

Maquinaria

Maquinaria de movimiento de tierras: prevención de riesgos laborales

Manuel José González Andrade

David Domínguez Luengo

Eva María Martínez Ramajo

1ª edición: abril 2010

© Manuel José González Andrade
© David Domínguez Luengo
© Eva María Martínez Ramajo
© Fundación Laboral de la Construcción
© Tornapunta Ediciones, S.L.U.
ESPAÑA

Av. Alberto Alcocer, 46 B Pª 7
28016 Madrid
Tél.: 91 398 45 00 Fax: 91 398 45 03
www.fundacionlaboral.org

ISBN: 978-84-92686-62-9
Depósito Legal: M-16527-2010

ÍNDICE

	Introducción	5
	Objetivos generales	7
UD1	Estabilidad y control de la maquinaria de movimiento de tierras	9
UD2	Aspectos generales sobre el manejo seguro de la maquinaria de movimiento de tierras	35
UD3	Seguridad en trabajos específicos	61
	Índice de figuras	93



INTRODUCCIÓN

Los trabajos de movimiento de tierras llevan asociados unos riesgos inherentes a la máquina empleada para tal fin, al personal que la maneja, al resto de trabajadores que intervienen en la ejecución de la obra, al propio terreno, etc.

En este manual se tratan los riesgos relacionados con la pérdida de estabilidad de la máquina, las operaciones de puesta en servicio, circulación, parada o estacionamiento y, por último, aquellos asociados a los trabajos específicos de movimiento de tierras, tales como desbroces, realización de cimientos y trincheras, ejecución de explanaciones, nivelaciones, etc.

El contenido del presente manual es el complementario establecido para la formación de segundo ciclo en materia de prevención de riesgos laborales para operadores de vehículos y maquinaria de movimiento de tierras.



OBJETIVOS GENERALES

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- **Conocer** las características generales de la maquinaria empleada para el movimiento de tierras, en especial: la retrocargadora mixta, la excavadora y la pala cargadora.
- **Fomentar** actitudes hacia la identificación con el perfil del operador de la maquinaria de movimiento de tierras en lo referente a su formación y competencias profesionales, con especial incidencia en la seguridad durante el manejo de la máquina.
- **Aplicar** los principios físicos de estabilidad de la máquina a las operaciones realizadas con la misma, identificando las situaciones de riesgo potencial y ejecutando las medidas preventivas.
- **Aplicar** los procedimientos para la puesta en marcha, la operación y la parada de la máquina, conociendo, asimismo, el entorno de trabajo.
- **Conocer** los riesgos presentes en los trabajos específicos en los que se utiliza la maquinaria de movimiento de tierras, aplicando las medidas preventivas adecuadas.

UD1

ÍNDICE

		Objetivos	10
		Mapa conceptual	11
1.1		Introducción	12
1.2		Magnitudes físicas	13
1.3		Centro de gravedad (CDG)	14
1.4		Modificación del centro de gravedad y riesgo de vuelco	17
1.5		Estabilidad sobre ruedas y cadenas	25
1.6		Estabilidad en máquinas articuladas	28
		Resumen	31
		Terminología	33

