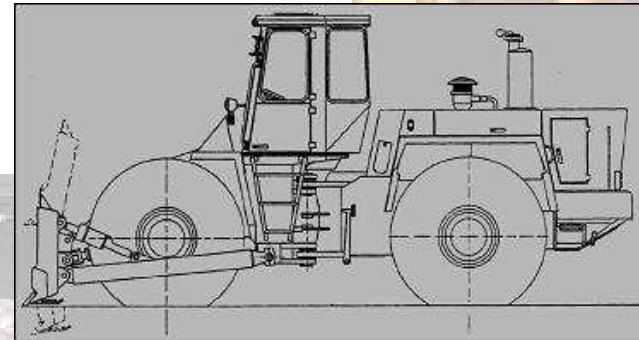


# EL TRACTOR

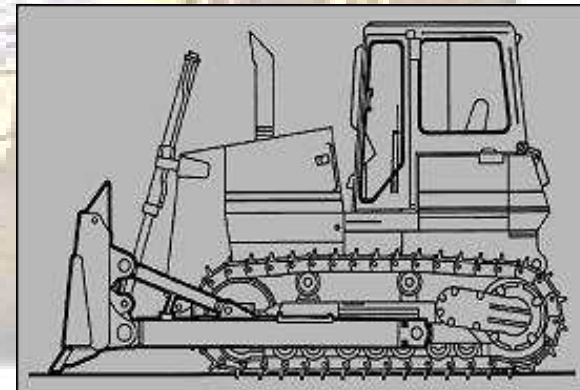
El tractor es un vehículo especial autopropulsado que se usa para arrastrar o empujar remolques, aperos u otra maquinaria o cargas pesadas. Hay tractores destinados a diferentes tareas, como la agricultura, la construcción y el movimiento de tierras.

## TIPOS

Tractores sobre ruedas.

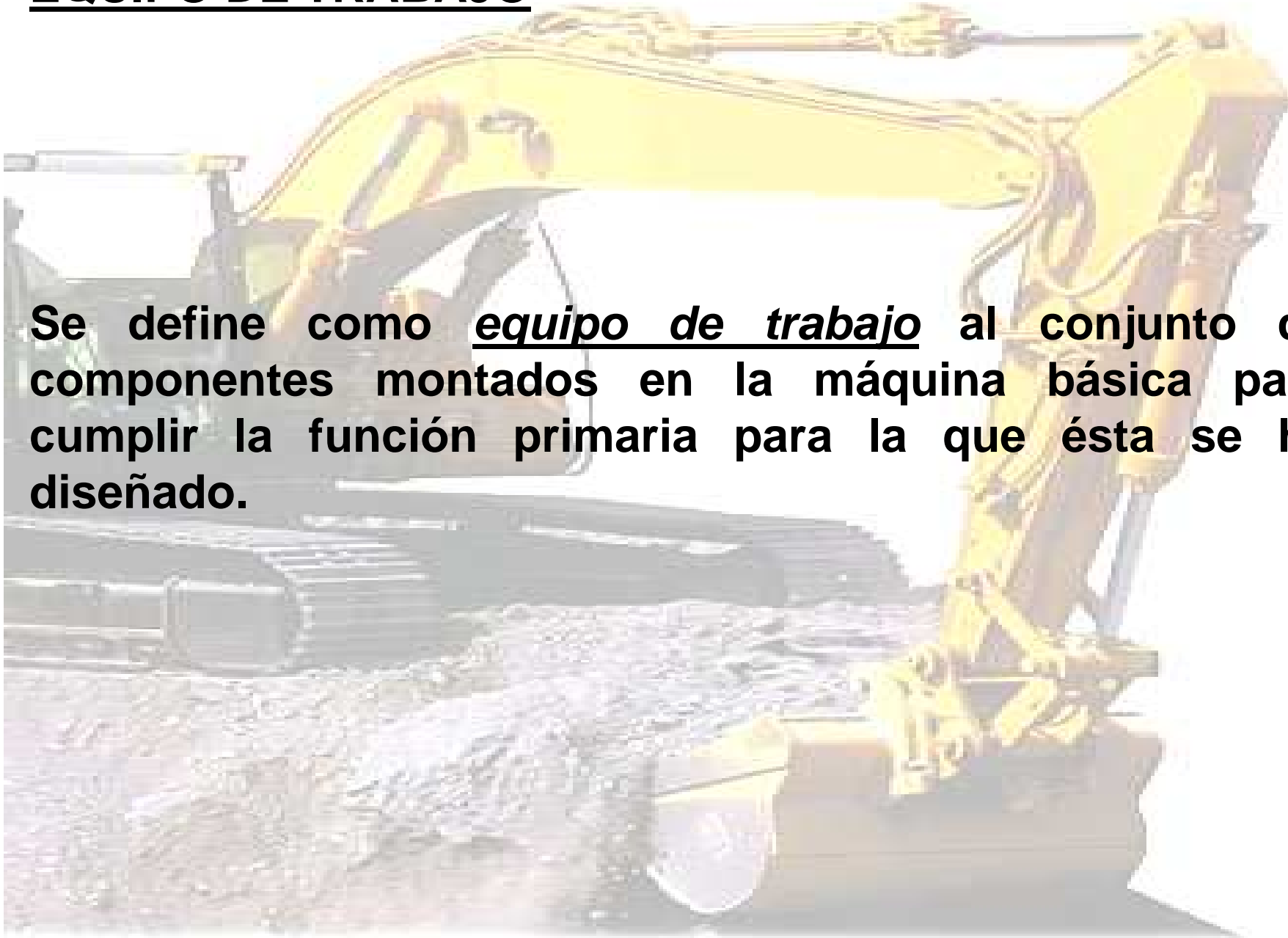


• Tractores sobre cadenas (dozer)



## EQUIPO DE TRABAJO

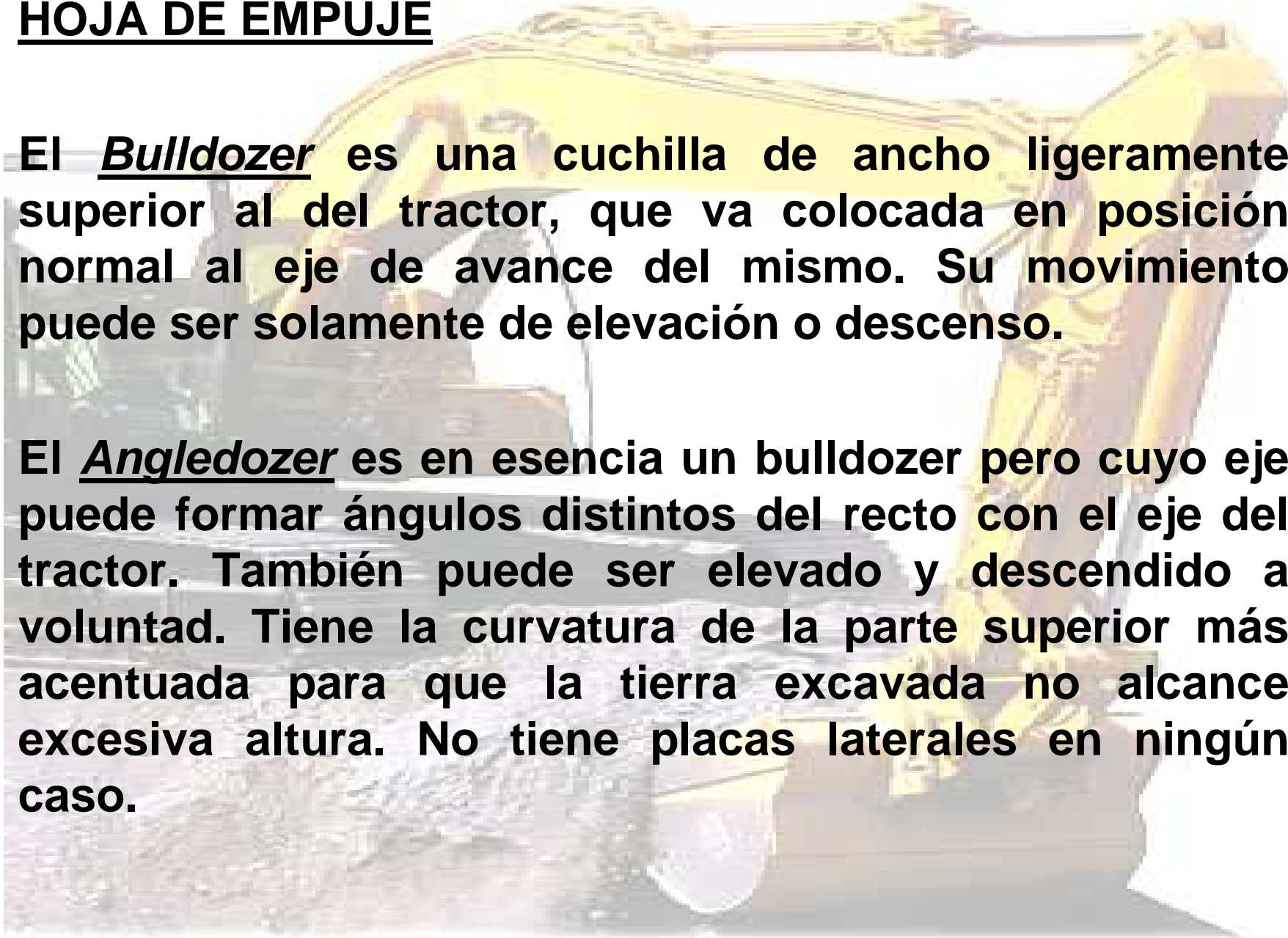
Se define como equipo de trabajo al conjunto de componentes montados en la máquina básica para cumplir la función primaria para la que ésta se ha diseñado.



## HOJA DE EMPUJE

El Bulldozer es una cuchilla de ancho ligeramente superior al del tractor, que va colocada en posición normal al eje de avance del mismo. Su movimiento puede ser solamente de elevación o descenso.

El Angledozer es en esencia un bulldozer pero cuyo eje puede formar ángulos distintos del recto con el eje del tractor. También puede ser elevado y descendido a voluntad. Tiene la curvatura de la parte superior más acentuada para que la tierra excavada no alcance excesiva altura. No tiene placas laterales en ningún caso.

