

ESTABILIDAD DEL TRACTOR AGRÍCOLA.

Posibles casos de vuelco
antero-posterior y lateral

Objetivos

- **Analizar las relaciones entre parámetros constructivos del tractor y su estabilidad a campo.**
- **Valorar los avances de la ergonomía incorporada al diseño de tractores para contribuir a la mayor seguridad**



2015

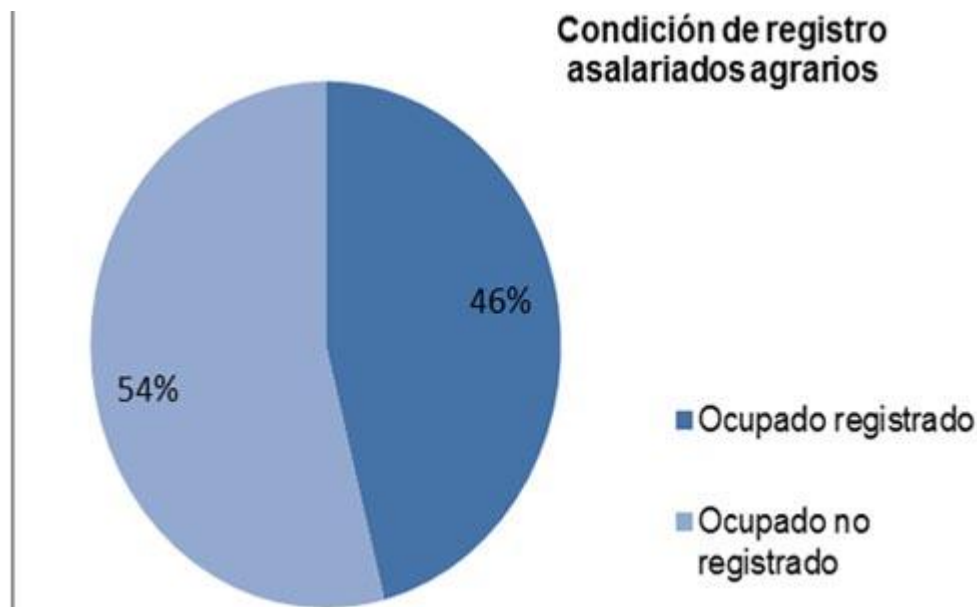
Accidentes laborales en el agro

32 857

Los casos fatales sólo son superados por el sector de minas y canteras



El agro supera a la construcción en accidentes mortales en Santa Fe
Según una información del Ministerio de Trabajo provincial.
- 28/04/2010



SRT 2014

Total de asegurados en el agro en abril de 2017= 370 709 que corresponden al 4,02 % del total de trabajadores asegurados

Índice de incidencia en fallecidos, según sector económico

Sector de actividad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Actividades no bien especificadas	146,3	310,9	200,6	0,0	0,0	0,0
Agricultura, caza, silvicultura y pesca	301,7	280,3	285,5	216,7	222,0	205,5
Explotación de minas y canteras	203,6	242,7	313,1	203,9	125,1	118,3
Industrias manufactureras	106,4	116,1	132,6	106,1	106,7	91,0
Electricidad, gas y agua	121,0	205,3	311,6	221,8	186,3	129,2
Construcción	276,8	289,9	339,4	273,3	243,5	225,0
Comercio al por mayor y al por menor y restaurantes y hoteles	110,1	90,3	84,9	73,8	76,4	86,9
Transportes, almacenamiento y comunicaciones	228,7	289,1	237,7	209,1	180,9	151,5
Establecimientos financieros, seguros y servicios	86,5	82,9	92,3	78,8	66,2	75,6
Servicios comunales, sociales y personales	52,7	53,1	48,8	48,9	41,1	46,3
Total Unidades Productivas	109,3	113,5	112,7	95,5	86,5	85,1
Casas particulares	-	-	-	-	47,0	28,5
Total	109,3	113,5	112,7	95,5	86,2	82,3

20,5 cada 100 000 trabajadores cubiertos = 76 muertes en el año

Fuente UART (Unión de Aseguradoras de Riesgos de Trabajo)

Trabajadores fallecidos $\times 1\ 000\ 000$
Trabajadores cubiertos

ESTABILIDAD DEL TRACTOR

- Aproximadamente el 60 % de los accidentes fatales del sector agrícola ocurren con máquinas y casi siempre con el tractor
- El aplastamiento por vuelco del tractor es la primera causa de muerte en el sector agrario
(Congreso Nacional de Prevención de riesgos laborales en el sector agropecuario, Lérida 2004)

Evaluation of risk factors in fatal accidents in agriculture

I. Arana, J. Mangado, P. Arnal, S. Arazuri, J. R. Alfaro and C. Jarén*

*Departamento de Proyectos de Ingeniería Rural. ETSI Agrónomos. Universidad Pública de Navarra.
Campus Arrosadía. 31006 Pamplona. Spain*

Abstract

Many fatal accidents happen in agriculture and some of them are not officially recorded. The aim of this research was to compare official to real data about fatal accidents in agriculture and to characterize and evaluate the main risk factors associated with them. A comparative study of 388 fatal accidents related to agricultural machinery, occurred in Spain during the last five years, has been conducted. Official records only account for 61.85% of the deaths. Older people are the social group with the highest risk but children and nonfarmers are risk groups too. The main cause of death was the overturn of tractors lacking roll-over protective structures (ROPS) since from 272 fatal overturns detected; only one occurred in tractors equipped with homologated ROPS. Many overturns happened while tractor driving along roads and tracks. Terrain conditions as slopes, ditches and obstacles are also risk factors. A total of eleven risk factors have been characterized but the concurrence of at least two of them is required to cause a fatal accident. Most accidents are caused by the overlapping of three or more risk factors. Therefore, accidents are preventable when trying to circumvent all described risk factors because the probability of concurrence of at least two decreases.

