



Curso de Maquinaria Agrícola

Capítulo 09.-

Maquinaria para el transporte y manejo de cargas

Prof. Luis Márquez
Dr. Ing. Agrónomo

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Transporte

- Final del proceso productivo
- Tiempo dedicado llega hasta el 50% del total
- Cosechas (20 – 100 t/ha)
- Insumos (abonos, semillas, fitosanitarios...)
- **Alternativas:**
 - Sistemas discontinuos (camiones, remolques y cargadores)
 - Sistemas continuos (almacenes: fijos y móviles)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Transporte de cosechas de todo tipo, así como de los insumos que se utilizan como medios de producción en la agricultura y la ganadería.

También se incluyen en este grupo las estructuras para el almacenamiento de cosechas e insumos agrarios.

Pueden establecerse dos bloques:

• **Equipos móviles**, como remolques agrícolas y palas cargadoras para su montaje frontal en los tractores agrícolas.

• **Equipos e instalaciones fijas** para el movimiento de cosechas en el almacén, como cintas transportadoras, sistemas de conducciones para el transporte de grano, etc.



Remolques agrícolas



Remolque convencional



Remolque tolva

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Disponen de una caja, generalmente con fondo plano y laterales metálicos, que permiten retener diferentes tipos de cosechas, como granos y semillas, tubérculos y raíces..., o bien insumos agrícolas, como los fertilizantes ensacados o a granel.

- La caja se puede modificar para adaptarla a las características particulares de los productos transportados, especialmente cuando estos son de baja densidad o con elevado porcentaje de líquido, o para el transporte del ganado.

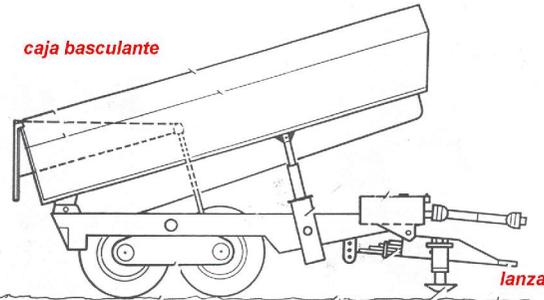
- Para el movimiento de granos y descarga de las cosechadoras también se utilizan remolques con caja tipo "tolva", en las que el vaciado se realiza mediante un tornillo sinfín.

- La caja se apoya en un bastidor al que van unidos los ejes (uno o dos) mediante suspensiones generalmente del tipo ballesta y puede ser basculante sobre el bastidor (hacia atrás o lateralmente), para facilitar la descarga de productos a granel, o fija, en cuyo caso se habilitan otros elementos que facilitan la descarga (remolques tolva).

- El conjunto del bastidor va unido al tractor por un dispositivo de enganche que se conoce como lanza.



Remolque: datos técnicos



- Ejes: 1, 2 ó 3 – soportan 2/3 de la carga (eje director)
- Carga útil: 3 a 20 toneladas
- Ruedas motrices para terrenos difíciles

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Las capacidades de carga de los tractores agrícolas suelen estar comprendidas entre 3 y 20 toneladas. Los neumáticos utilizados deben proporcionar suficiente capacidad de carga sin que las presiones de inflado superen los 4 bar de presión, especialmente cuando se necesita circular con el remolque cargado sobre suelos agrícolas.



Remolque de un eje (apoyo tractor)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Remolques en los que una parte de la carga se apoya sobre el tractor a través de la lanza, con un solo eje, o con eje doble o triple. En el caso de ejes traseros dobles, la unión entre ellos puede realizarse mediante articulación simple, articulación con ballesta o sistema de balancín. En el caso de ejes triples, y también en los de ejes dobles, las ruedas suelen incluir mecanismos de dirección que facilitan el movimiento de los remolques en las maniobras. En estos casos la lanza dispone de un sistema de suspensión por ballesta o elemento similar.



Remolque basculante (dos ejes)

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



*Descarga posterior
dos ejes separados*

*Descarga lateral
eje doble*



Remolque de dos ejes, en los que la carga se reparte uniformemente sobre ambos ejes y la lanza solo recibe esfuerzos de tracción y compresión al estar articulada tanto en el remolque como en el tractor.

En zonas llanas generalmente se prefieren los remolques de dos ejes (sin carga sobre la lanza), mientras que con suelos en pendiente se aconsejan los remolques que transmitan parte de su carga sobre el enganche del tractor. La carga sobre el enganche del tractor debe estar por debajo de las 2.5 – 3.0 toneladas. La masa total del remolque con carga no superar en 4 ó 5 veces la masa del tractor.