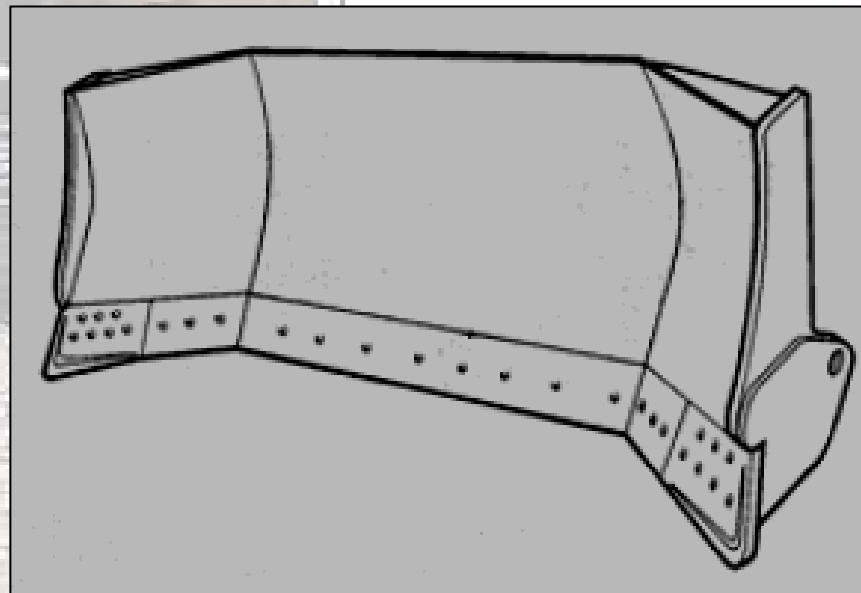


**•Hoja universal o en "U":**

**Usada para el empuje de grandes volúmenes de material a largas distancias.**

**Sus extremos formando  $25^{\circ}$  con el eje de la hoja le permite disminuir los derrames laterales.**

**Es la hoja de mayor capacidad, ideal para empujar materiales que no ofrezcan especiales dificultades.**



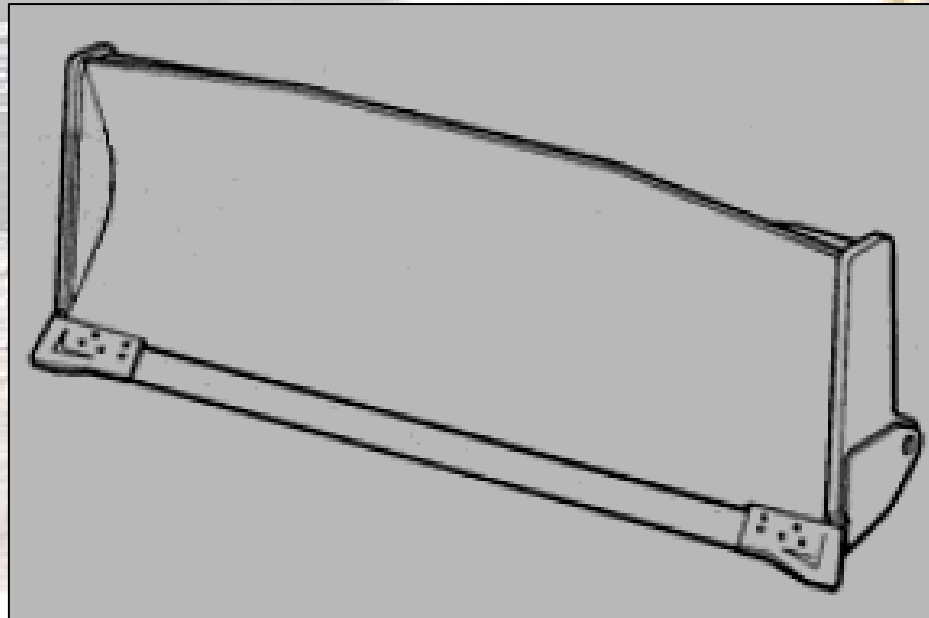
- **Hoja recta**

**Aconsejada para trabajos de empuje en general, especialmente en aquellos que requieren pasadas cortas o de media distancia.**

**Carece de extremos en ángulo como la universal, lo que le resta capacidad en el transporte del material.**

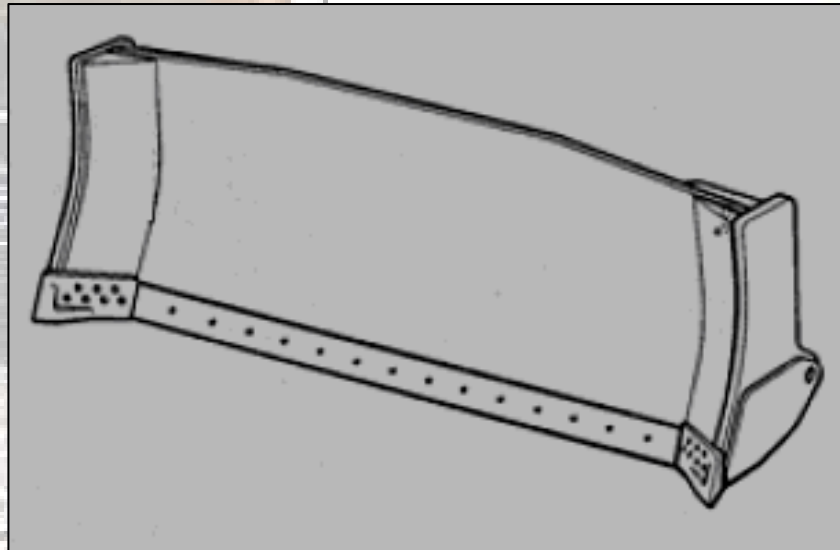
**Aporta una mayor capacidad de penetración frente a una menor capacidad de retención.**

**Es la de menor tamaño.**



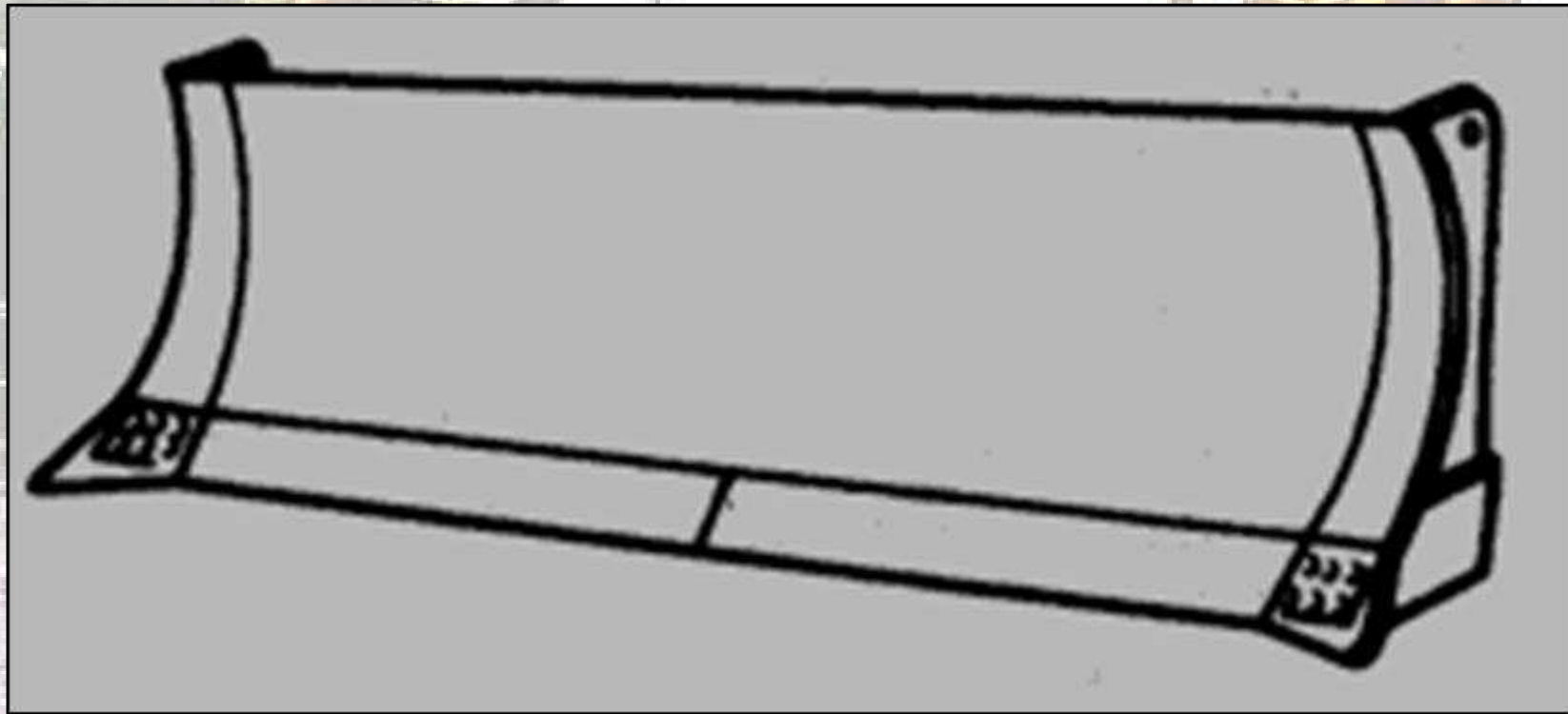
- **Hoja semiuniversal**

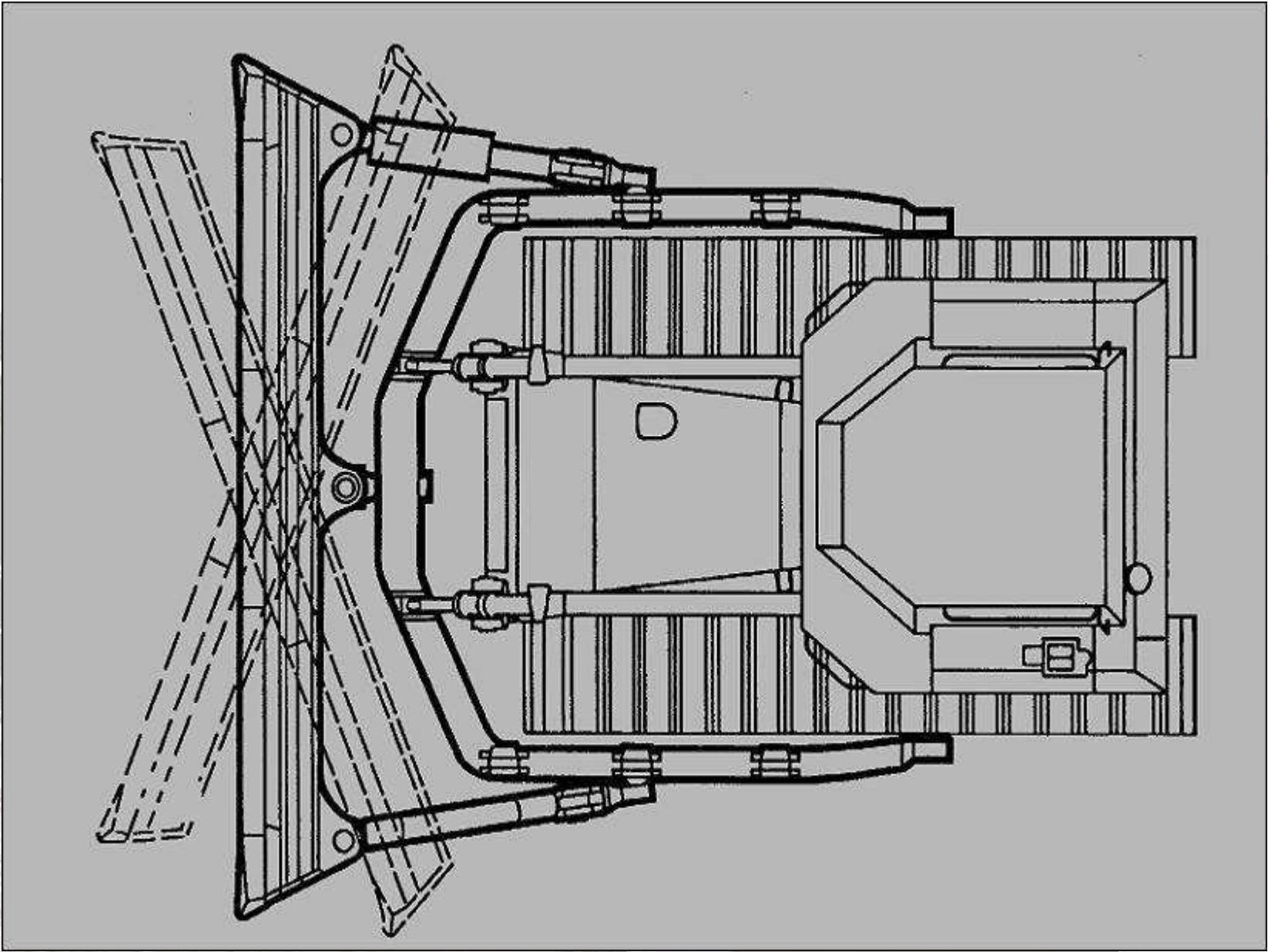
**Se encuentra entre las dos anteriores en cuanto a forma y prestaciones. Los laterales de la hoja tienen una ligera inclinación hacia delante. Hay una tendencia a ella en los grandes tractores.**