Additional key words: age, cause, machinery, overturning, ROPS, tractor.

En USA el agro es el sector que tiene el más alto índice de accidentes fatales = 24,11 cada 100 000 trabajadores.

En España y Argentina es el segundo después de la construcción

❖ Dentro del agro, la mayoría de los accidentes fatales están relacionados con el **TRACTOR**

❖ **La principal causa de muerte es el VUELCO:** ocurre en el 70% de los casos (90% lateral).

La segunda causa son las maniobras de enganche y desenganche de máquinas

La tercera : el enganche de trailers pesados en pendientes pronunciadas

.- reparaciones en el campo

.- TPP sin protecciones o en mal estado.

LOS RIESGOS DE ACCIDENTES SE INCREMENTAN CON

.- LA FALTA DE ROPS

.- LA EDAD DEL OPERARIO



Decreto 617/97 Prevención de riesgos y seguridad.

seguridad



comodidad



producción

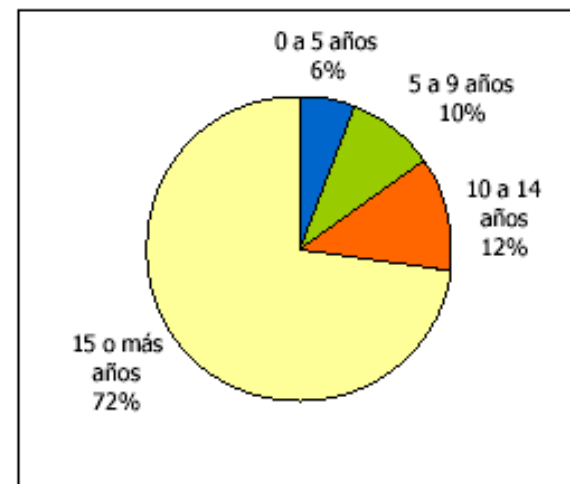




Mucho aporte energético en condiciones incómodas, fin de jornada con alto potencial de accidente



Parque de tractores, año 2002
(en % del total, según antigüedad)



Fuente: CNA 2002



Menor aporte energético en condiciones más cómodas, fin jornada con capacidad de reacción activa frente al accidente



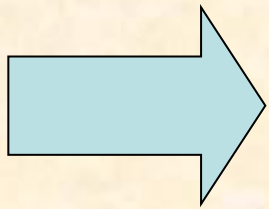
Innovaciones que se siguen premiando en ferias:

- * *Obligatoriedad de ROPS*
- * *Bajar el nivel sonoro en cabinas*
- * *Bajar vibraciones de baja frecuencia*
- * *Bajar emisiones de gases contaminantes*

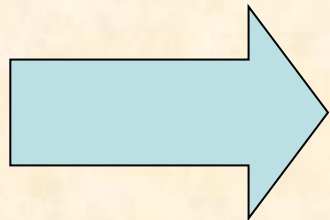
Los accidentes pueden ocurrir pero las consecuencias seguramente serán muy diferentes



CONSECUENCIAS

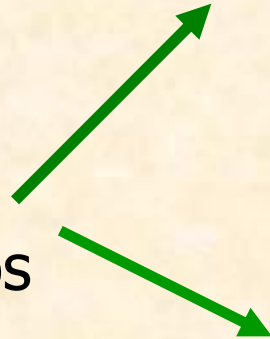


TRAGEDIA HUMANA



Daños
económicos

Gastos directos



Gastos indirectos

Vuelco antero-posterior. Múltiples causas

- Trabajos en pendientes muy pronunciadas.
- Utilizar la barra de tiro demasiado alta y muy larga
- Aceleración instantánea brusca
- Obstáculos como zanjas, tocones de árboles, piedras
- Remolcar vehículos encajados ó sacar tocones de árboles

