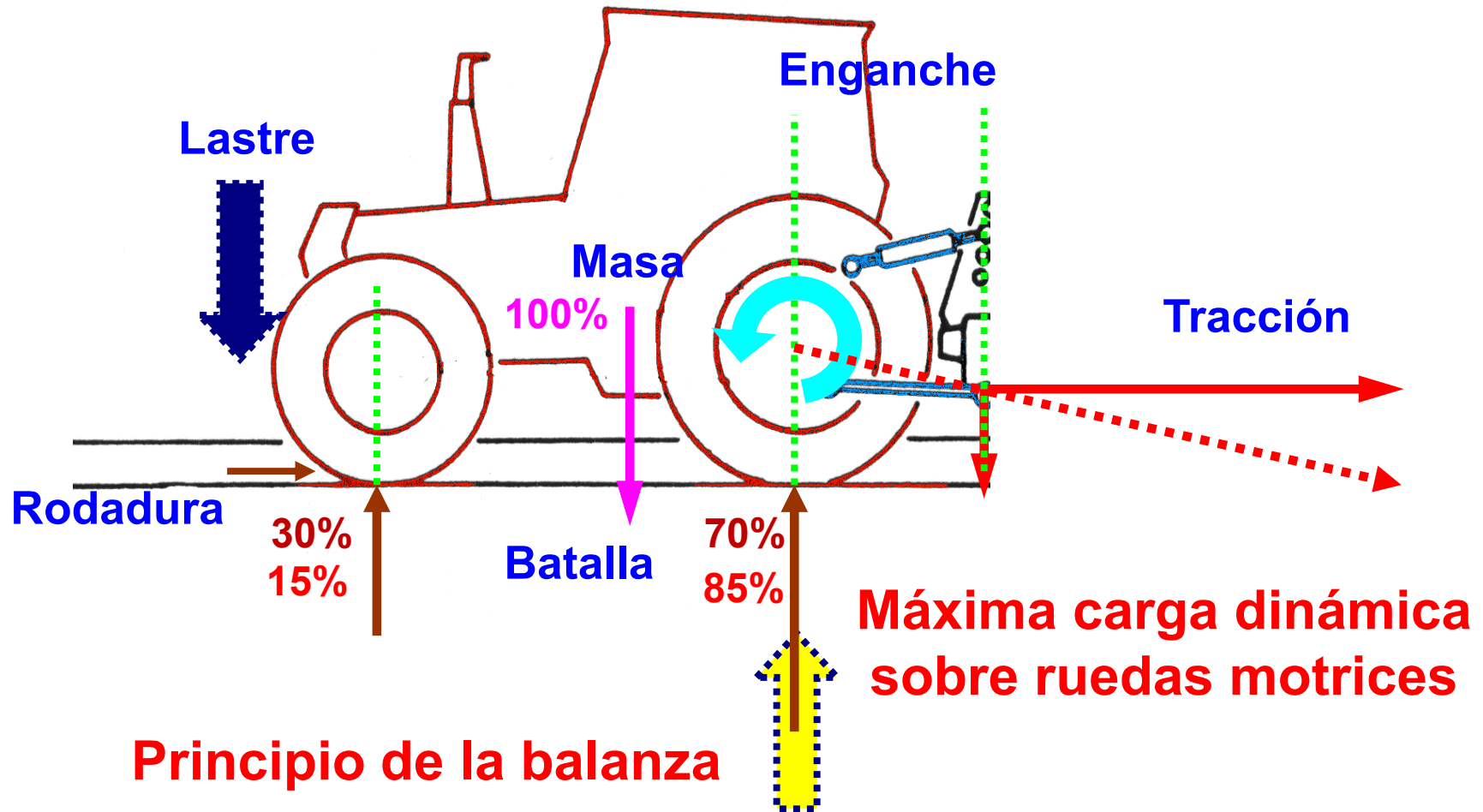
Tractores antiguos



Optimización del diseño



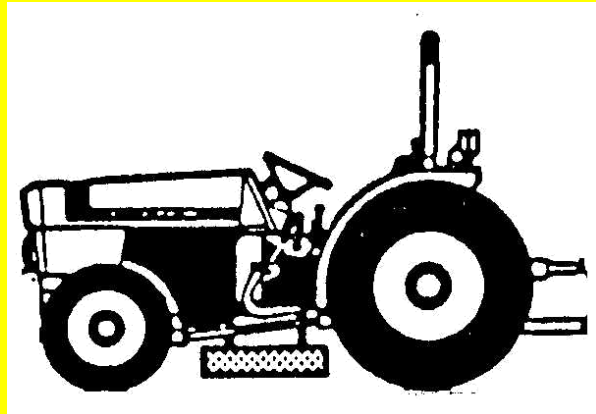
Equilibrio dinámico de las fuerzas (estabilidad y eficiencia)