•La hoja angulable está diseñada para empujar el material lateralmente con ángulos de 25° a la derecha o izquierda respecto de la dirección del tractor.

No tiene placas laterales en ningún caso.





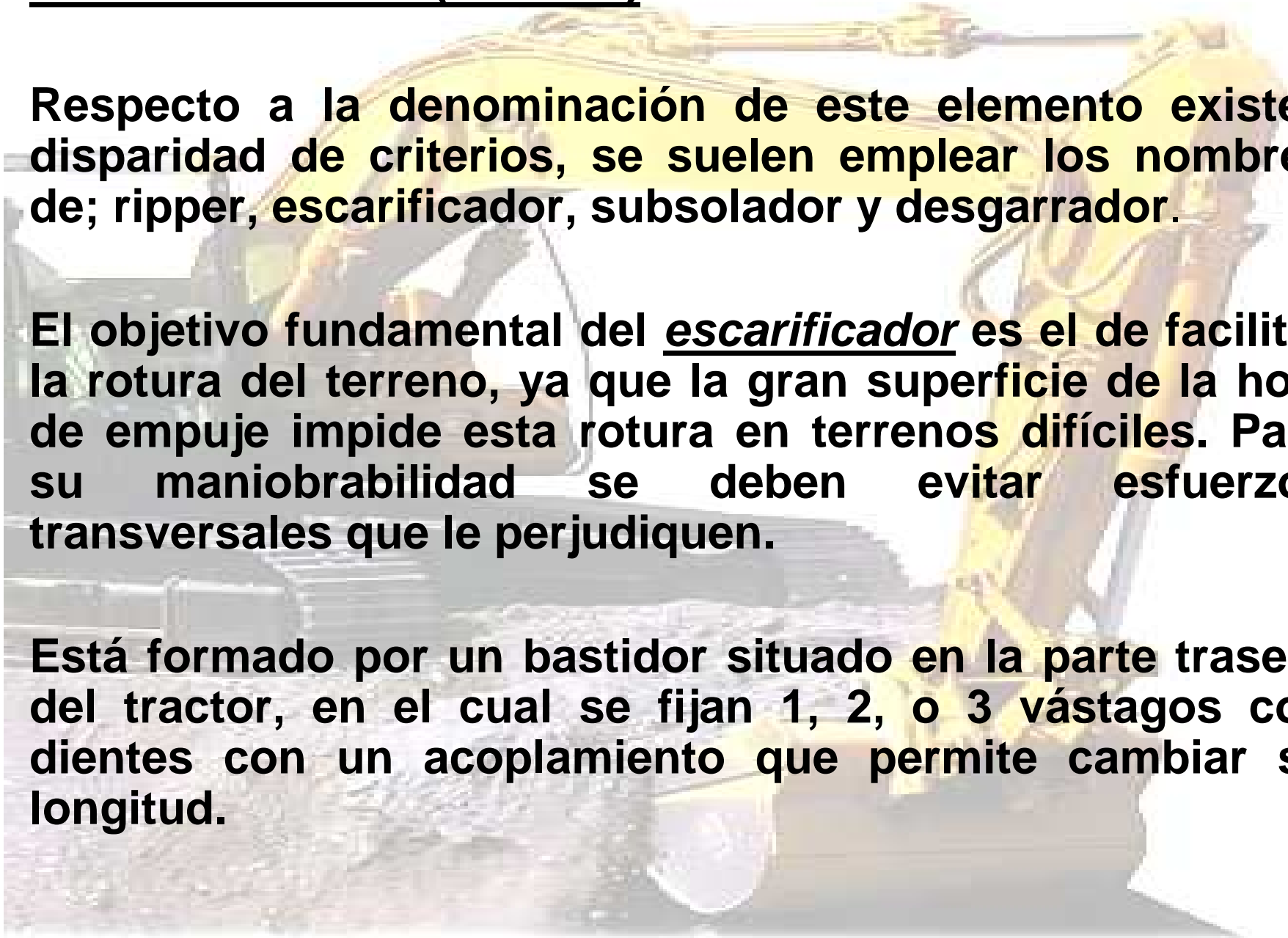


## ESCARIFICADOR (RIPPER)

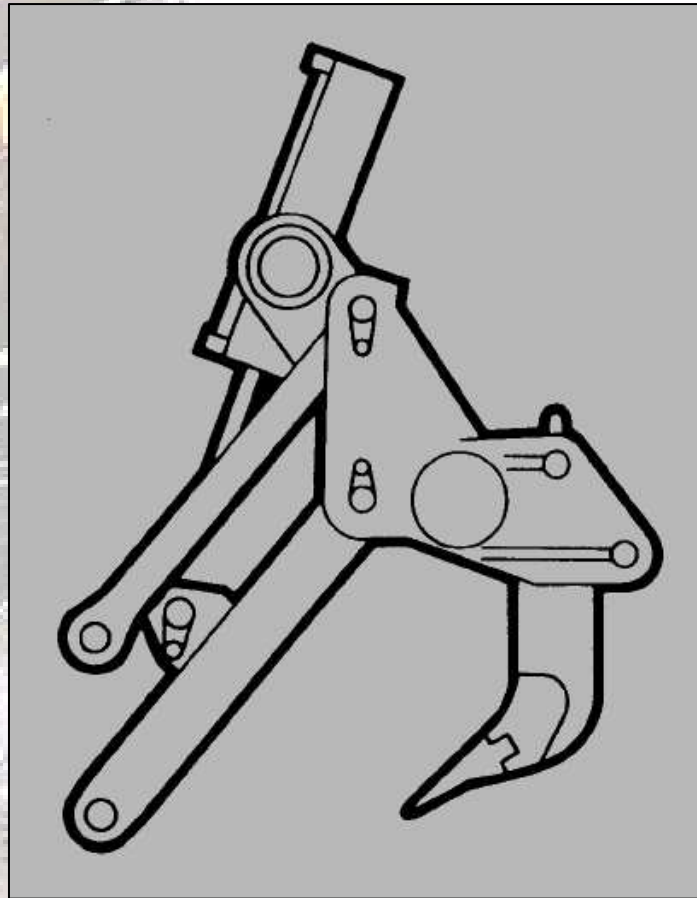
Respecto a la denominación de este elemento existen disparidad de criterios, se suelen emplear los nombres de; ripper, escarificador, subsolador y desgarrador.

El objetivo fundamental del escarificador es el de facilitar la rotura del terreno, ya que la gran superficie de la hoja de empuje impide esta rotura en terrenos difíciles. Para su maniobrabilidad se deben evitar esfuerzos transversales que le perjudiquen.

Está formado por un bastidor situado en la parte trasera del tractor, en el cual se fijan 1, 2, o 3 vástagos con dientes con un acoplamiento que permite cambiar su longitud.

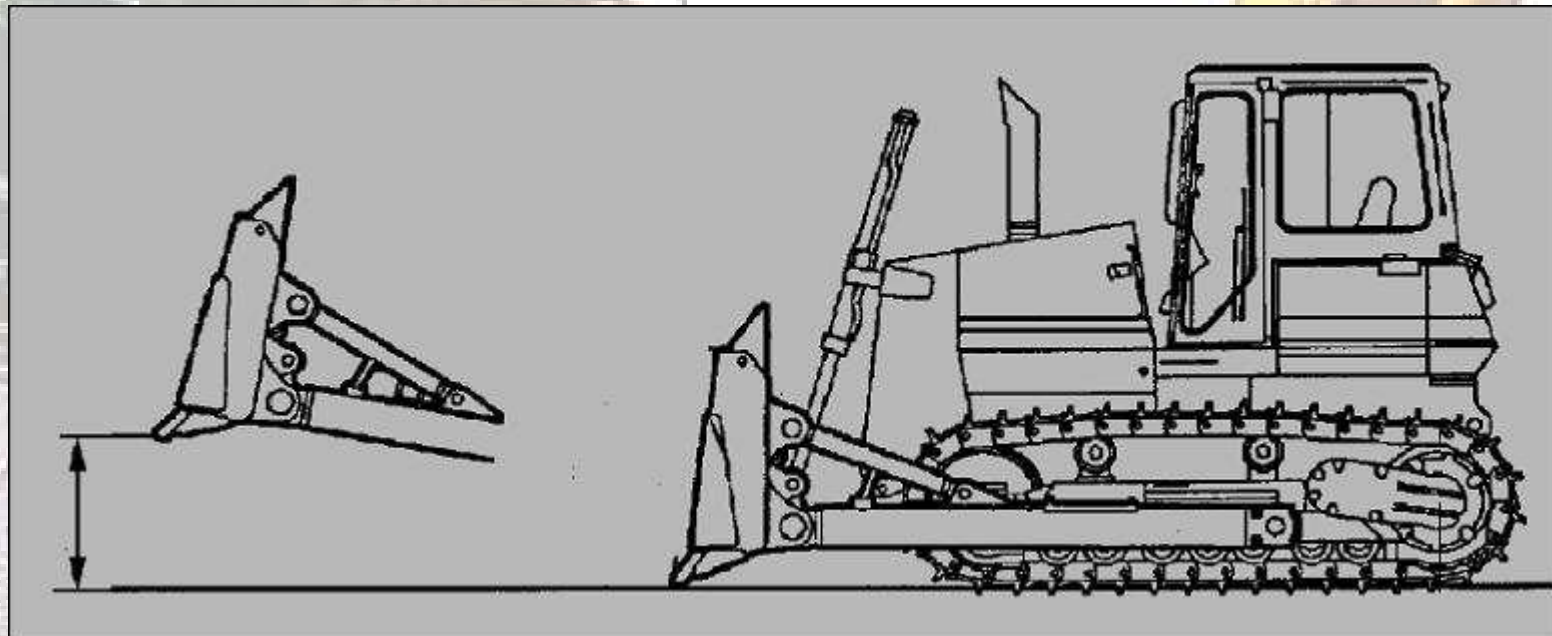


Por la forma en la que el desgarrador efectúa los recorridos de ascenso podemos clasificarlos en paralelogramos, radiales y mixtos.