Posibles situaciones de vuelco antero-posterior

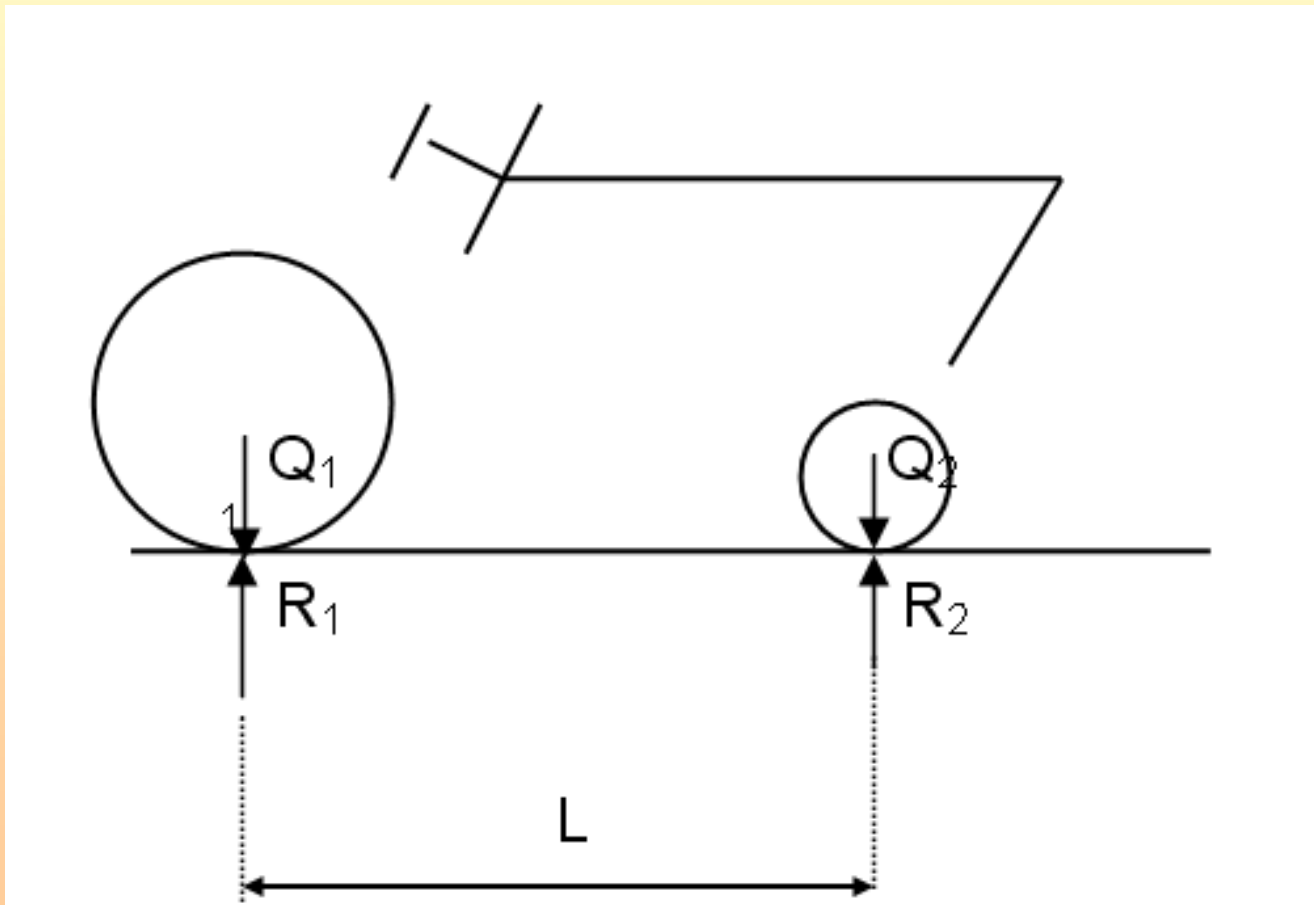




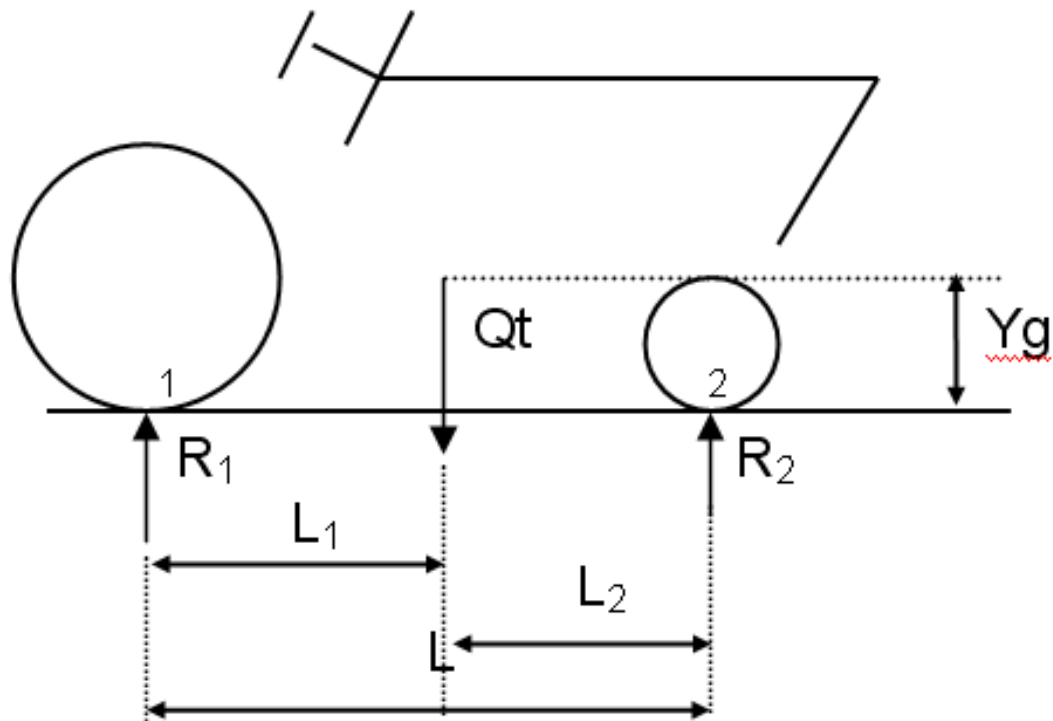
Configuración irregular del terreno, desniveles, caminos deficientes