Generalmente se ofrecen remolques con basculamiento posterior. El basculamiento lateral realizado rápidamente puede ocasionar su vuelco.



Elementos esenciales



- Enganche – anillo
- Apoyo < 400 kPa



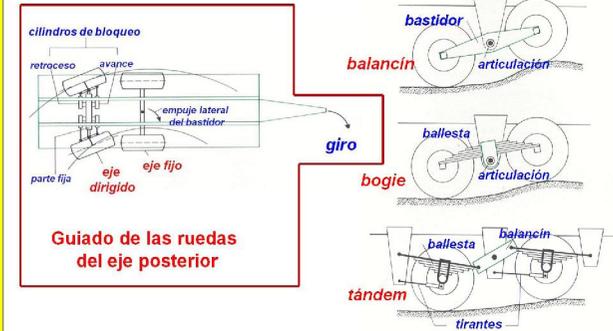
- Ejes
- Suspensión
- Frenos

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

El anillo de enganche debe soportar la cara vertical del remolque sobre el tractor.
Es obligatorio disponer de un soporte de apoyo para facilitar el enganche y el desenganche del remolque.
En remolques con gran capacidad de carga se suele recurrir a la utilización de ejes dobles o triples con ruedas en balancín o tándem.



Sistema de guiado y suspensión



Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Para facilitar el giro en el caso de ejes dobles o triples, el eje trasero incorpora un sistema de guiado.

Normas técnicas aplicables a los remolques agrícolas

Norma UNE-EN 1853 Remolques con caja basculante - Seguridad

Estabilidad con la caja elevada

Cilindro telescópico oscilante

Sistema hidráulico del tractor (120 bar) → **Sistema basculante** (250 bar) → **seguridad**

Válvulas antiretorno

Para los remolques agrícolas se han establecido limitaciones constructivas por su implicación en circulación por las vías públicas, además de lo que se relaciona con la seguridad en el trabajo.

En la norma UNE-EN 1853, se fijan los requisitos de estabilidad para los remolques con caja basculante, así como la obligatoriedad, en remolques en los que parte de la carga gravita sobre el tractor, de disponer de un apoyo para la lanza cuando el remolque está desenganchado que limite la presión sobre el suelo a 400 kPa.

Características de carga de remolque y tractor

Número de ejes

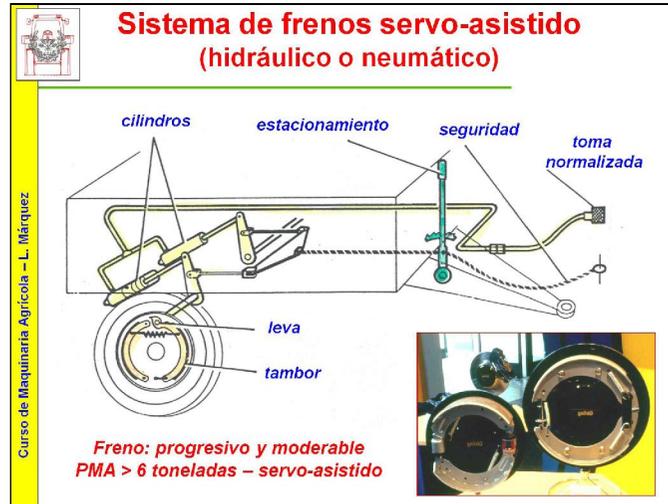
Relación: Masa total / Carga útil

Tractor: 3.5 t → 1/5 ← 17.5 t

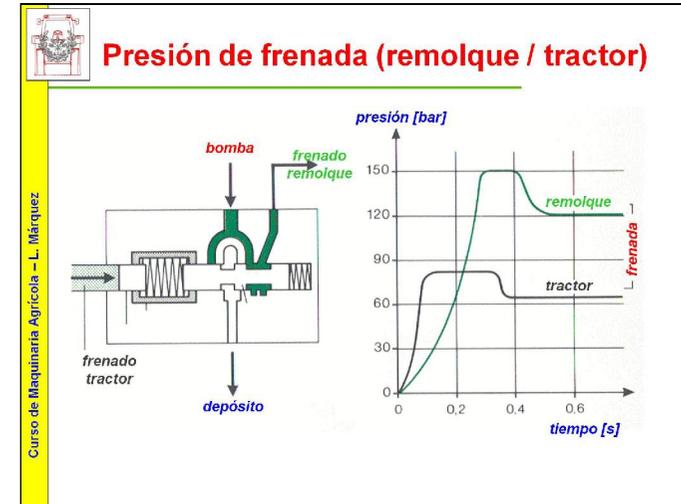
total: 21 t

Densidad [kg/m³]