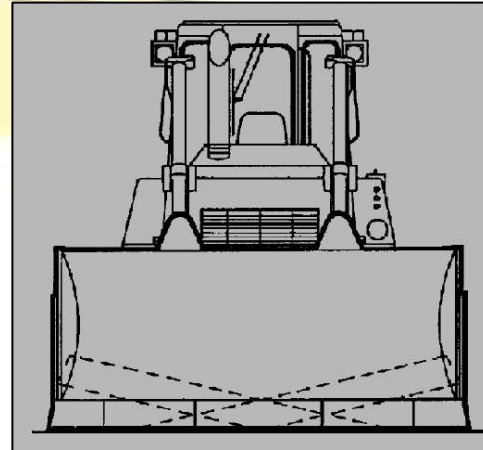


## MOVIMIENTOS DE LA HOJA DE EMPUJE

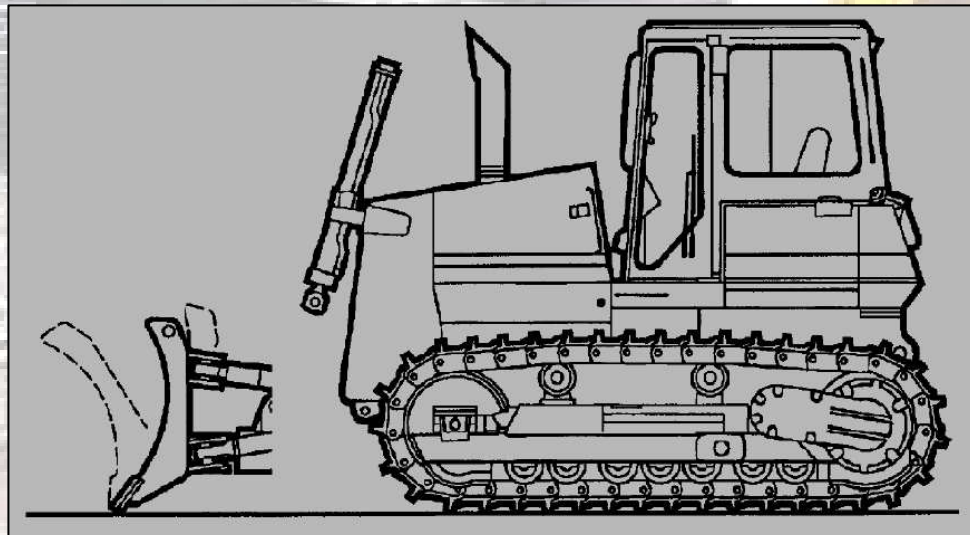
- elevación y descenso: en torno a las sujeciones traseras de los brazos de empuje



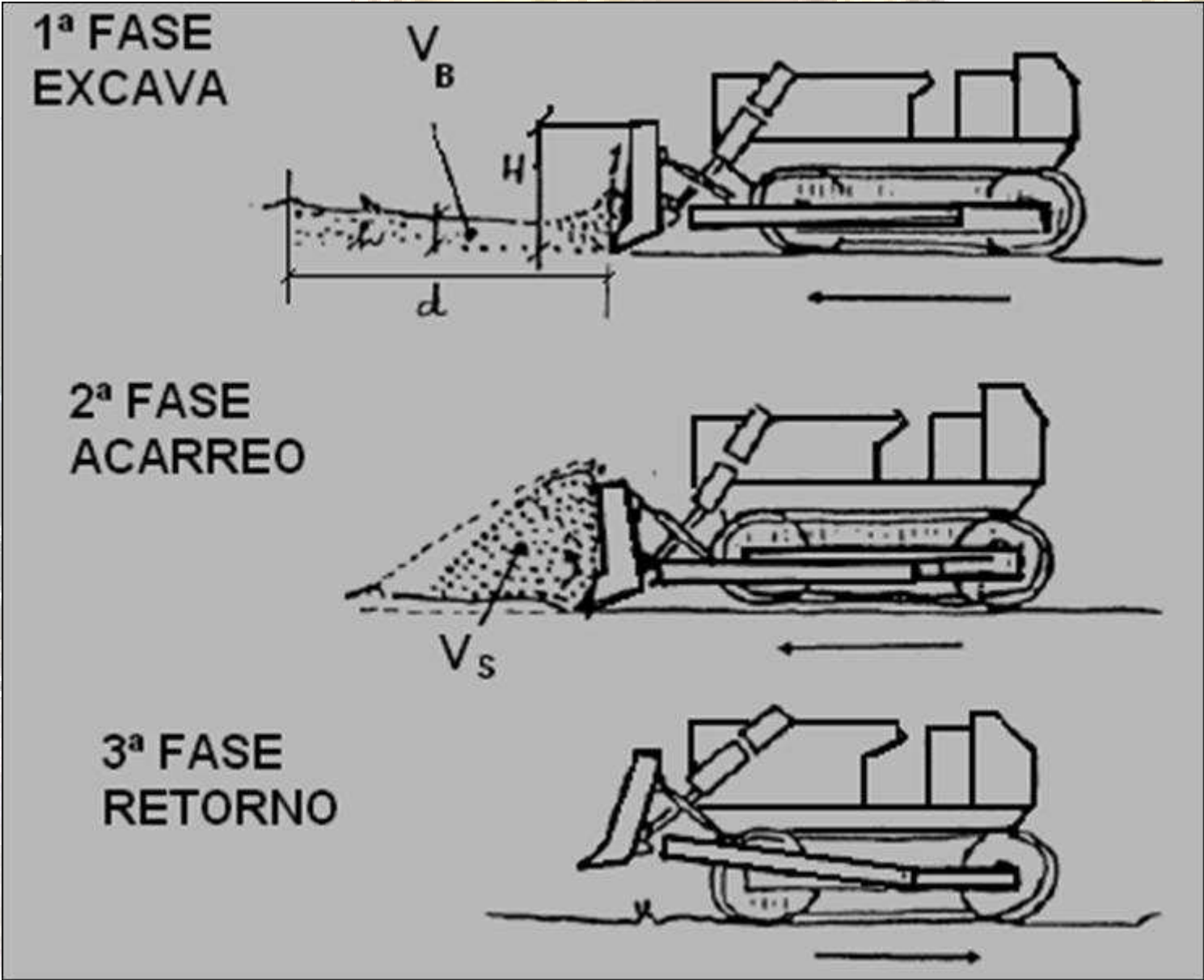
- **movimiento de giro vertical (Tilt):** inclinación en el plano de la hoja inclinando cualquiera de sus extremos hacia el suelo.



- **Movimiento de inclinación vertical de la hoja (Tip):** varía el ángulo de ataque de la cuchilla contra el terreno.



# CICLO DE TRABAJO COMO EMPUJADOR



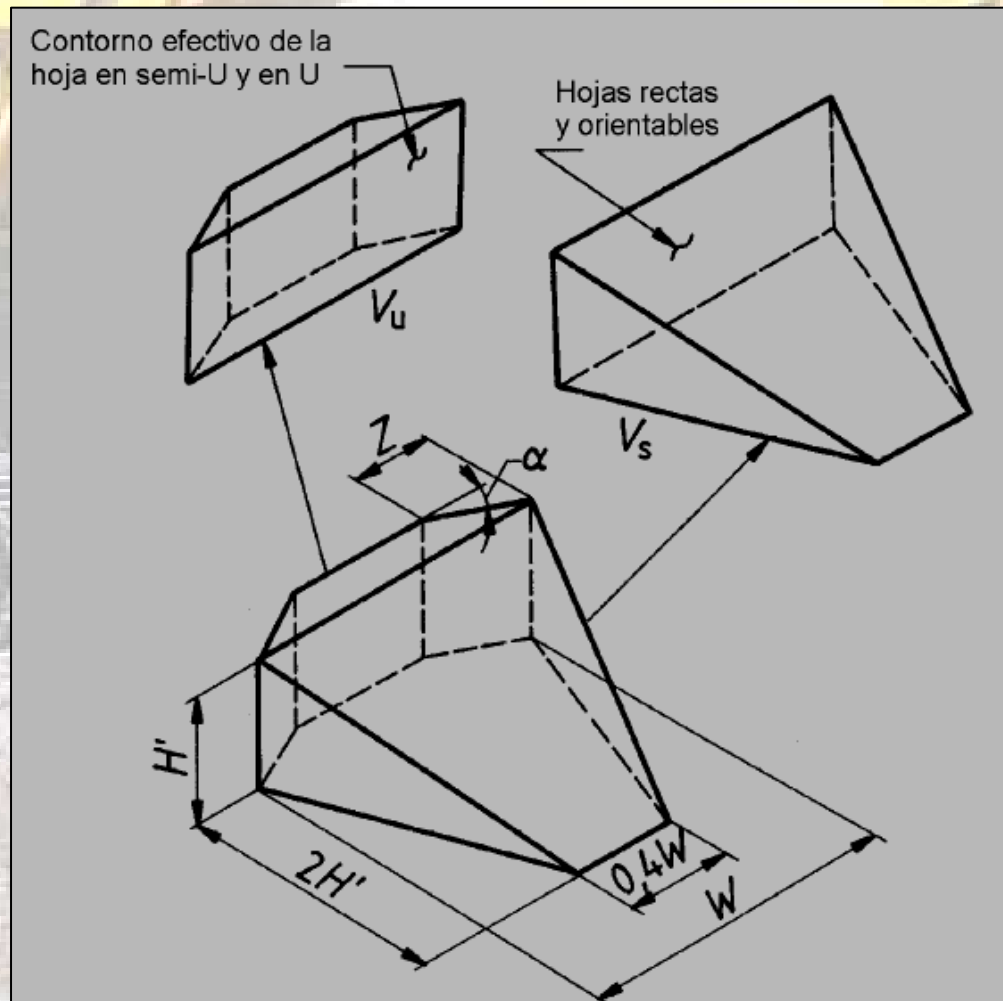
## **CAPACIDAD DE LA HOJA DE EMPUJE**

**Es la cantidad de material que lleva la hoja de empuje en un ciclo completo de trabajo. La hoja empujadora transporta el material y para ello es necesario un esfuerzo que crece a medida que aumenta la capacidad de la hoja empleada. De aquí que sea necesario limitar la capacidad de la hoja de acuerdo con la potencia del tractor**