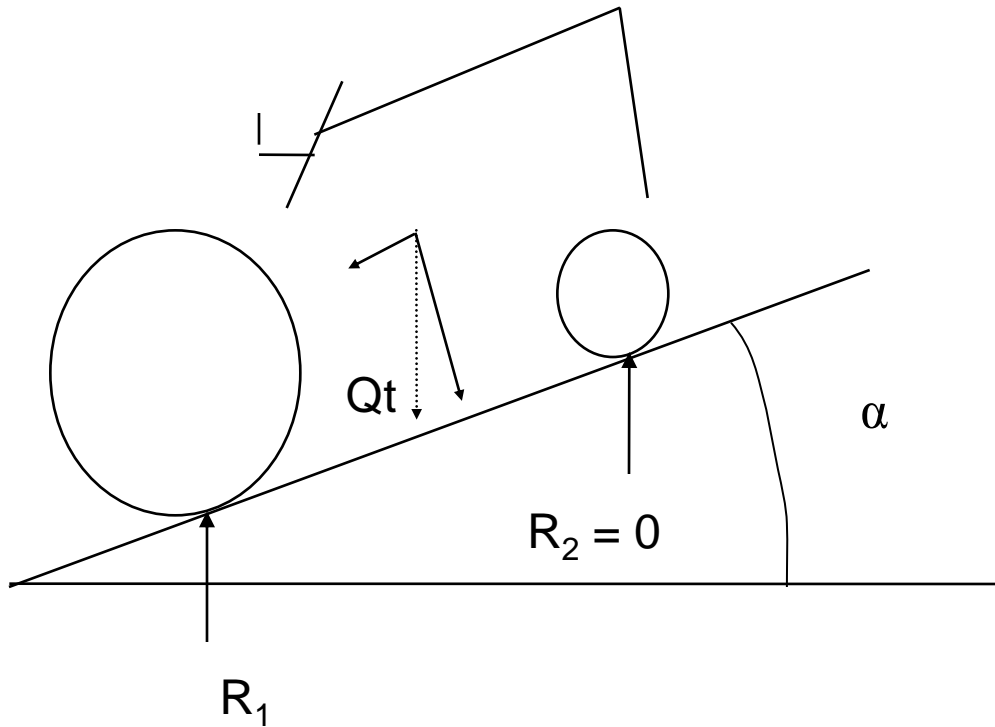
TRACTOR EN VACÍO PARADO Ó AVANZANDO A VELOCIDAD CONSTANTE



TRACTOR EN VACÍO PARADO Ó AVANZANDO A VELOCIDAD CONSTANTE



Vuelco antero posterior subiendo una pendiente

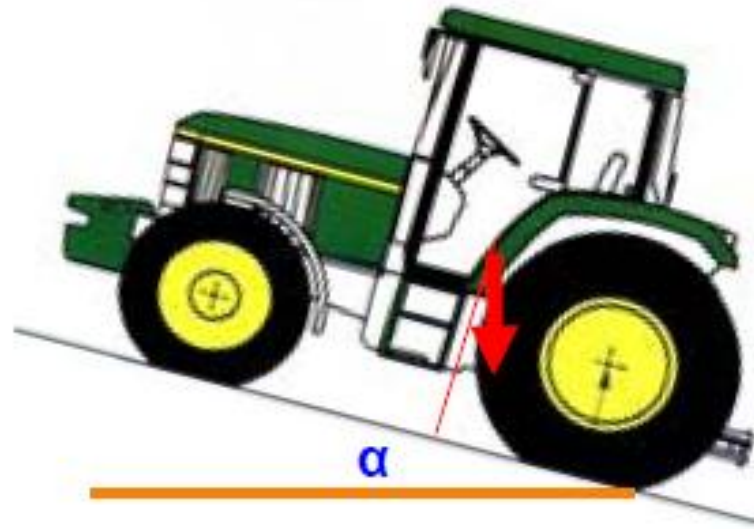


Momento
restituyente

Momento de
vuelco

$$\alpha_{\text{lím}} = \text{arctg } L_1 / Yg$$





Subiendo

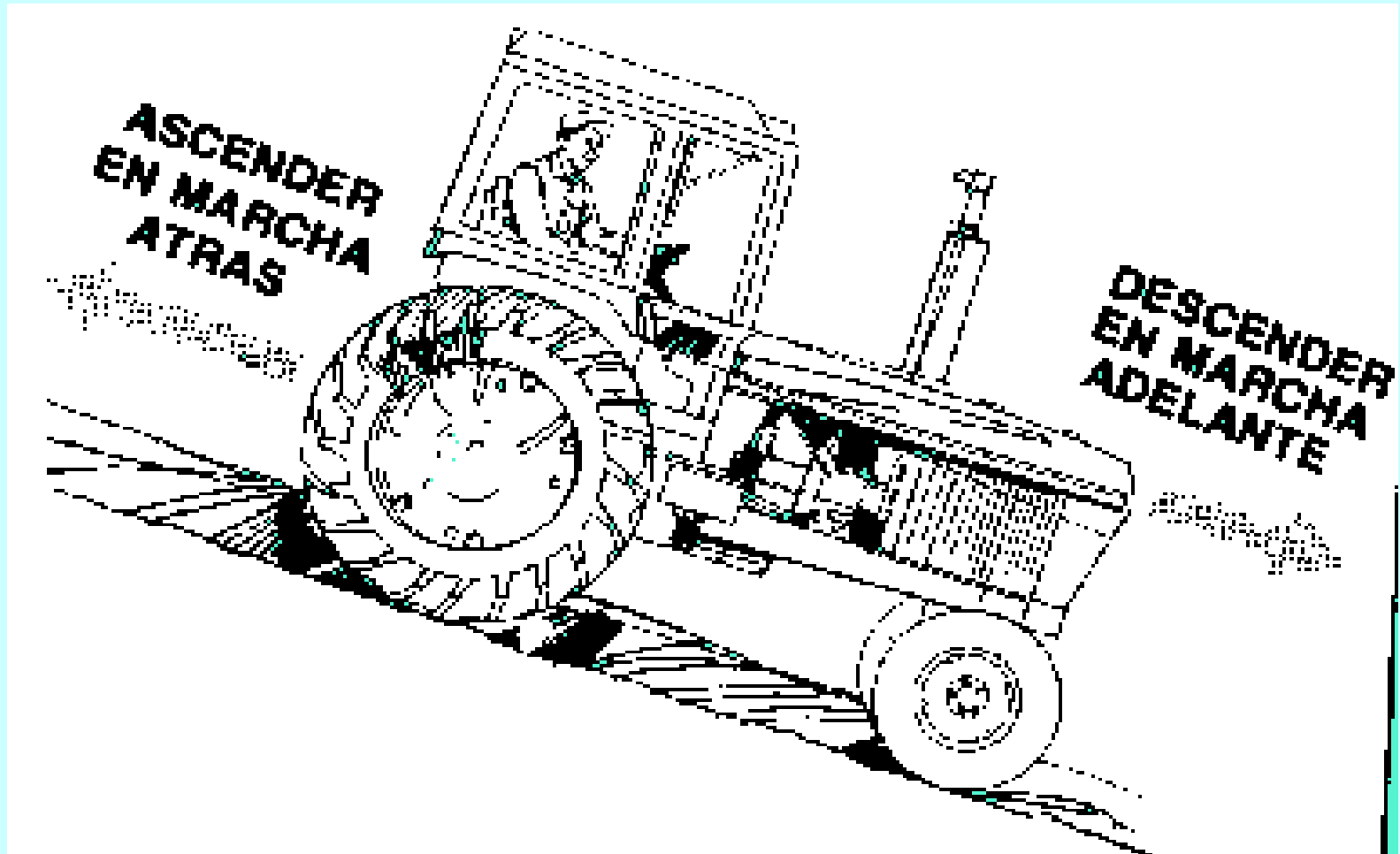
$$\alpha_{\text{lim}} = \arctg \left(\frac{L_1}{Yg} \right)$$