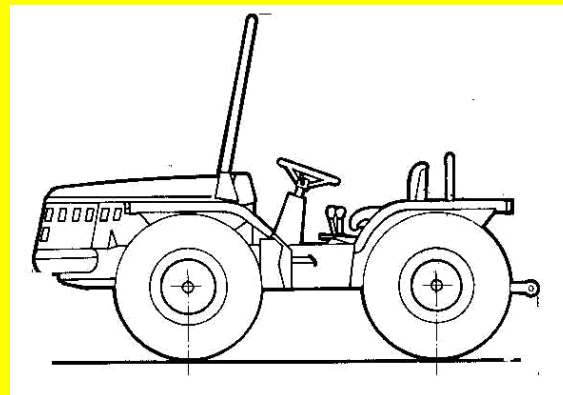


1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

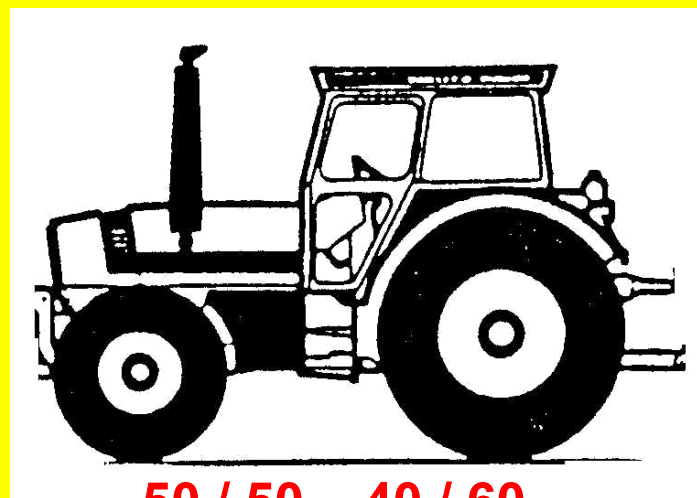
Las alternativas: reparto de masas



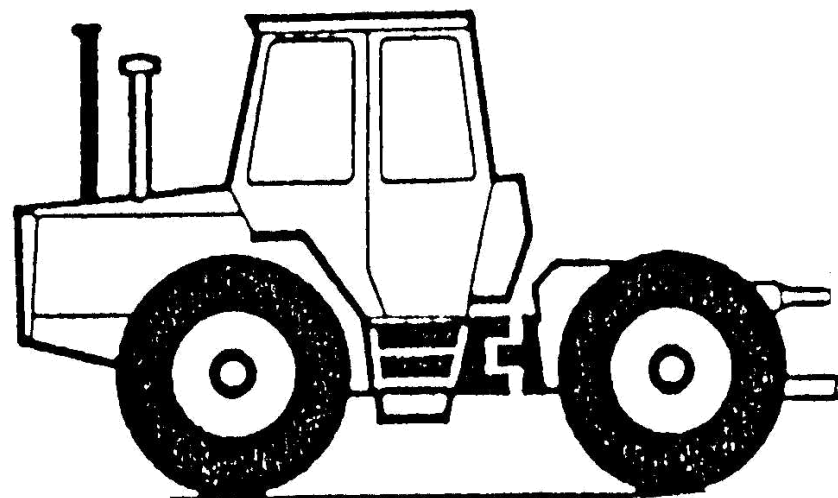
30 / 70 – 15 / 85



60 / 40 – 50 / 50



50 / 50 – 40 / 60