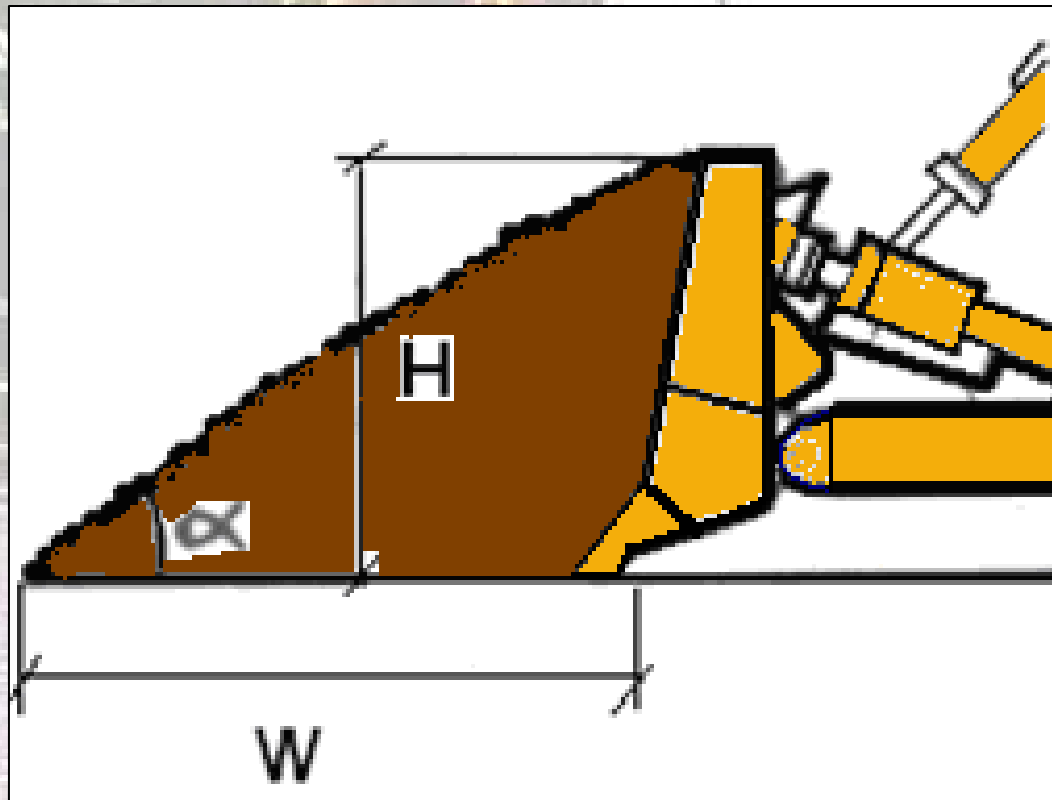
**La capacidad de una hoja no se puede determinar exactamente, ya que las dimensiones del montón que se forma delante de la hoja dependen de las de la hoja, de su tipo y del talud en reposo del material que se empuja. En este sentido, la norma UNE 115235:2003 especifica un método de cálculo del volumen de las hojas de empuje**

A partir de la figura, deducimos la capacidad volumétrica de las hojas rectas y orientables

$$V_s = 0,8 \times W \times (H')^2$$

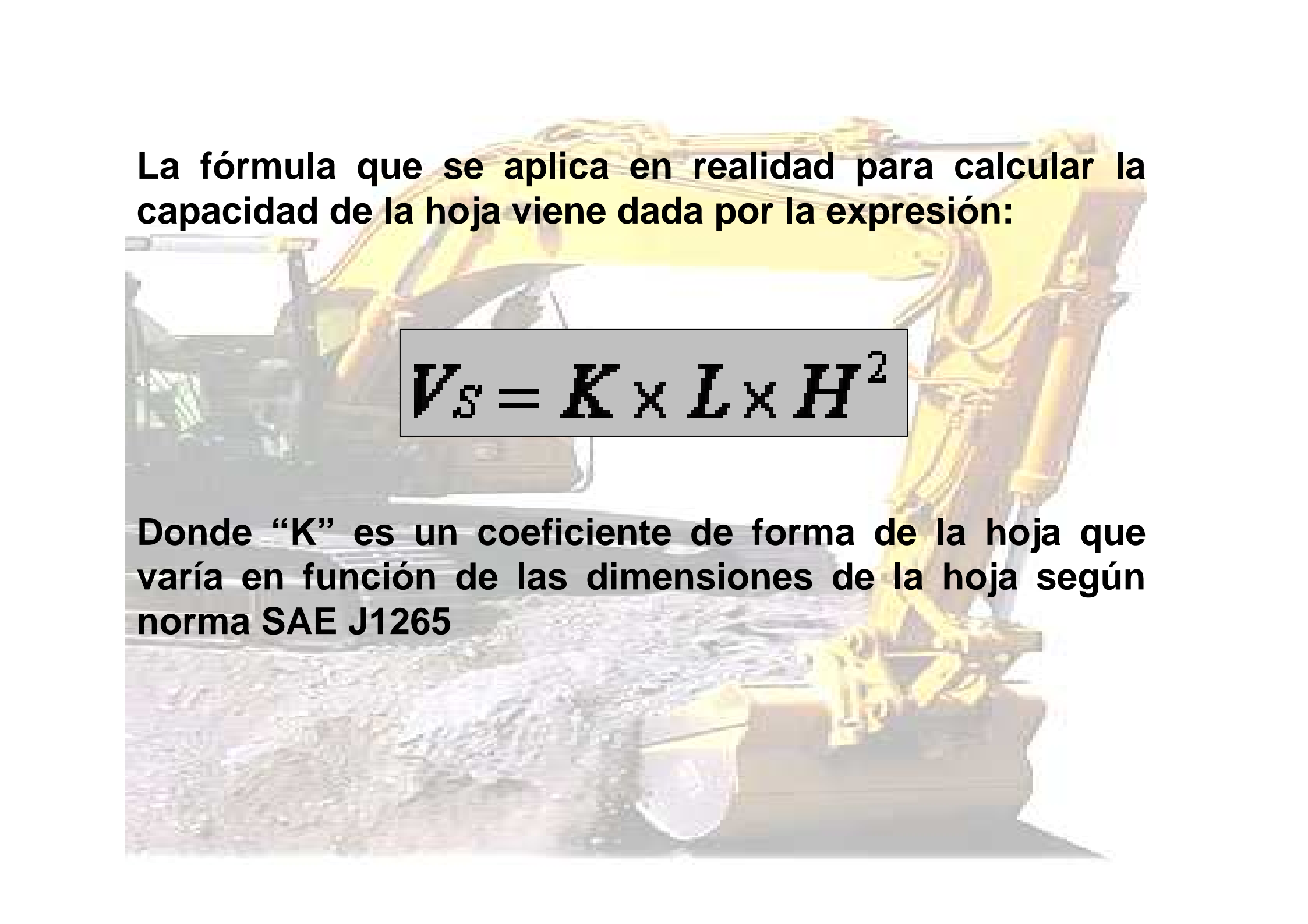


Otra forma por la que podemos calcular la capacidad teórica de la hoja es suponer que la tierra forma una cuña apilada en la parte delantera de la hoja, con un ángulo de inclinación sobre el plano de apoyo igual al ángulo de talud natural del terreno que estamos removiendo.



$$V_s = \frac{1}{2} \times L \times H^2 \times \tan \alpha$$





La fórmula que se aplica en realidad para calcular la capacidad de la hoja viene dada por la expresión:

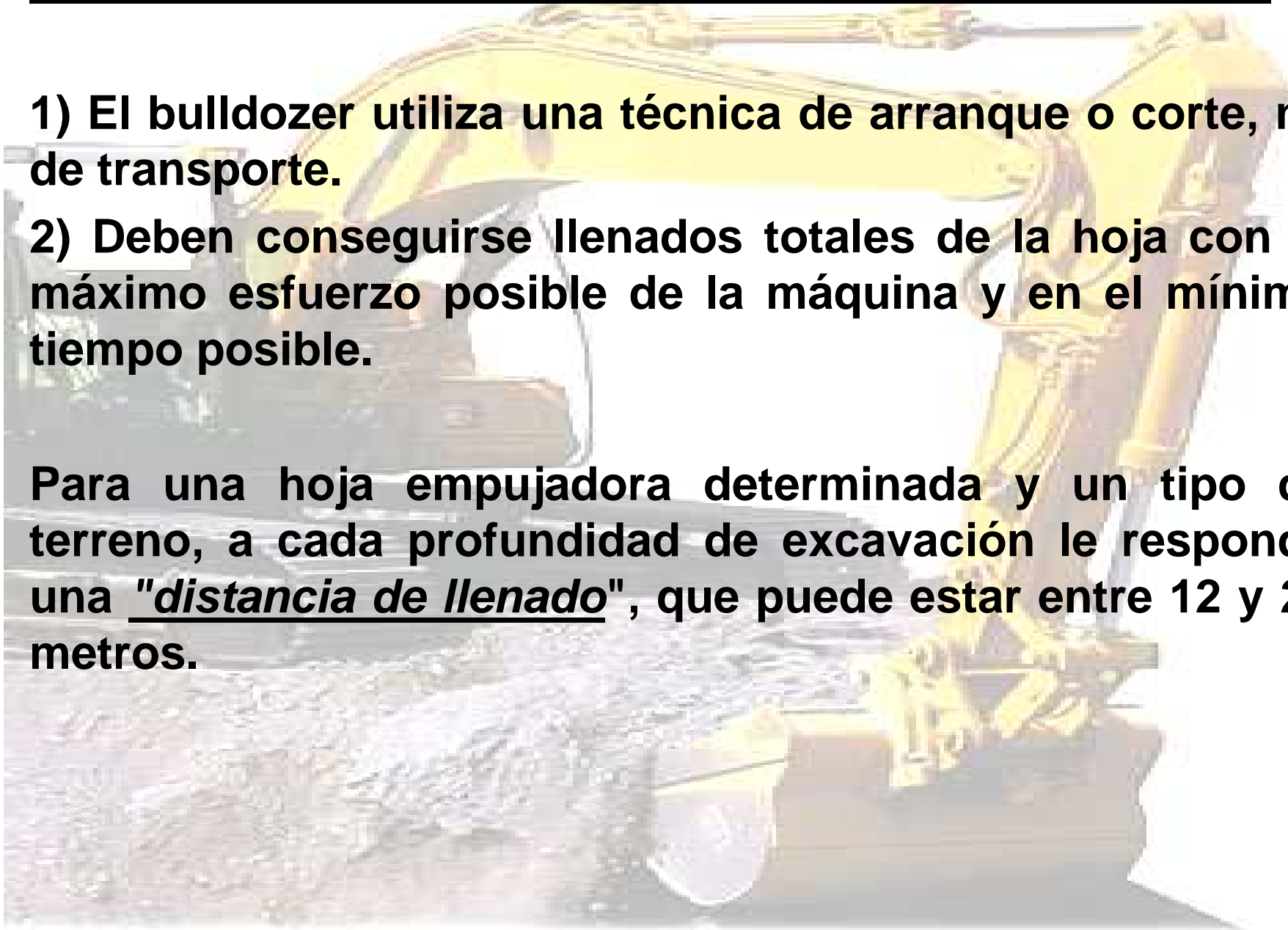
$$V_s = K \times L \times H^2$$

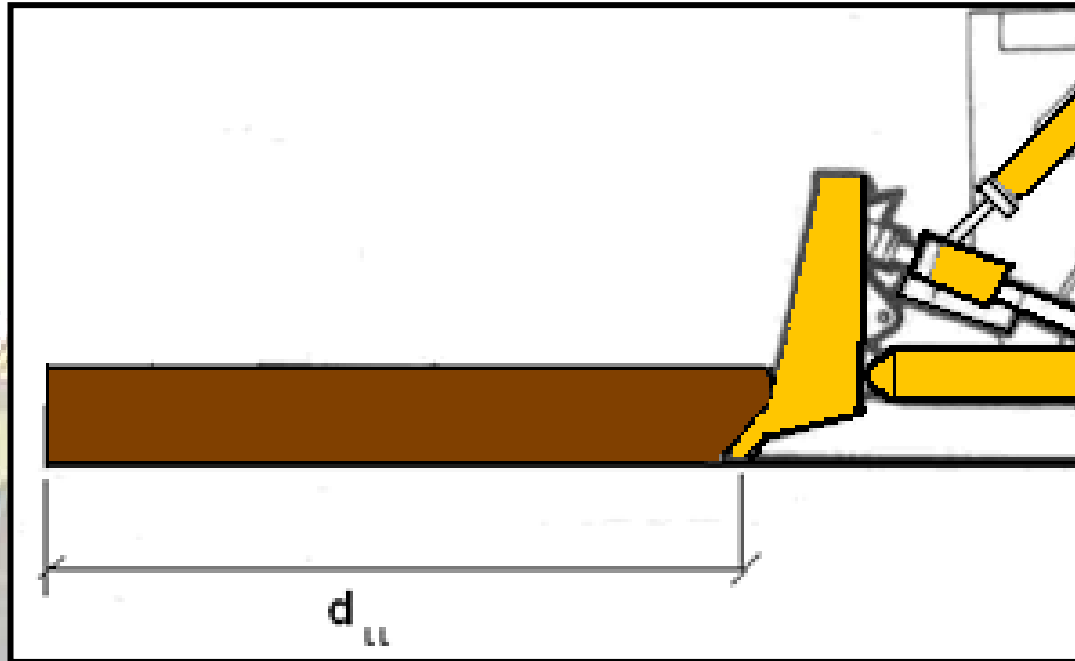
Donde “K” es un coeficiente de forma de la hoja que varía en función de las dimensiones de la hoja según norma SAE J1265

## **DISTANCIA DE EXCAVACIÓN Y LLENADO DE LA HOJA**

- 1) El bulldozer utiliza una técnica de arranque o corte, no de transporte.**
- 2) Deben conseguirse llenados totales de la hoja con el máximo esfuerzo posible de la máquina y en el mínimo tiempo posible.**

**Para una hoja empujadora determinada y un tipo de terreno, a cada profundidad de excavación le responde una "distancia de llenado", que puede estar entre 12 y 20 metros.**





$$V_B = d_{LL} \times h \times L = V_S \times F_W$$

**Despejando el valor de la distancia de llenado en función de las características de la hoja y la profundidad de corte:**

$$d_{LL} = \frac{K \times H^2}{h} \times F_W$$

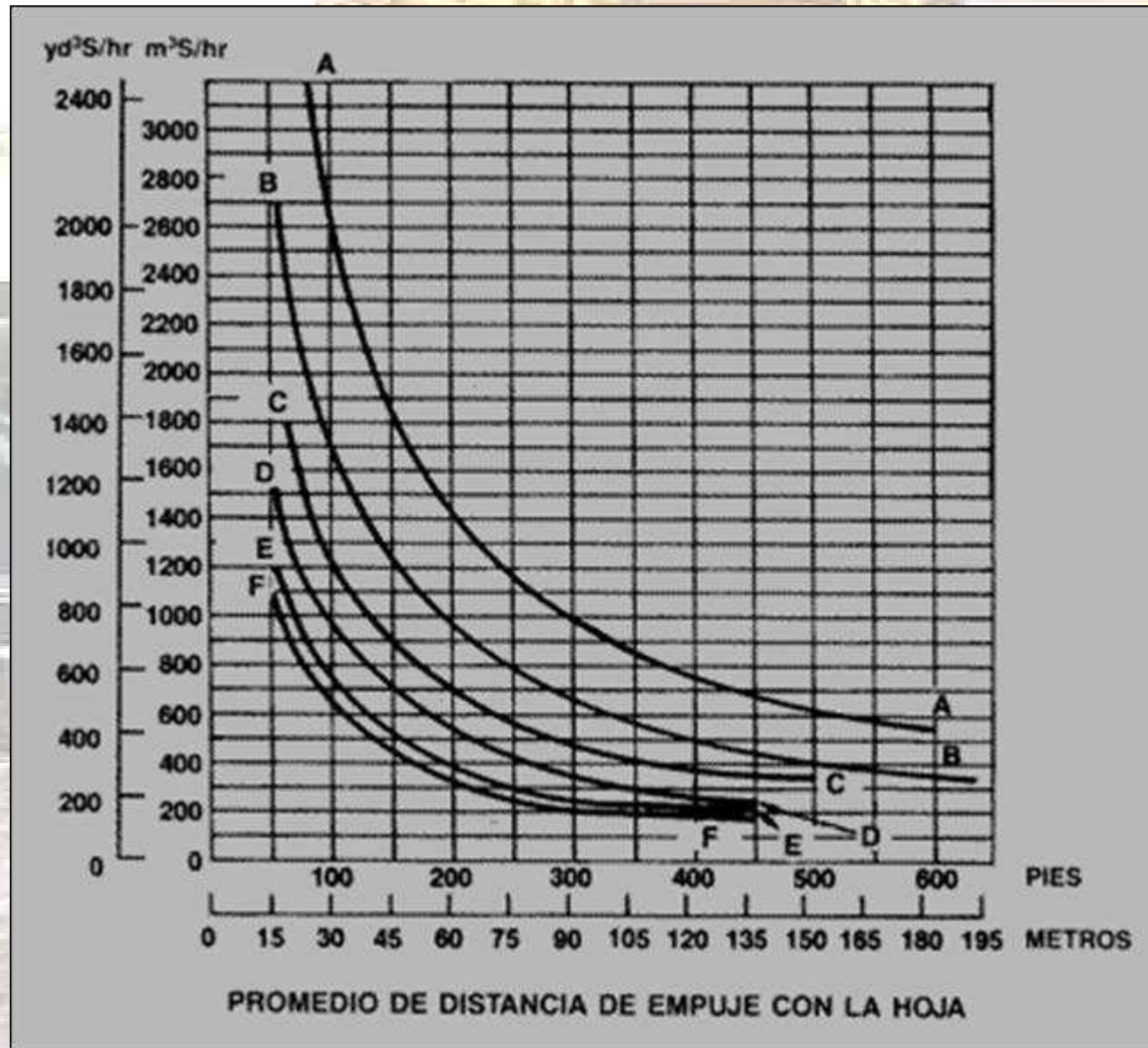
**Se llama “distancia de empuje” a la de excavación más la que recorre el bulldozer transportando el material, sin excavar en el terreno.**

**Como resulta que después de que la hoja esté llena, y durante el transporte va perdiendo material es más rentable y consume menos gasoil si arranca el material durante todo el recorrido a realizar, o sea, excavación más acarreo.**

**Por tanto, recalcularemos la expresión anterior en función de la profundidad de corte “h” teniendo como dato la distancia total a recorrer “d”**

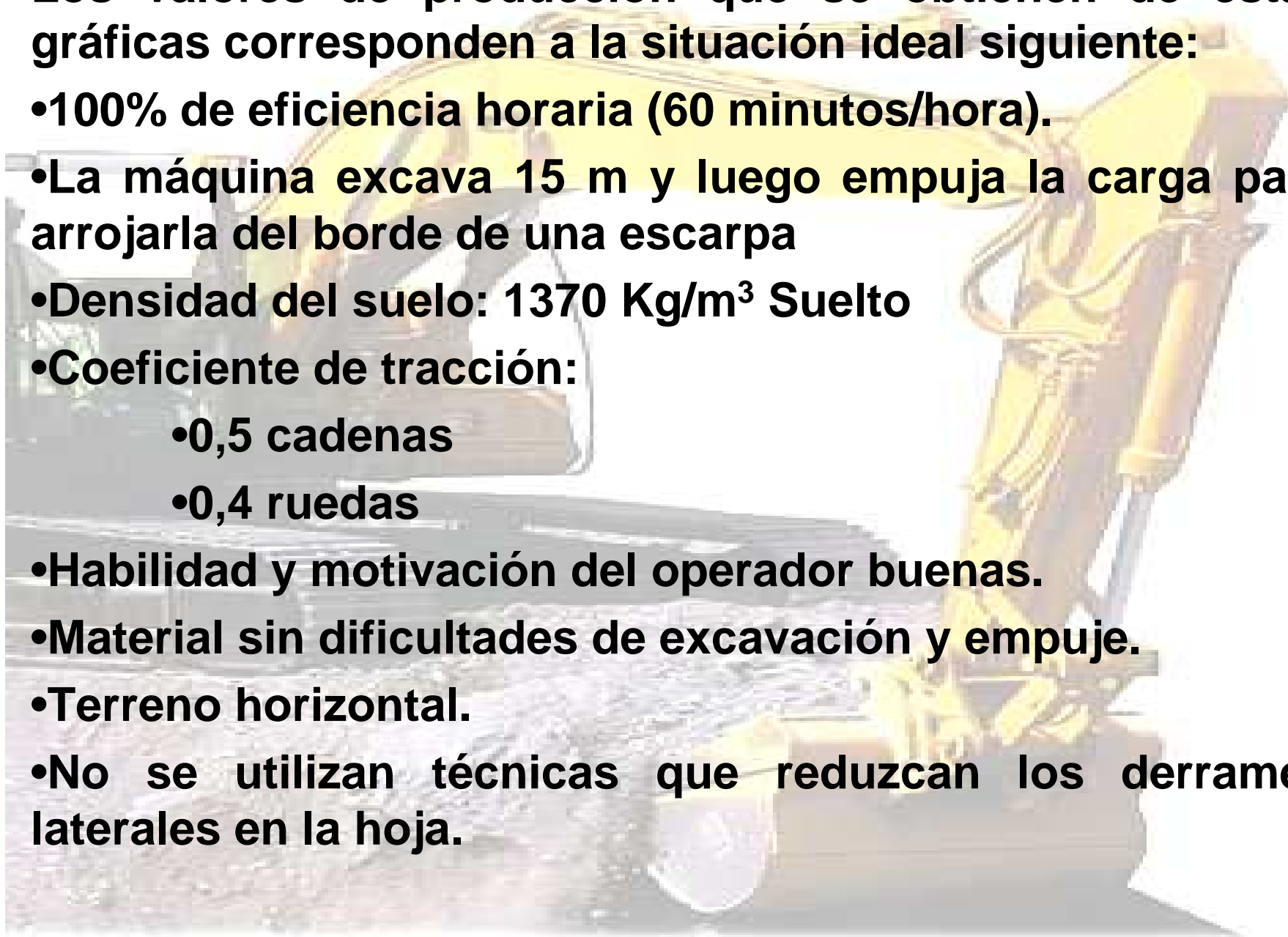
$$h = F_w \times \frac{V_s}{d \times L}$$

# ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN MEDIANTE GRÁFICAS



**Los valores de producción que se obtienen de estas gráficas corresponden a la situación ideal siguiente:**

- **100% de eficiencia horaria (60 minutos/hora).**
- **La máquina excava 15 m y luego empuja la carga para arrojarla del borde de una escarpa**
- **Densidad del suelo: 1370 Kg/m<sup>3</sup> Suelto**
- **Coeficiente de tracción:**
  - **0,5 cadenas**
  - **0,4 ruedas**
- **Habilidad y motivación del operador buenas.**
- **Material sin dificultades de excavación y empuje.**
- **Terreno horizontal.**
- **No se utilizan técnicas que reduzcan los derrames laterales en la hoja.**



Como estas condiciones no son habituales es preciso aplicar a la producción teórica, dada por la gráfica correspondiente, los siguientes factores:

$f_h$  = factor de eficiencia horaria

$f_o$  = factor de habilidad y motivación del operario.

$f_{LL}$  = factor de llenado de la hoja (blade factor).

$f_p$  = factor de pendiente del terreno.

$f_m$  = factor del método de trabajo.

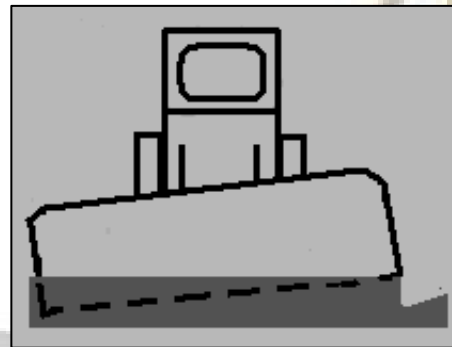
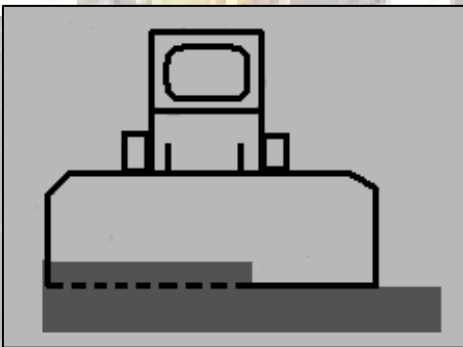
Teniendo en cuenta lo anterior la producción será

$$R' = R \times f_h \times f_o \times f_{LL} \times f_p \times f_m$$

El tipo de hoja se tiene en cuenta a la hora de escoger la gráfica de producciones teóricas.

# TÉCNICAS DE EXCAVACIÓN Y EMPUJE

- En excavaciones en tierras duras, si la hoja no penetra, se puede recurrir a cortar sólo con una parte de la hoja, o bien se inclina una esquina de la hoja (movimiento "tilt")

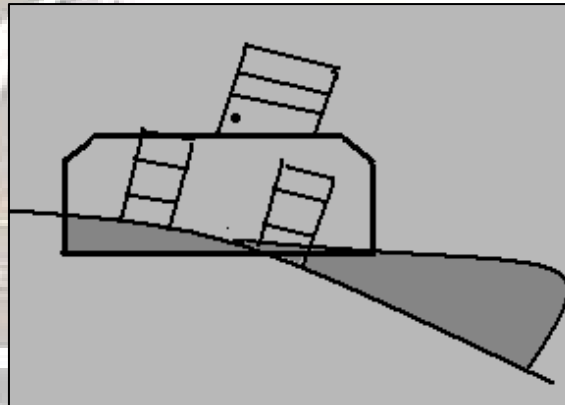


- Siempre que sea posible hay que procurar trabajar a favor de la pendiente.

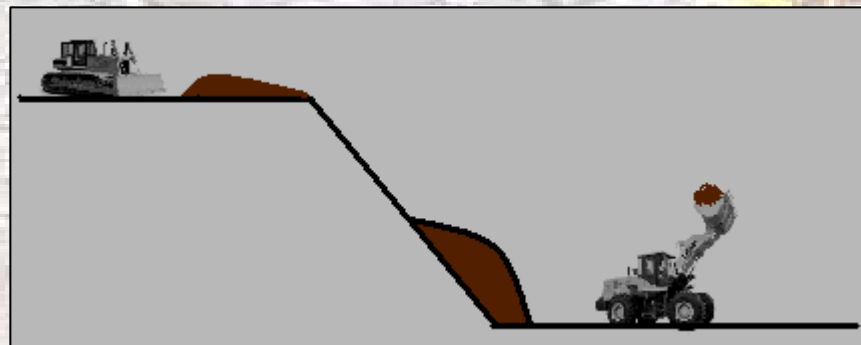
- Es frecuente en el trabajo de excavación que aparezcan tocones, rocas difíciles, etc. Para arrancarlos se combina el efecto de empuje del tractor con el de ascenso de la hoja.



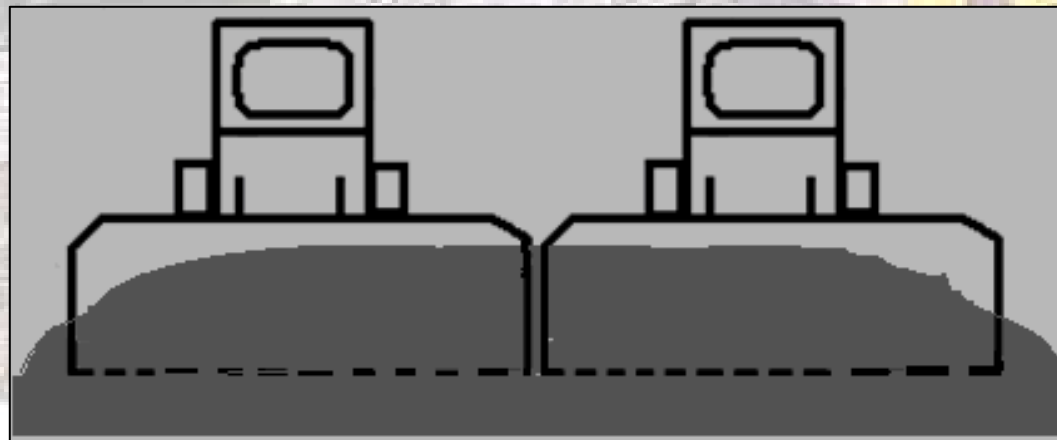
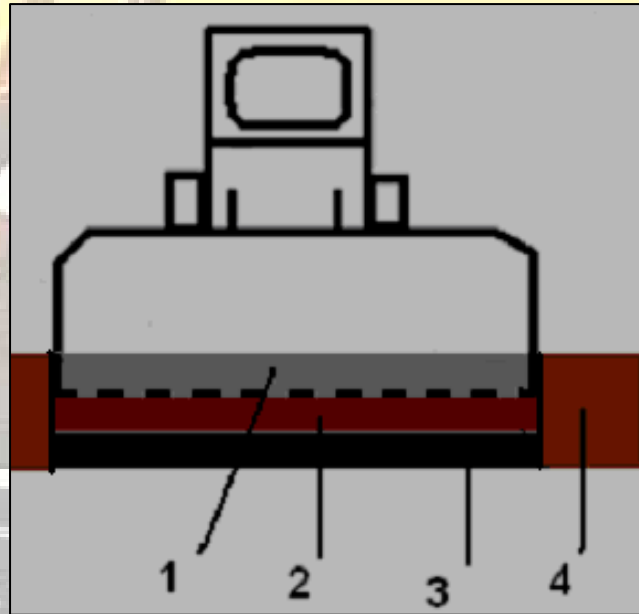
- En trabajos a media ladera, (explanaciones de carreteras) si la pendiente transversal es menor de  $30^\circ$  se puede iniciar la excavación con una pasada que vaya apartando el material ladera abajo, con lo que se va creando un apoyo para mejorar la estabilidad en la siguiente pasada



- En trabajos de empuje directo se puede dejar el material formando un terraplén, para su posterior carga con otro equipo



- Durante el empuje el material tiende a salirse por los extremos de la hoja. Esas pérdidas pueden disminuirse mediante el trabajo en zanja o el de dos bulldozer juntos.