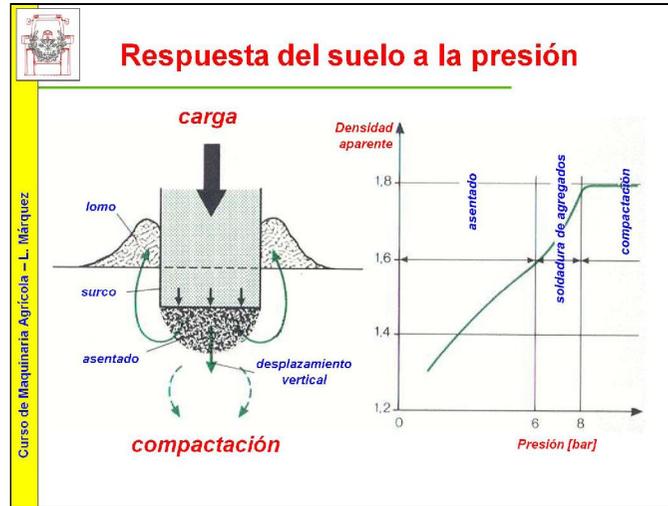
Esquema del conjunto tractor-remolque con referencia a las cargas transferidas para un remolque con 14 t de carga útil, junto con las densidades aparentes de diferentes cargas agrícolas.



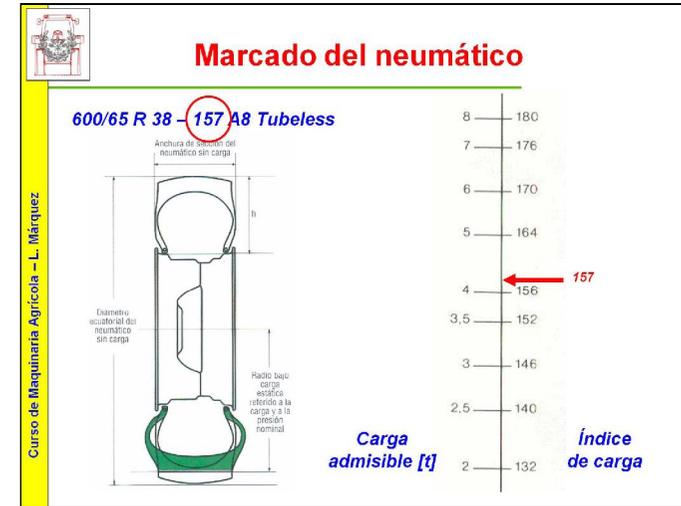
Para los remolques de más de 6 toneladas es necesario disponer de un sistema de frenos propio servoasistido, progresivo y moderable, unido a los frenos del tractor. Esto se consigue con una toma hidráulica específica, que los une al circuito hidráulico de frenos del tractor, definida por la norma ISO 5676. En los remolques de dos ejes las ruedas frenadas son, al menos, las del eje trasero para estabilizar la frenada.



Para el frenado hidráulico servoasistido de los remolques se utilizan válvulas que permiten el frenado progresivo de tractor y remolque.



En la elección de las dimensiones de los neumáticos de los remolques agrícolas se debe considerar la compactación que se produce sobre el suelo cultivado.

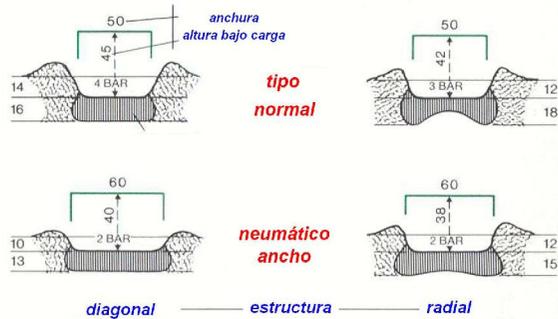


La capacidad de carga del neumático se refleja en su marcado mediante el denominado índice de carga, que se refiere a la capacidad de carga a la presión de inflado normalizada.



Efecto sobre el suelo en función de las características del neumático

Curso de Maquinaria Agrícola — L. Márquez



[Dimensiones en cm]

La compactación inducida en suelo depende de las dimensiones del neumático, de la presión de inflado y del tipo de la carcasa (diagonal o radial)