Bajando

$$\alpha_{\text{lim}} = \arctg \left(\frac{L_2}{Yg} \right)$$

Vuelco estático: 35-40° - 60°

Posibles casos de vuelco antero-posterior

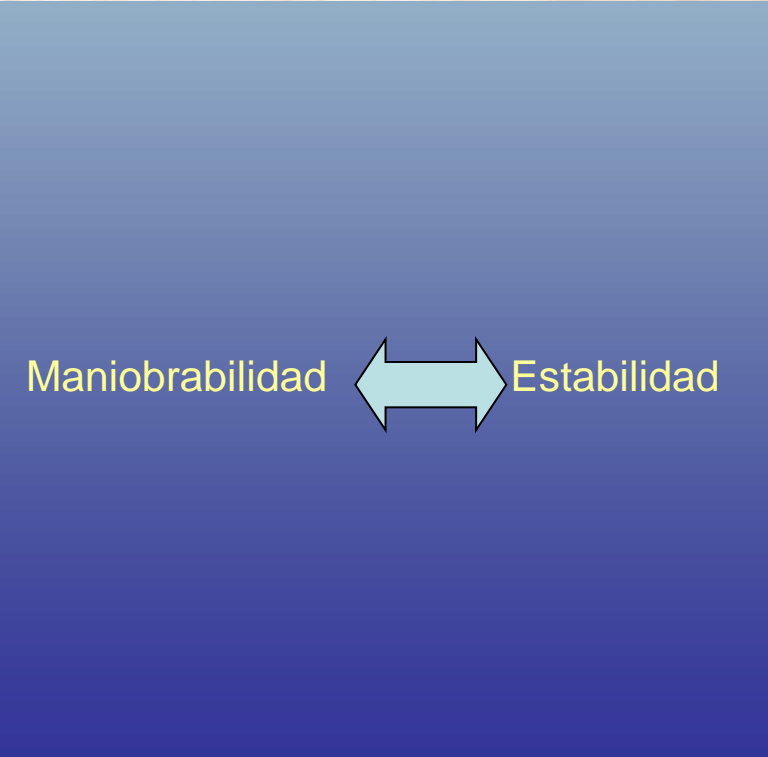




distancia entre ejes: 2650 mm



Distancia entre ejes 2195 mm



TRACTORES CON
CENTRO DE GRAVEDAD
ELEVADO





VUELCO LATERAL

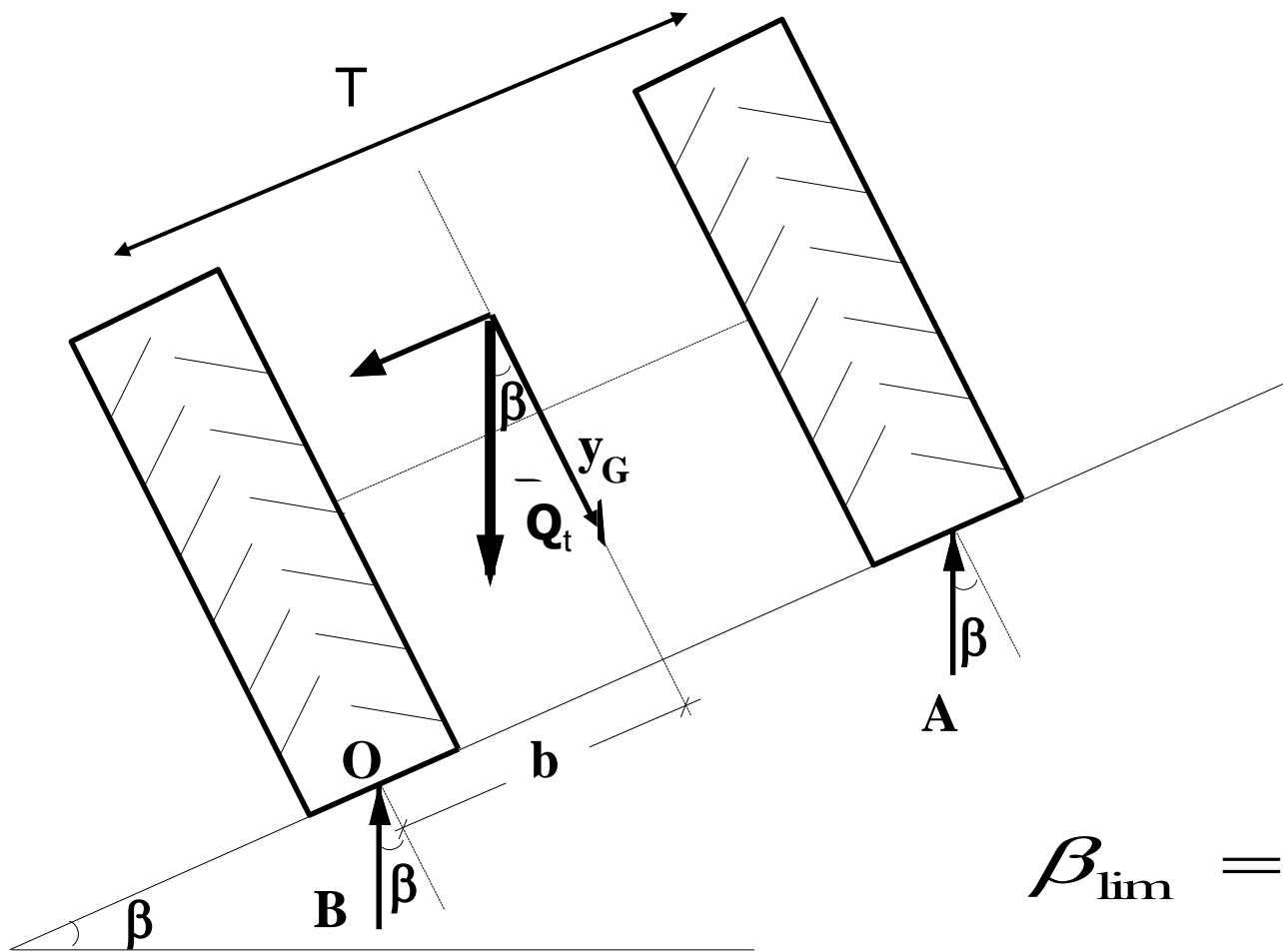
- El vuelco lateral es típico de terrenos con laderas, también es posible que se dé en zonas planas frente a las siguientes situaciones:
- Empleo de dispositivos que eleven el centro de gravedad del tractor
- Pedales de freno no bloqueados, frenado a alta velocidad.
- Taludes, zanjas, acequias, piedras y tocones de árboles que inclinen el tractor cuando éste se desplaza
- Excesiva velocidad al tomar una curva cerrada (ó radio de giro chico).



Riesgo por mal estado del terreno