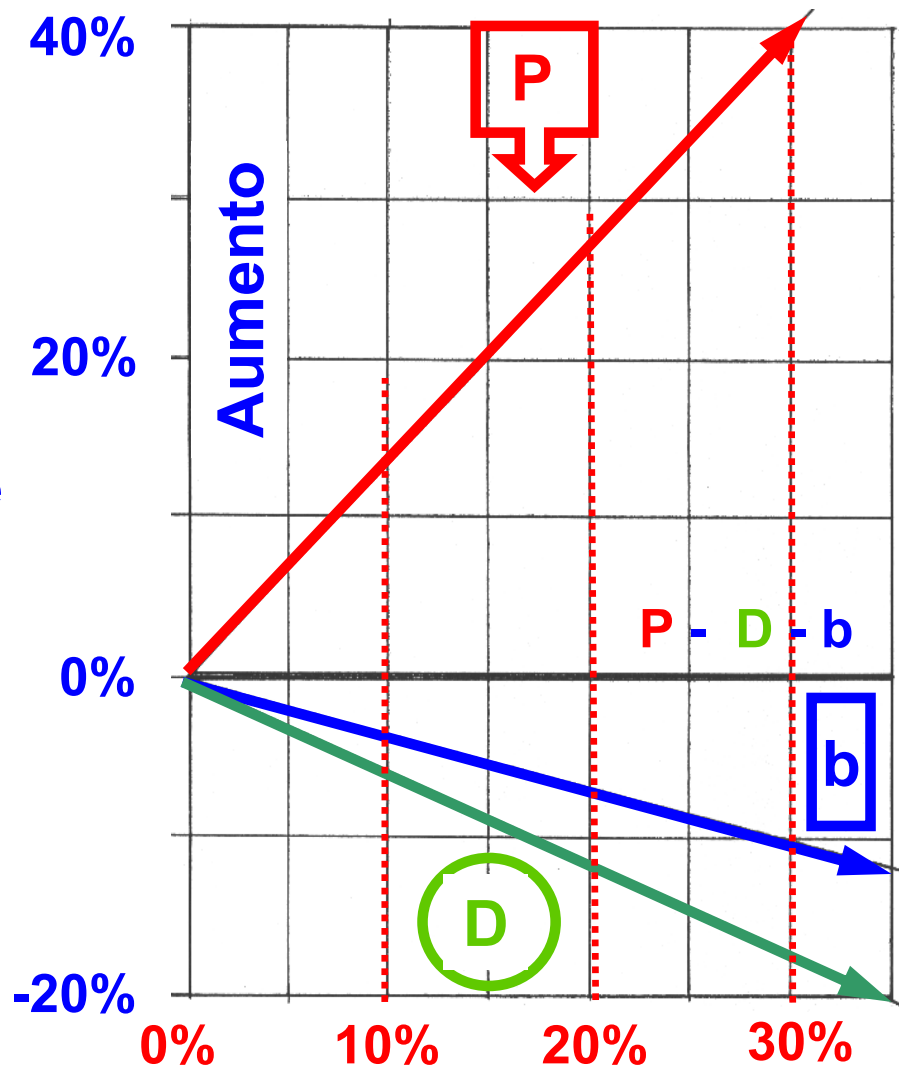
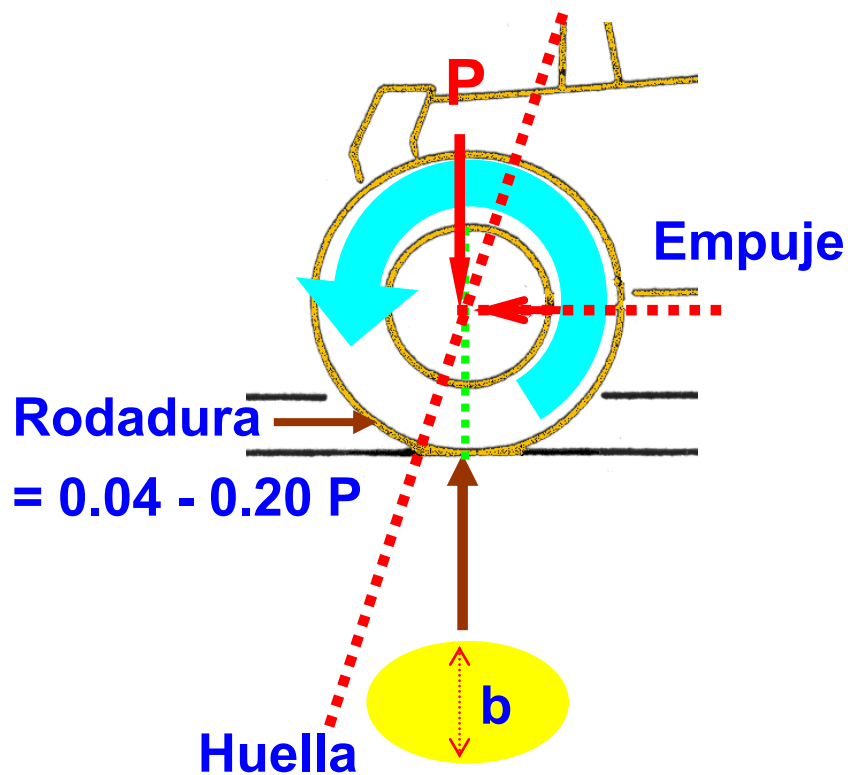


Puntos de apoyo en el suelo (variación de la resistencia a la rodadura)

Rueda conducida

Diámetro: D

Anchura: b



Resistencia a la rodadura

TABLA 1.- VALORES DEL COEFICIENTE DE RODADURA PARA DIFERENTES SUELOS.