Palas cargadoras

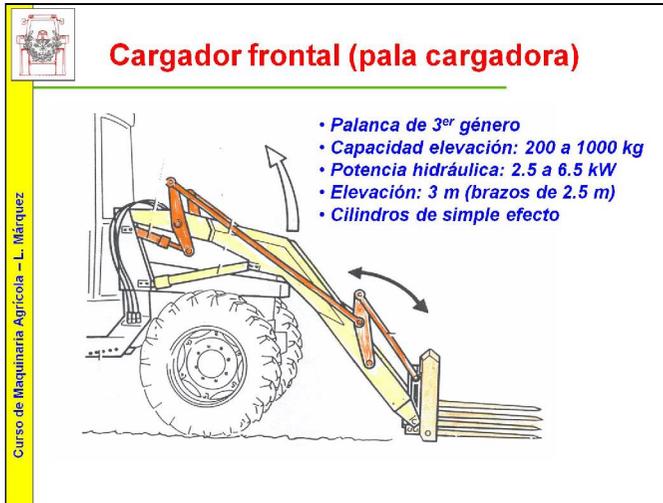
Curso de Maquinaria Agrícola — L. Márquez



Carga útil	700/800	1000/1100	1100/1300	1500/1600	kg
Altura de elevación	2.90	3.40	3.60	3.70	m
Tractor recomendado	30/45	35/50	50/60	60/75	CV

Manejo de cargas de todo tipo en una explotación agraria.

Las características más importantes de las palas son la carga máxima admitida y la altura de elevación. Estas características condicionan el tamaño del tractor adecuado para la pala.



- Unidad desmontable compuesta por brazos elevadores y dispositivos de fijación diseñados para instalarse en un bastidor situado en la parte delantera de un tractor, en cuyo extremo externo se pueden enganchar diferentes herramientas que permiten mover cargas.

- La elevación de los brazos se consigue por la acción de cilindros hidráulicos situados entre el tractor y la primera articulación y entre esta articulación y el dispositivo de enganche de la herramienta. La alimentación de los cilindros hidráulicos se realiza mediante tuberías, que suelen estar integradas en los brazos, conectadas a la instalación hidráulica del tractor mediante acoplamiento rápidos.



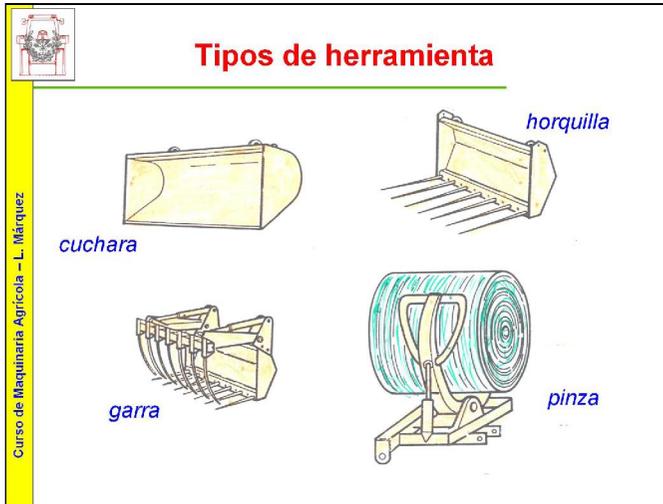
Debe incluir un dispositivo de apoyo que permita mantener los brazos elevadores en una posición estable cuando se desmonta del tractor.

Todas disponen de una estructura similar, aunque su robustez varía en función de la capacidad y la altura de elevación.

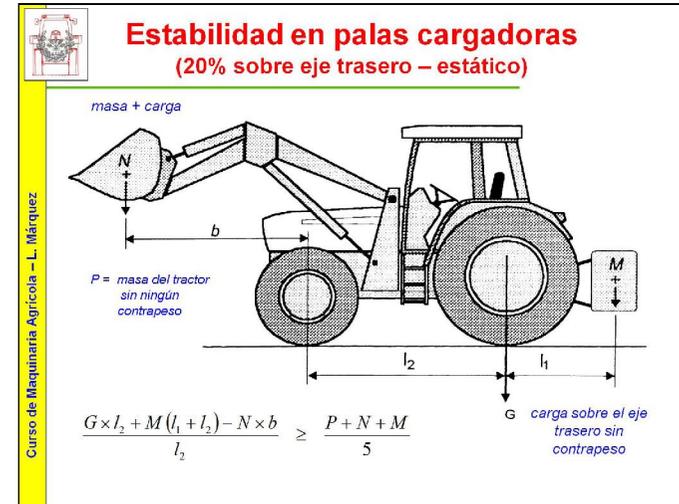
- La segunda articulación de la pala va unida mecánicamente al soporte de la herramienta mediante un juego de palancas que permite mantener la inclinación de la herramienta cuando los brazos se elevan. El segundo conjunto de cilindros hidráulicos forma parte de estas articulaciones y permite, al extenderse y acortarse, modificar la inclinación de la herramienta.

- El diseño del dispositivo de fijación al tractor permite realizar el enganche del conjunto cuando el cargador frontal se encuentra apoyado sobre los soportes que le dan estabilidad.