Riesgo de vuelco por pendientes



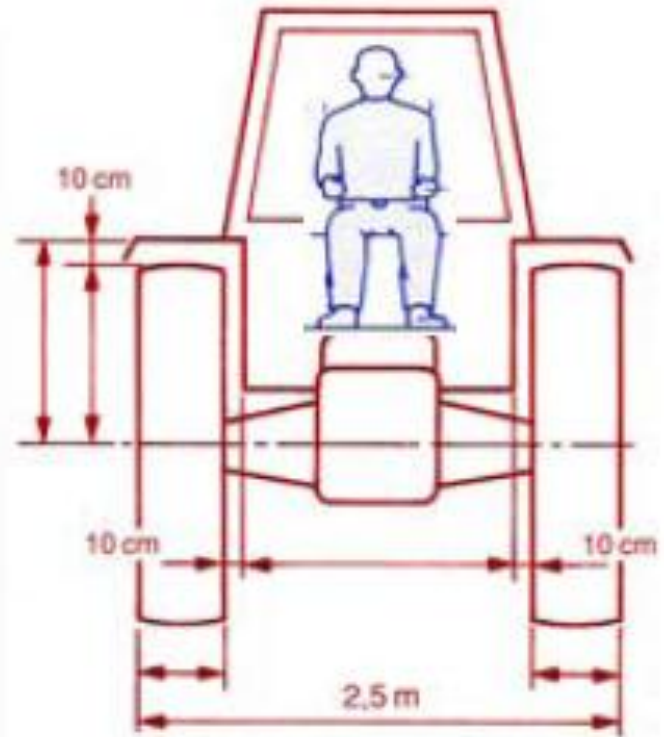
$$\beta_{\text{lim}} = \arctg \frac{T / 2}{Yg}$$



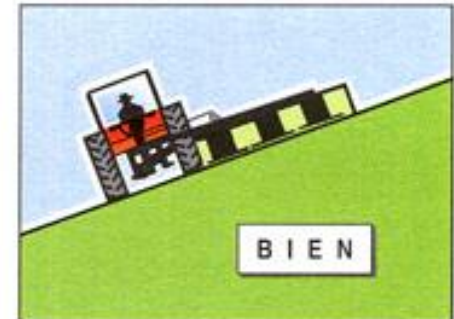
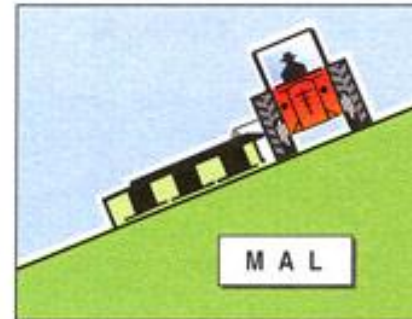
$$\beta_{\text{lim}} = \arctg \frac{T / 2}{Yg}$$

Vuelco estático: 40-50°





CORTADO DE PASTO EN LADERAS



COMPACTACIÓN DEL PASTO CORTADO



COMPACTACIÓN DEL PASTO CORTADO



TAPADO DEL SILO









MundoAnuncio



Estructuras de protección, eficaces para evitar el aplastamiento del conductor ante situaciones de vuelco



En caso de vuelco hay que agarrarse al volante

Evitar las situaciones de riesgo

AGRICULTURE



WORKSAFE VICTORIA

ROLL OVER PROTECTION STRUCTURE (ROPS)

FARM SAFETY SERIES

Feb 2003





QUÉ HACER:

Usar el cinturón de seguridad antes de arrancar un tractor equipado con ROPS.