Naturaleza y Estado del suelo	Indice de cono (CI) [kPa]	Coefficiente de resistencia a la rodadura (2)
Carretera en buen estado	-	0.02 a 0.04
Camino de tierra afirmado	-	0.03 a 0.05
Camino de tierra	-	0.04 a 0.06
Suelo baldío	1800	0.06 a 0.10
Rastrojo seco	1200	0.08 a 0.10
Tierra labrada	900	0.10 a 0.20
Arena y suelo muy suelto	450 - 250	0.15 a 0.30

- (1) El índice de cono (CI) permite evaluar la consistencia de cada tipo de suelo de manera cuantitativa.
- (2) La resistencia a la rodadura se obtiene multiplicando el peso del vehículo por el valor del coeficiente correspondiente al suelo por el que se circula.



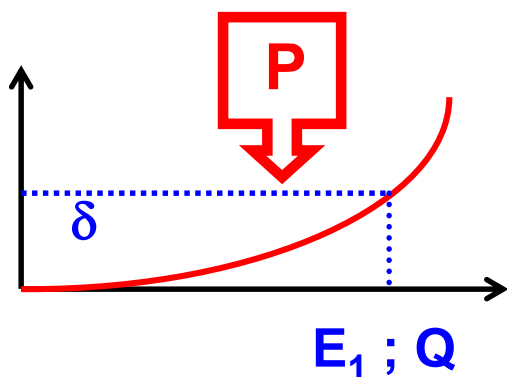
1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

La rueda motriz

Patinamiento: pérdida de camino

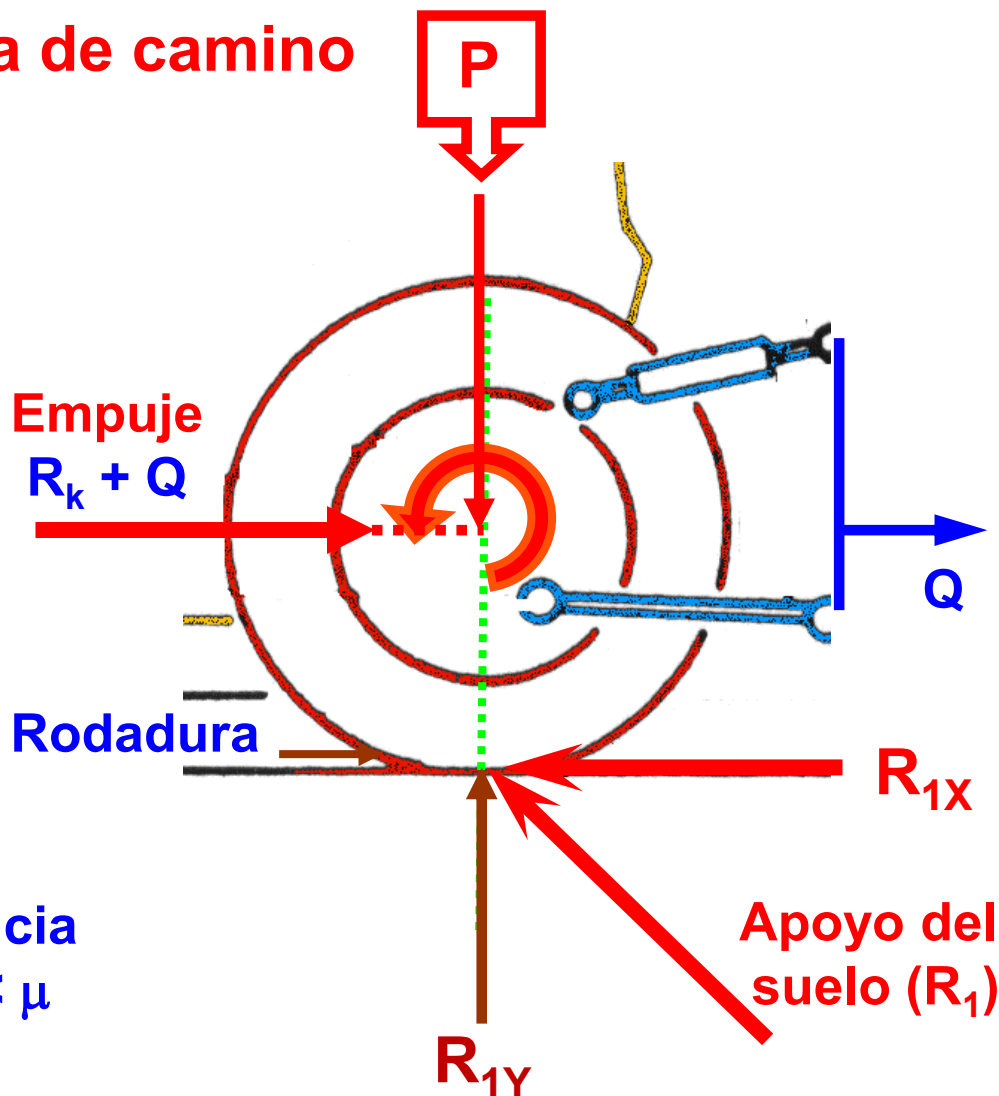
Depende:

- de la carga dinámica
- del empuje
- del tipo de suelo



Apoyo de
rueda

Adherencia
Límite $< \mu$





1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

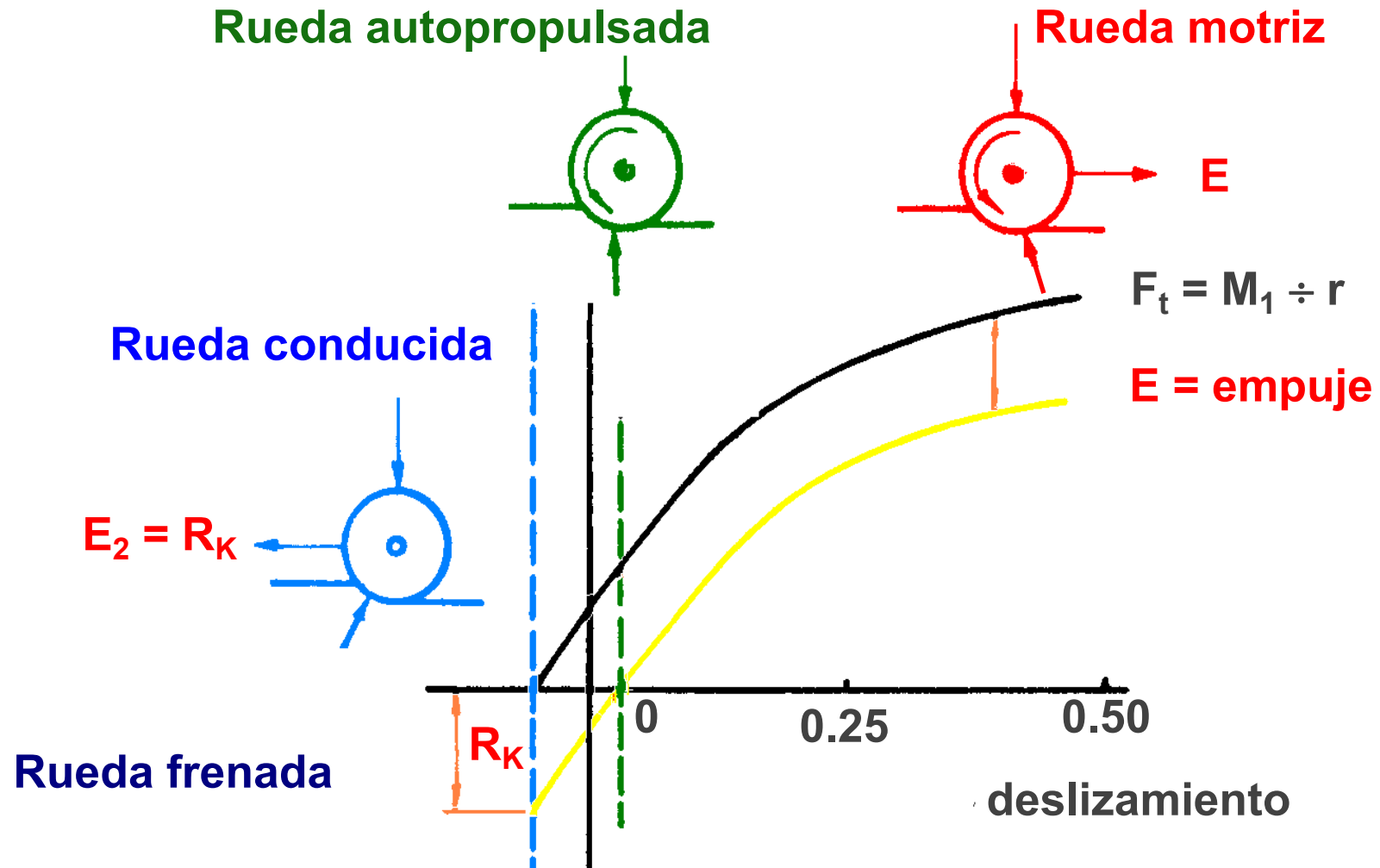
Adherencia rueda - suelo

TABLA 2.- VALORES DEL COEFICIENTE DE ADHERENCIA PARA DIFERENTES SUELOS.