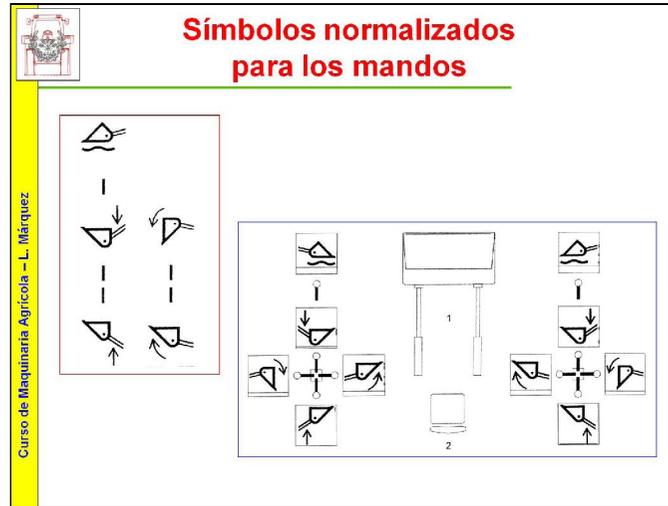
- Para el enganche de la herramienta se utilizan dispositivos de acoplamiento que permiten realizar el cambio con facilidad (enganche rápido).



Para el manejo de cargas se utilizan diferentes tipos de herramientas que se adaptan a las características de las mismas.



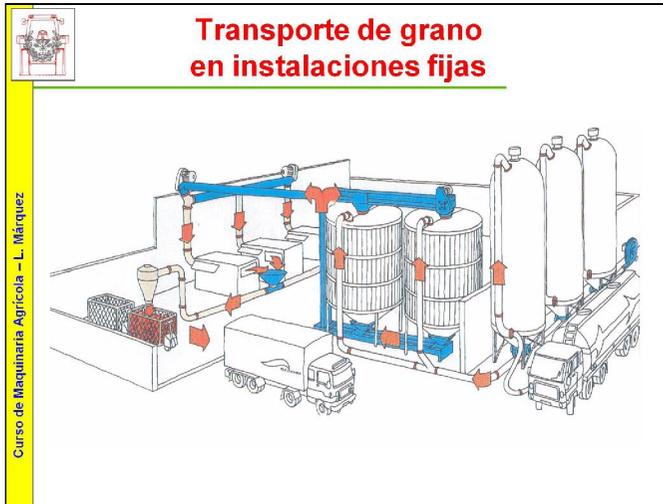
Condiciones de estabilidad según la norma UNE-EN 12525



Los mandos para mover los brazos elevadores y las herramientas enganchadas en los mismos se sitúan en el puesto de conducción del tractor.
 En la figura se incluyen los símbolos normalizados indicados en la norma EN 12525.



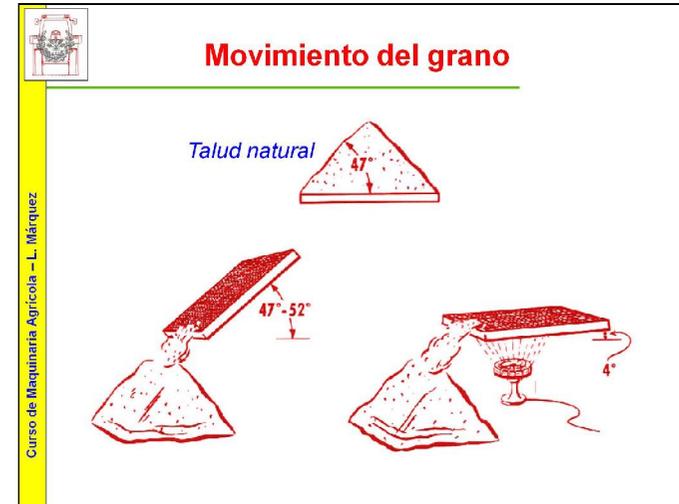
Como alternativas a las palas se utilizan cargadoras telescópicas especialmente diseñadas para su utilización en la agricultura.
 Están diseñadas para trabajar sobre terrenos irregulares, siendo las capacidades de elevación de unos 3000 kg, con una altura máxima de elevación 6-7 m.