Unir y asegurar los pedales de freno antes de conducir a alta velocidad.

Mantener siempre el control absoluto del tractor.

Girar cuesta abajo si se pierde la estabilidad en terreno inclinado.

QUÉ NO HACER:

Usar un cinturón de seguridad al conducir un tractor que no está equipado con ROPS.

Dar curvas cerradas y repentinas a alta velocidad.

Desplazarse cualquier distancia con la tolva elevada.

Aplicar repentinamente los frenos al retroceder cuesta abajo en una pendiente.

The information and recommendations contained in this publication are believed to be reliable and representative of contemporary expert opinion on the subject material. The farm safety Association Inc. does not guarantee absolute accuracy or sufficiency of subject material, nor can it accept responsibility for health and safety recommendations that may have been omitted due to particular and exceptional conditions and circumstances.

Farm Safety Association Inc.

22-340 Woodlawn Road West, Guelph, Ontario N1H 7K6 (519) 823-5600

Copyright © 2000

Produced with the assistance of:



Canadian Coalition for
Agricultural Safety and Rural Health



Ministry of
Agriculture,
Food and Rural Affairs
Ontario

Vuelcos (lateral, encabritamiento)

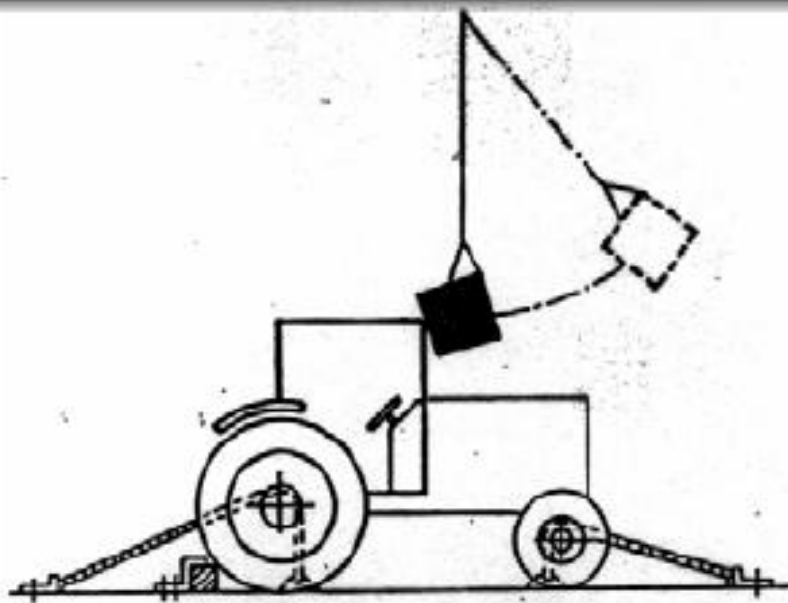
Se trata del riesgo de mayor gravedad, ya que tiene consecuencias mortales en un alto porcentaje de casos.

Medidas preventivas de seguridad pasiva

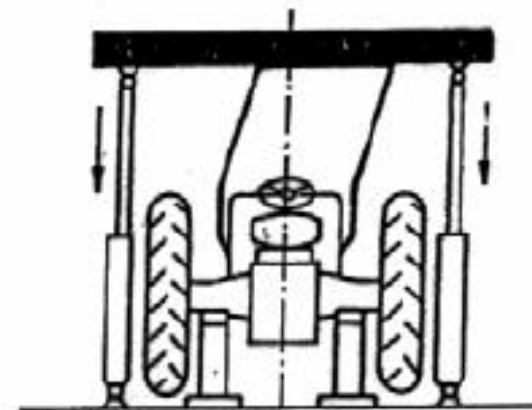
- ❑ La medida más eficaz de protección pasiva es instalar en la máquina un bastidor o cabina de seguridad.
- ❑ Todos los tractores y máquinas autopropulsadas de al menos dos ejes deben ir provistos de protección a prueba de aplastamiento para el conductor, siempre que tengan un peso sin carga de al menos 500 kg.
- ❑ Como complemento de la cabina o bastidor es necesario el empleo de cinturones de seguridad.
- ❑ Los tractores y la maquinaria autopropulsada cuyo peso supere las 7 toneladas no requieren protección para el conductor, ya que el riesgo de vuelco es muy bajo.