Naturaleza y estado del suelo	Indice de cono (CI) [kPa]	Coeficiente de adherencia
Rastrojo seco	1200	0.60
Tierra labrada seca	900	0.57
Tierra labrada húmeda	450	0.52
Suelo suelto	250	0.48

$$\text{Coeficiente de adherencia } (\mu) = R_{1x} \div R_{1y}$$

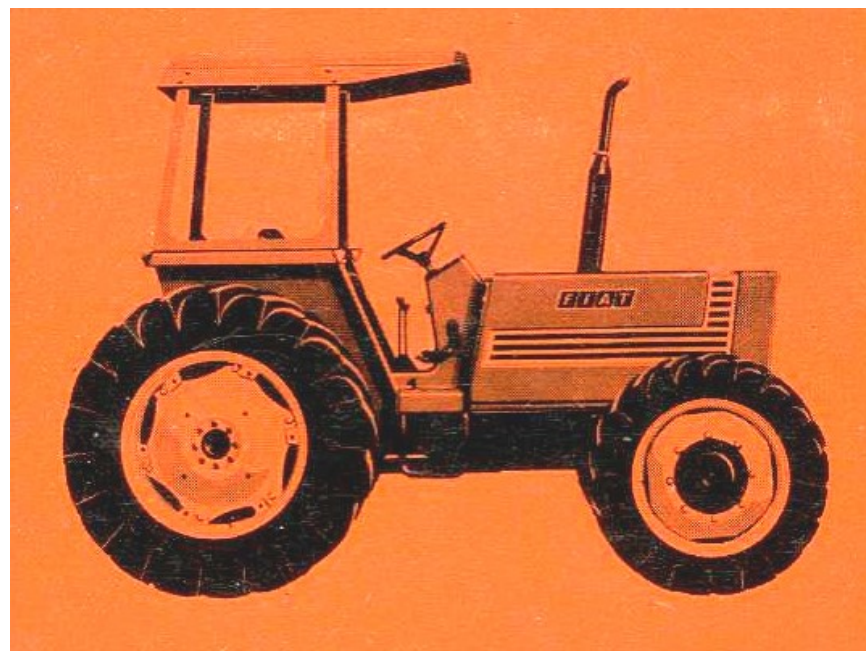
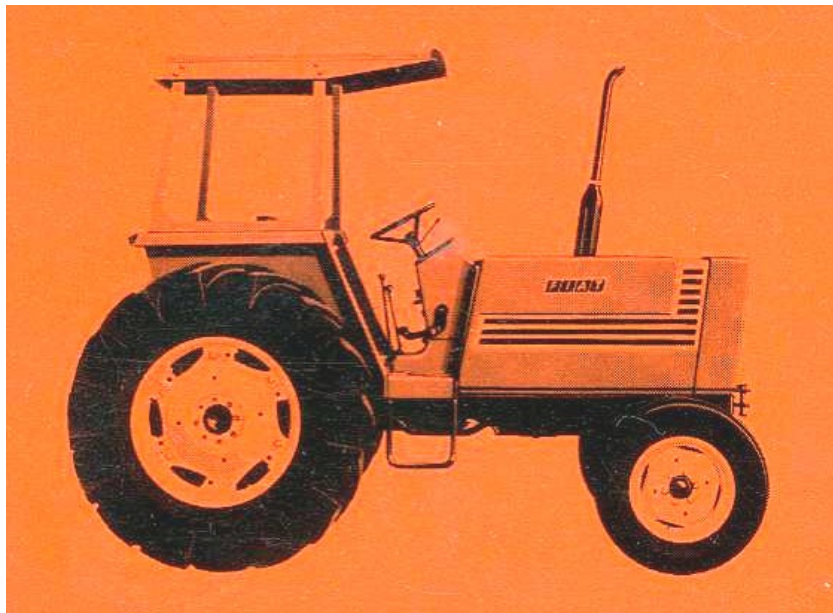
Relaciones entre empuje y deslizamiento de la rueda