Transporte de grano en instalaciones fijas

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

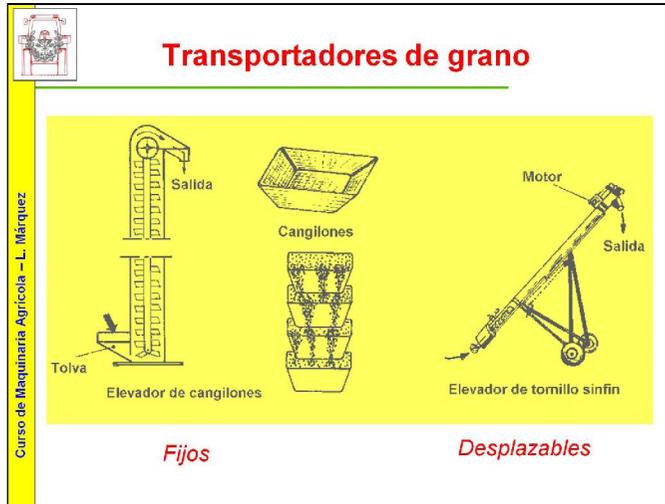
- Movimiento de granos, semillas y otros productos agrícolas en almacenes y silos.
- Utilizan una conducción cerrada, o abierta por un lado, por la que circula el material impulsado mecánicamente o por una corriente de aire.
 - La conducción va unida a la propia edificación, o se encuentra separada de la misma, lo que permite su desplazamiento cercano.



Movimiento del grano

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

- En todo lo relativo al transporte continuo de granos hay que tener en cuenta el talud natural del material, que suele ser de unos 47 grados para los granos agrícolas, por lo que para que pueda moverse sobre un plano inclinado se necesita que éste se incline formando un ángulo entre 47 y 52 grados. Si la superficie es permeable y actúa por debajo de la misma una corriente de aire, el movimiento del grano se consigue con una inclinación de solo 4 grados.



Pueden ser fijos o desplazables. Los fijos forman parte de la instalación, mientras que los desplazables disponen de elementos que permiten su movimiento en el interior de la instalación.

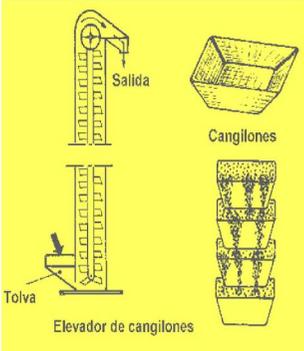


Por los elementos que utilizan para desplazar el material se pueden establecer dos categorías principales: mecánicos y neumáticos. Entre los mecánicos, por el tipo de elementos que realizan el transporte, se clasifican como: de cangilones, de cadenas, de tornillo sinfin, y de bandas continuas.



Elevador de cangilones

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



Tolva

Salida

Cangilones

Elevador de cangilones

- Estacionario
- Potencia: 0.08 kW/m con 10 t/h
- Velocidad: 3-4 m/s
- Todo tipo de materiales

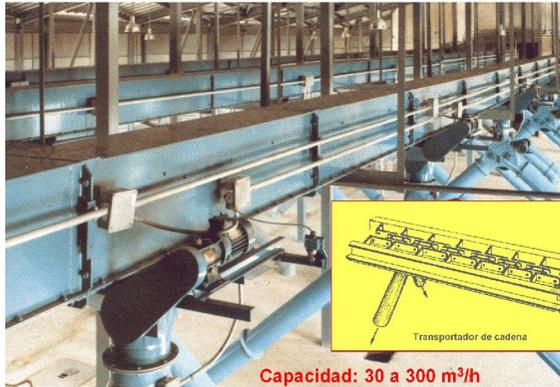
Sistemas mecánicos fijos:

Transportadores de cangilones: utilizan elementos recogedores (cangilones) unidos por uno de sus lados a una cadena que se mueve entre dos poleas situadas a distinta altura. Junto a la polea inferior se cargan los cangilones que pasan por una tolva, y se descargan al sobrepasar la polea superior. Estas instalaciones se diseñan para transportar en vertical graneles con capacidades entre 3-15 t/h (pequeñas) y 25 a 400 t/h (grandes). Permite elevar todo tipo de materiales, con una velocidad de desplazamiento de los cangilones de 3-4 m/s, demandando una potencia de 0.08 kW/m con 10 t/h de caudal.



Transportador de cadena en la parte superior de un silo

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez



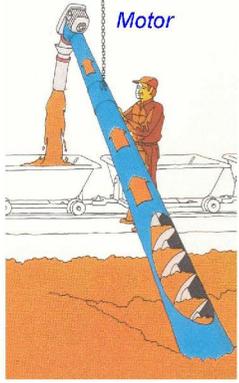
Transportador de cadena

Capacidad: 30 a 300 m³/h

Para el transporte en horizontal en transportadores situados en la parte superior de los silos, los cangilones se sustituyen por cadenas, y ofrecen una capacidad de transporte entre 30 y 300 m³/h.