Medidas preventivas de seguridad activa

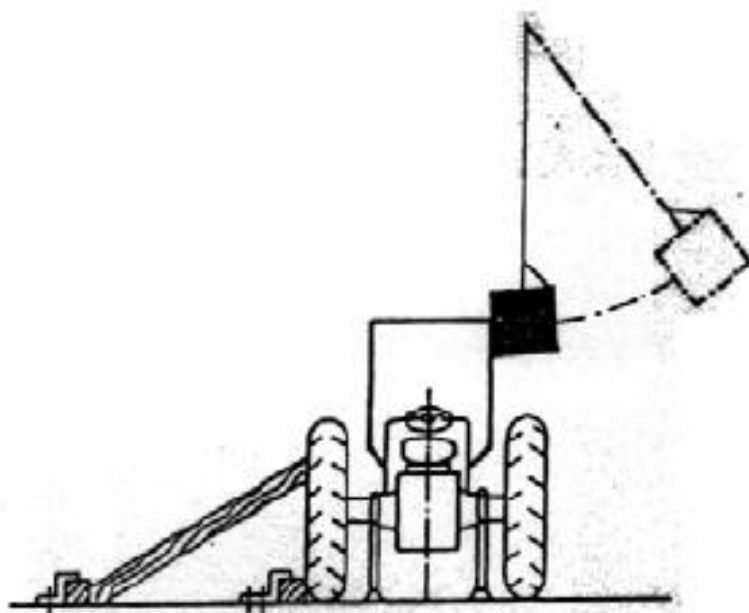
- ❑ Inspeccionar el terreno y evitar zonas con exceso de pendiente.
- ❑ Evitar excesos de velocidad y no utilizar pistas mal acondicionadas.
- ❑ En parcelas a distinto nivel, dejar entre el máquina tractora y el límite de la parcela una distancia suficiente para no volcar al ceder el terreno.
- ❑ En terrenos con pendientes elevadas, girar lentamente y con el apero levantado.
- ❑ El acceso a parcelas a distintos nivel se hará por caminos construidos a tal fin.
- ❑ No utilizar la máquina tractora para remolcar máquinas o vehículos cuando se desciende por una pendiente.
- ❑ En caso de atascamiento, no arrancar cuando el tractor tenga debajo de las ruedas cuñas o tacos, pues es fácil que se encabrite y vuelque hacia atrás.
- ❑ No embragar violentamente al arrancar.
- ❑ Los pedales de los frenos, deberán tener un cerrojo de bloqueo para que la acción del frenado sea igual en ambas ruedas.
- ❑ Los remolques se deben enganchar en el punto más bajo del tractor, sobre todo los de un eje.
- ❑ Colocar contrapesos en la parte delantera, para evitar el encabritamiento.
- ❑ Se debe trabajar o circular, siempre que sea posible, con la máxima separación entre las ruedas y con los neumáticos más anchos.



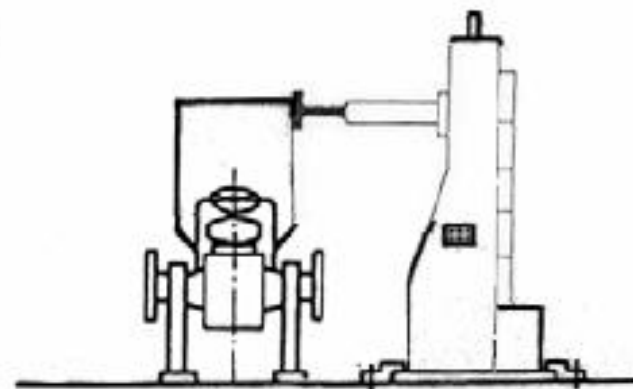
a) Golpe delantero en el ensayo dinámico



c) Aplastamiento en el ensayo dinámico o estático



b) Golpe lateral en el ensayo dinámico

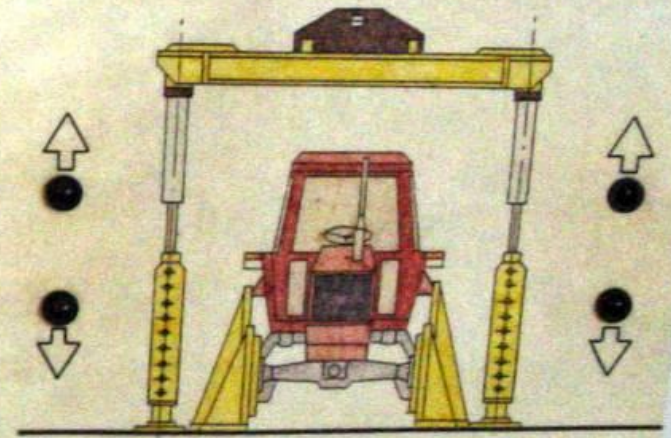


d) Empuje en el ensayo estático

MINISTERIO DE AGRICULTURA

ESTACION DE MECANICA AGRICOLA

**INSTALACION ENSAYOS ESTRUCTURAS DE
CABINAS TRACTORES**



10

Ensayo de cabinas de seguridad: protección pasiva





Tract
vuelo
girato

Conclusiones

- *Evitar situaciones de riesgo y seguir normas de buenas prácticas en la conducción y en el trabajo.*

PREVENCIÓN

- Utilizar un tractor con ROPS ensayadas y homologadas y sin modificaciones

Bibliografía recomendada

- Estabilidad del tractor agrícola. Curso de Mecánica Aplicada. Guía de estudios. Aula virtual
- De Simone, Draghi, Hilbert y Jorajuria Collazo. “El tractor agrícola”. Ed. INTA. 2006. Biblioteca y fotocopiadora
- Ortiz – Cañavate, J; Hernanz, J.L. “Técnica de la mecanización agraria”. 1989. Ed. Mundi-Prensa.
- “La seguridad en los tractores agrícolas”. Jacinto Gil Sierra. Vida Rural 2003 (135):1-3.
- Notas Técnicas de Ministerio de Trabajo de España (NTP 259) Tractor agrícola : prevención del vuelco. Universidad Politécnica de Valencia, Servicio Integrado de Prevención en Riegos Laborales.