1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

Simple tracción – Doble tracción



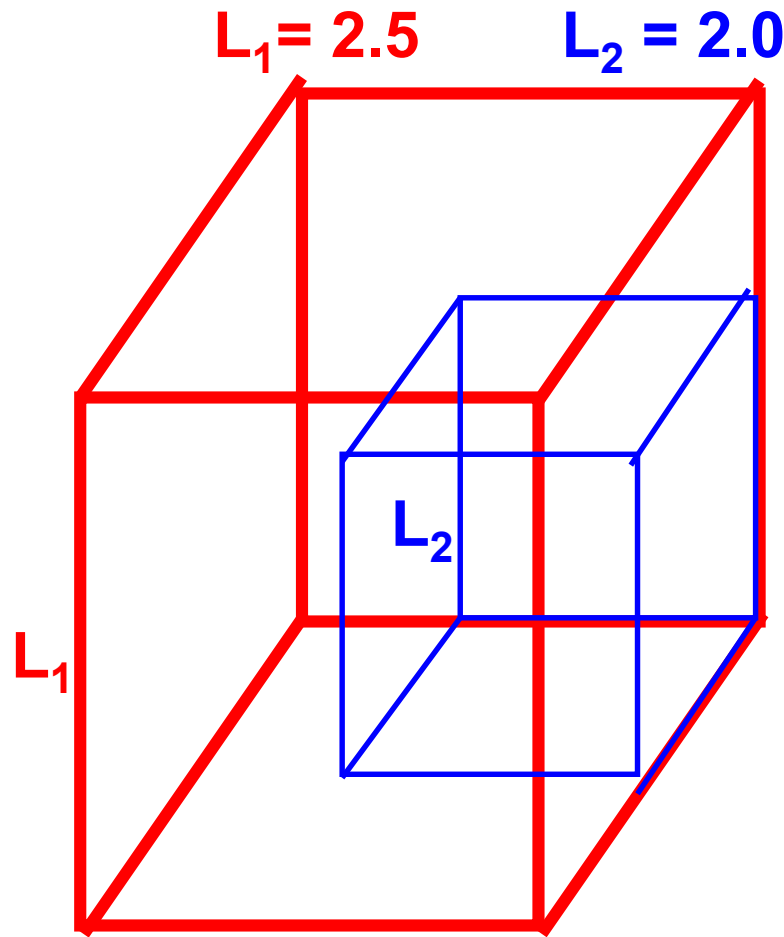


1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

Relación entre el volumen y la superficie de apoyo

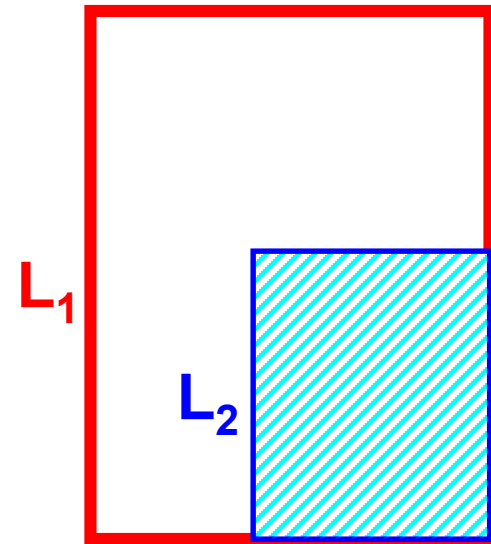


Relación: volumen / superficie de apoyo



Relación $V_1 \div V_2 = 15.6 \div 8 = 1.95$

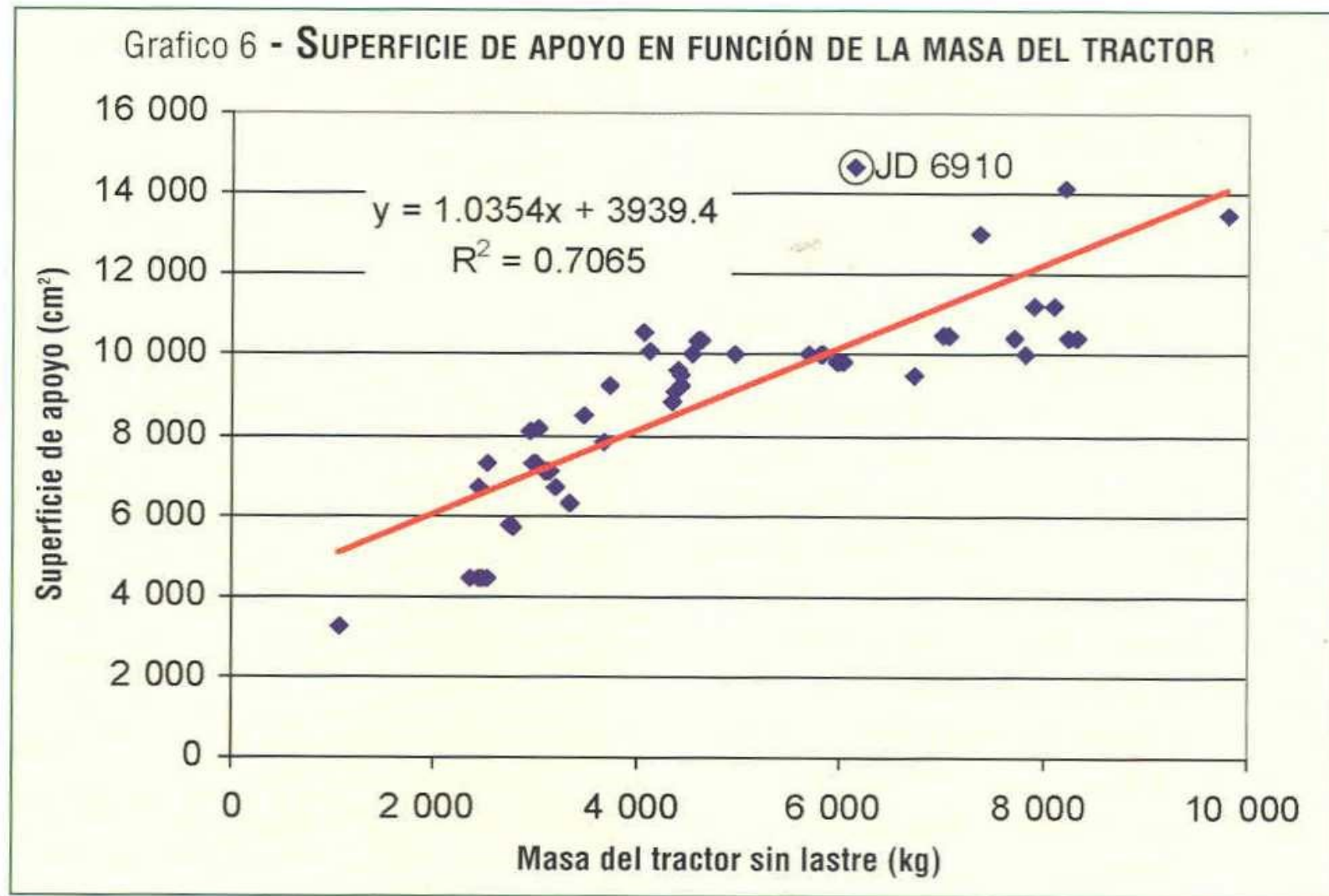
Relación $S_1 \div S_2 = 6.2 \div 4 = 1.56$



Volumen = $L^3 \approx$ Masa $\approx$ Potencia

Superficie = L^2

Neumáticos y masa sin lastre





1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

Máxima superficie de apoyo



articulación central



reducidas dimensiones



dirección
y guiado



1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

Articulación y bandas de goma





1855 - 2015
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS



Dimensiones y variantes del tractor



1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

Concepción del tractor moderno

- **Evolución e innovación**
- **Conceptos antiguos con modernas tecnologías**
- **Puntos clave**
 - Motor diesel
 - Ruedas neumáticas
 - Control hidráulico del enganche tripuntal
- **Potencia y capacidad de tracción**
 - Tipo de propulsores
 - Número de ejes motores
 - Relación masa/superficie de apoyo
 - Aumento de la velocidad de trabajo
- **Versatilidad**



1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS



El motor



Potencia

Características de los motores

- Series de fabricación cortas
- Régimen de giro moderado
- Consumo reducido (regulador multi-régimen)

Fabricantes



Refrigeración



Lubricación y lubricantes



Características de los motores

■ Actuaciones y tendencias:

- Mejora de la combustión: inyección, bajo nivel de emisiones (CE); reducido consumo

Control de emisiones



- Reducción de las pérdidas de potencia: refrigeración, rozamientos; turboalimentación
- Construcción modular
- Control electrónico
- Nivel de emisión sonora

Transmisiones



- Aumento del número de relaciones del cambio
- Cambio en carga; simplificación de la selección
- Cambio “continuo” mediante división de la potencia y utilización de transmisiones hidrostáticas
- Dinámica de tracción





1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

Mejora de la eficiencia en tracción

- Neumáticos radiales con menor resistencia a la rodadura
- Aumento de la superficie de apoyo
- Nuevos propulsores (bandas de goma)
- Electrónica en combinación con hidráulica





1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

¿Qué es un tractor?

Luis Márquez
Dr. Ing. Agrónomo
Universidad Politécnica de Madrid