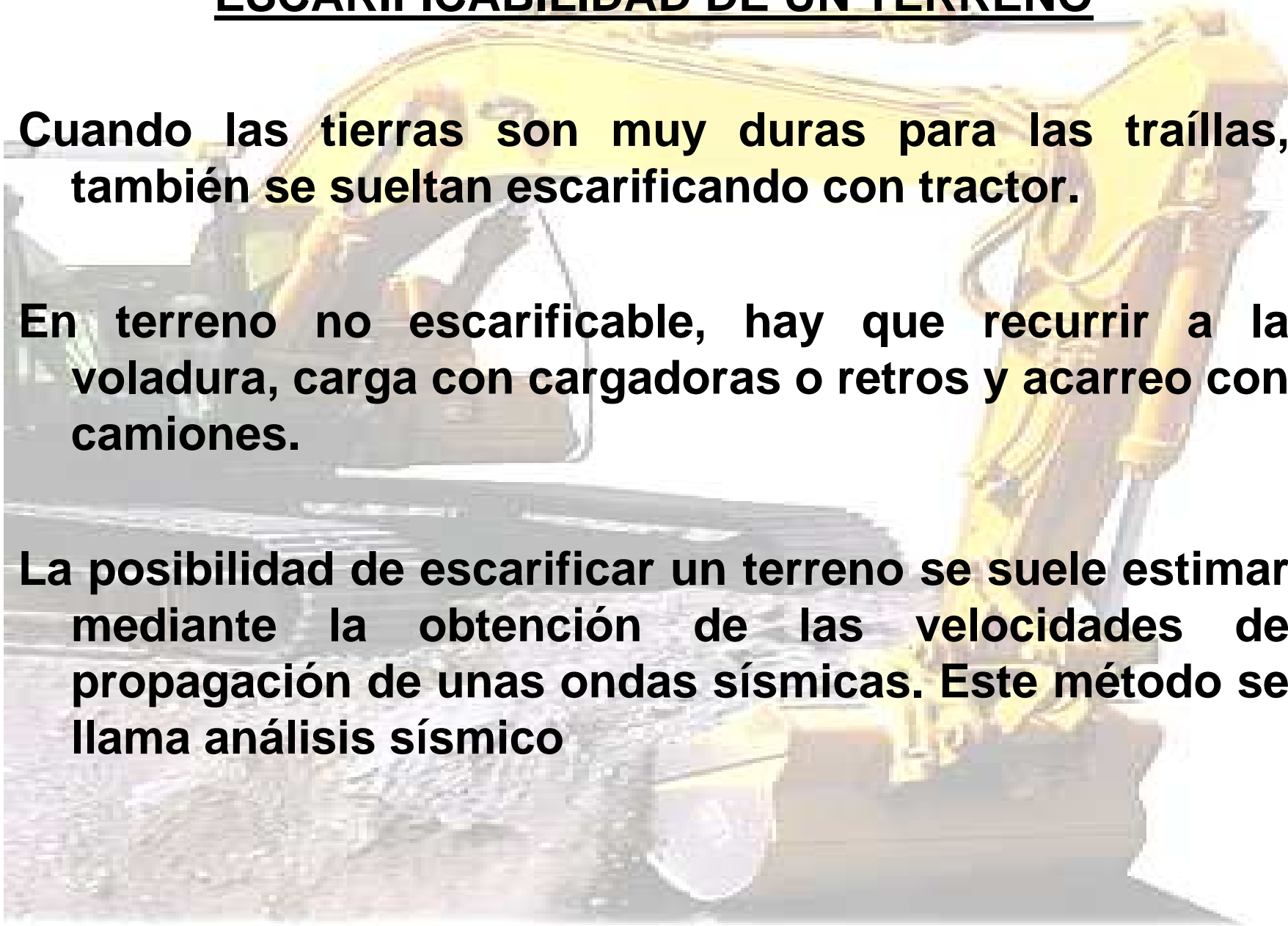


## ESCARIFICABILIDAD DE UN TERRENO

**Cuando las tierras son muy duras para las traíllas, también se sueltan escarificando con tractor.**

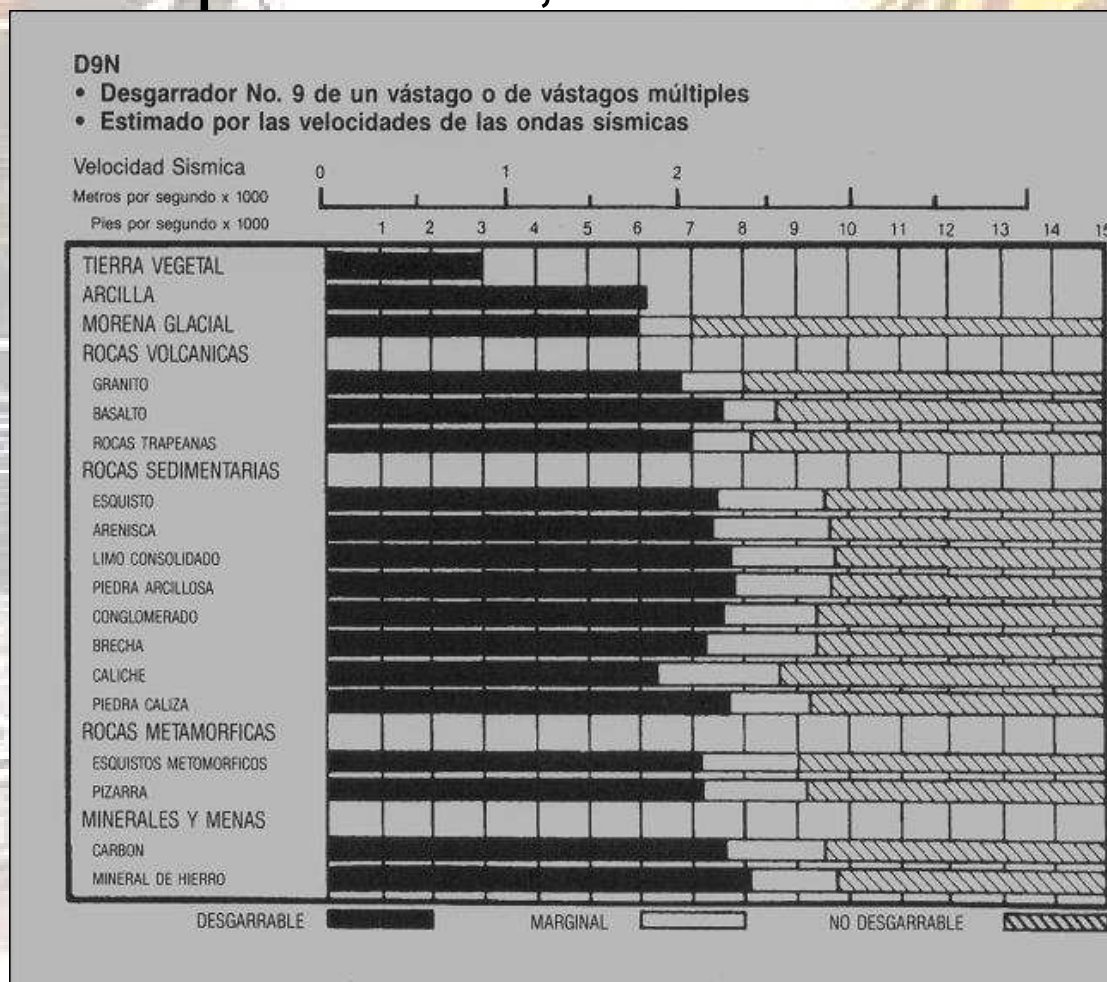
**En terreno no escarificable, hay que recurrir a la voladura, carga con cargadoras o retros y acarreo con camiones.**

**La posibilidad de escarificar un terreno se suele estimar mediante la obtención de las velocidades de propagación de unas ondas sísmicas. Este método se llama análisis sísmico**



# ESCARIFICABILIDAD DE UN TERRENO DESGARRAMIENTO ECONÓMICO

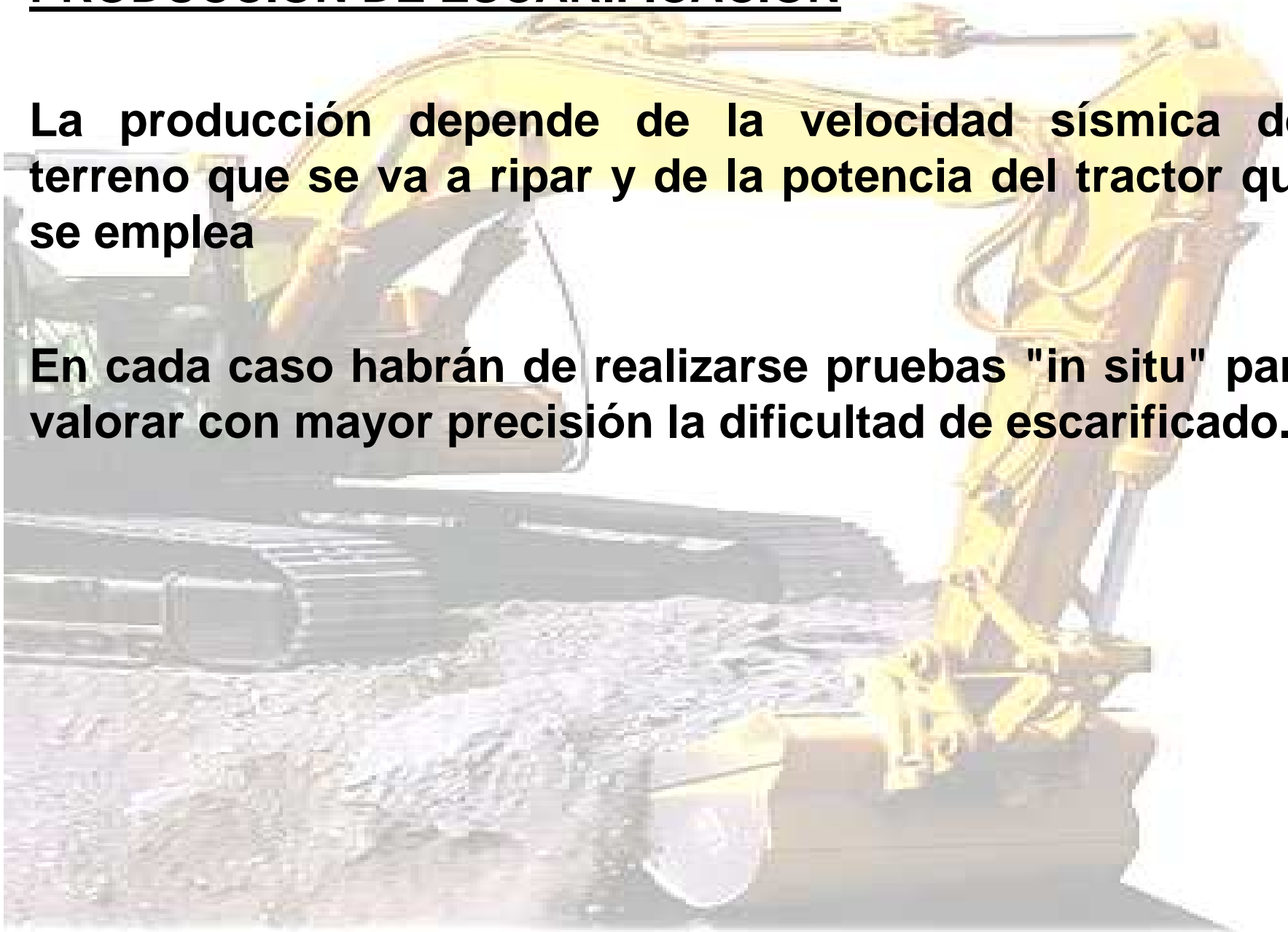
Cada tractor tiene su campo de utilización de materiales escarificables en función de su peso. Los fabricantes dan para cada modelo de tractor una tabla de sus posibilidades, tomando como referencia la velocidad sísmica



## PRODUCCIÓN DE ESCARIFICACIÓN

La producción depende de la velocidad sísmica del terreno que se va a ripar y de la potencia del tractor que se emplea

En cada caso habrán de realizarse pruebas "in situ" para valorar con mayor precisión la dificultad de escarificado.



## TRABAJO COMBINADO DE ESCARIFICACIÓN Y EMPUJE

Consiste en que, en una parte de la hora, el tractor escarifica de forma continua, y cuando tiene ya todo ese material escarificado, entonces el resto de la hora lo dedica a empujarlo como bulldozer.

$$t_b = \frac{P_e}{P_e + P_b}$$

$$X = t_e \times P_e = t_b \times P_b = \frac{P_b \times P_e}{P_e + P_b}$$

$$t_e = \frac{P_b}{P_e + P_b}$$