Curso de Maquinaria Agrícola — L. Márquez

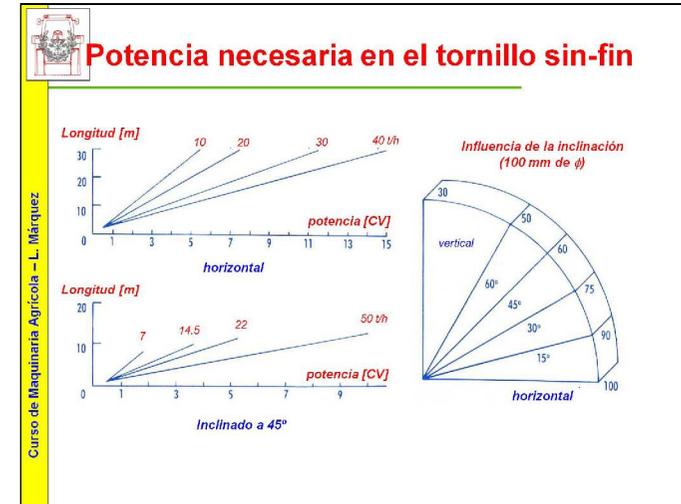
Elevador de tornillo sinfin



Motor

- Desplazable (longitud de 4 a 12 m)
- Potencia: 0.3 - 0.6 kW/m
- Régimen: 350 – 1450 rev/min
- Diámetro: 100 – 300 mm
- Inclinación 60° (recomendada)
- Todo tipo de materiales (puede dañar el grano a alta velocidad)

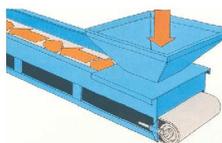
Sistemas mecánicos semi-fijos: Transportadores de tornillo sin-fin: son desplazables y están formados por tubos con una longitud entre 4 y 12 m y diámetros comprendidos entre 100 y 300 mm. En su interior gira el tornillo sinfin a un régimen entre 350 y 1450 rev/min; la velocidad de giro está limitada por la posibilidad de dañar granos sensibles. Puede utilizarse para todo tipo de materiales, con una demanda de potencia entre 0.3 y 0.6 kW/m, siendo 60 grados la inclinación aconsejada para optimizar su trabajo.



Influencia de la inclinación del tronillo sobre el caudal transportado



Banda sin-fin



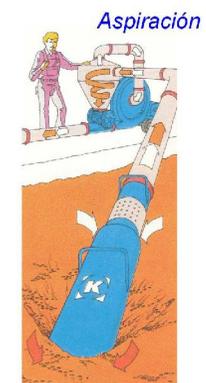
- Estacionaria o desplazable
- Potencia: hasta 2 kW
- Velocidad: 0.4 a 0.9 m/s
- Longitud: 8 – 15 m
- Todo tipo de materiales
- Material: caucho o plástico



Para materiales delicados, como las patatas, se utilizan transportadores de banda sin-fin fabricadas con caucho u otro material plástico, pueden ser estacionarias o desplazables. Su longitudes varían entre 8 y 15 m, con una velocidad de desplazamiento de la banda entre 0.4 y 0.9 m/s. La potencia necesaria para su accionamiento es inferior a los 2 kW



Transporte neumático



En el transporte de aplicación agrícola se utilizan sistemas de baja presión de aire con elevado caudal.



Características del transporte neumático



Distancia: hasta 150 m
Capacidad : 2 t/m³ aire

- Idóneo para granos
- Largos trayectos en recorridos complicados
- Velocidad del aire: 21-25 m/s
- **Sistemas:**
 - Aspiración
 - Baja presión / alta velocidad
 - Alta presión / baja velocidad

Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

Es el sistema idóneo para granos en trayectos largos y complicados, utilizando conducciones por las que se desplaza el aire a una velocidad de 21 a 25 m/s. La distancia de transporte puede llegar a los 150 m, y la capacidad de transporte es de hasta 26 t/h con una potencia de accionamiento en el ventilador de 30 CV; si se realiza aspiración la capacidad de transporte se reduce entre el 25 y el 30%.



Impulsión del aire

Ventilador centrífugo

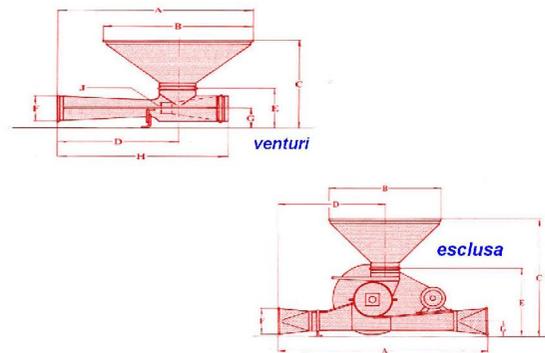


Curso de Maquinaria Agrícola – L. Márquez

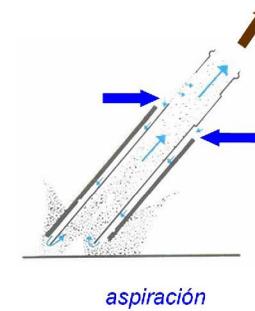
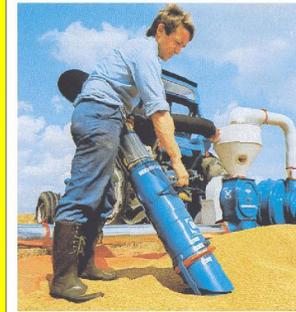
Para impulsar el aire se utiliza un ventilador centrífugo. Sobre la corriente de aire se realiza la entrega del grano, lo que puede hacerse mediante un venturi o una esclusa controlada mecánicamente.



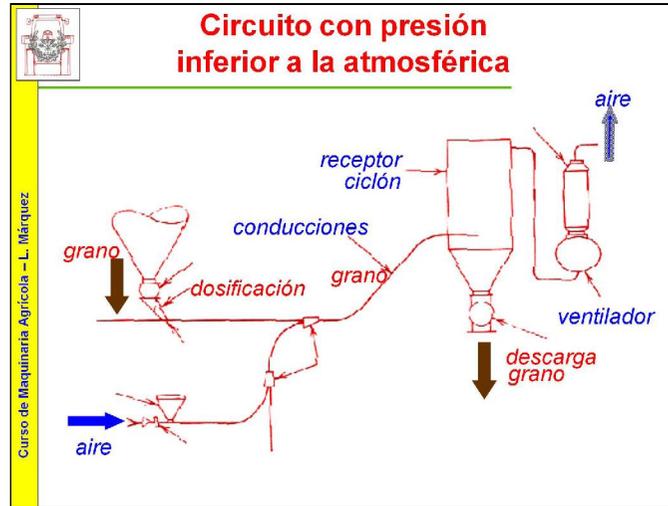
Sistemas para la alimentación



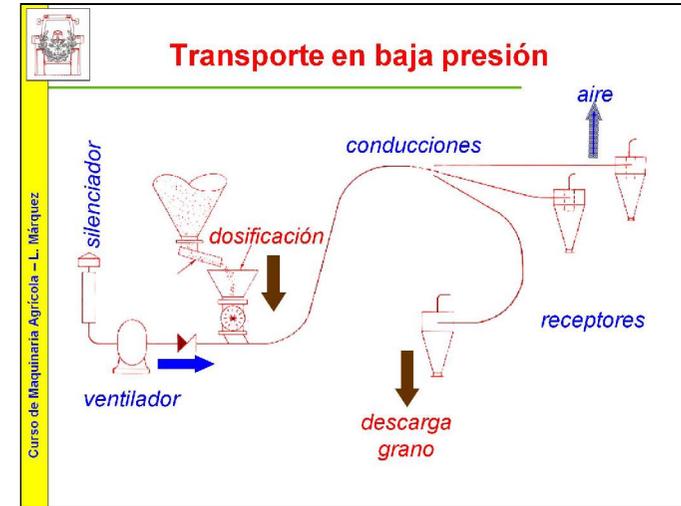
Aspiración del grano amontonado



El grano no pasa a través de ventilador, y para realizar la aspiración del grano de un montón se utiliza un sistema de doble tubería cuyo exterior está en contacto con la atmósfera cuando el aspirador se introduce en el montón.



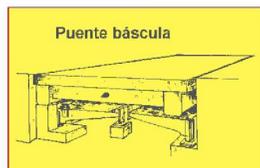
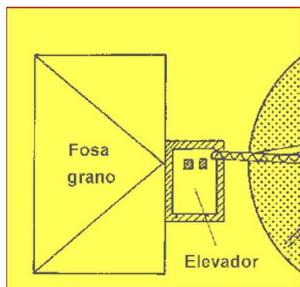
La descarga del grano se realiza mediante receptores (ciclones) que hace perder la velocidad del aire, con lo que el grano cae por gravedad, siendo recogido en la parte inferior del ciclón.





Recepción y pesada de granos

Curso de Maquinaria Agrícola — L. Márquez



Para recibir el grano que llega a los almacenes se utilizan fosas de recepción en las que se acumula el grano para transportarlo a los secaderos y a los silos de almacenamiento. Para el pesado del material que llega se utilizan puentes báscula (pesada del vehículo) o basculas-tolva.