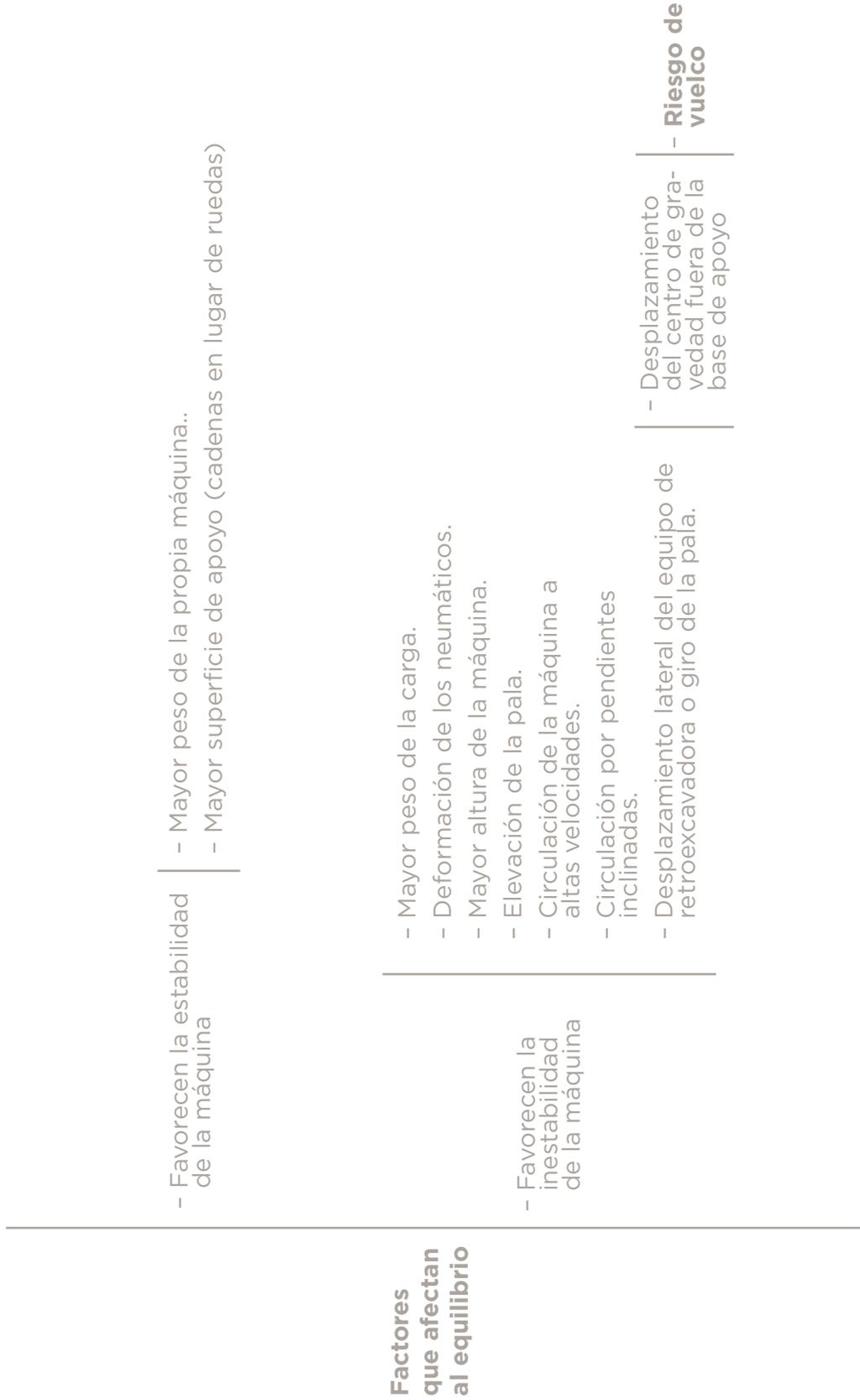


OBJETIVOS

Al finalizar esta Unidad Didáctica, el alumno será capaz de:

- **Conocer** las magnitudes físicas que definen la maquinaria de movimiento de tierras.
- **Comprender** el concepto de centro de gravedad y ser responsable de cómo el desplazamiento de éste puede amenazar la estabilidad de la máquina produciendo riesgo de vuelco.
- **Ser consciente** de la importancia de la estabilidad y del control de la máquina desde el punto de vista de la seguridad.
- **Analizar** la estabilidad y el control de la máquina según esté instalada sobre ruedas o cadenas, así como si se trata de maquinaria articulada.

MAPA CONCEPTUAL





1.1 INTRODUCCIÓN

Como veremos en la siguiente Unidad Didáctica, hoy día una de las premisas más importantes en cualquier trabajo, y más en aquellos que pueden afectar directamente a la **integridad física** de las personas, es la seguridad.

La estabilidad de la máquina y la información precisa para el control de la misma son factores que afectan directamente a esta seguridad.

Por este motivo es necesario que el **operador** conozca perfectamente la máquina desde el punto de vista de las dimensiones y las magnitudes físicas que la definen y cómo la inestabilidad de la misma causada por el desplazamiento de su centro de gravedad (CDG) puede ocasionar riesgo de vuelco.

1.2 MAGNITUDES FÍSICAS

Toda medición consiste en atribuir un **valor numérico** a alguna propiedad de un cuerpo, como la longitud o el área.

Estas propiedades, conocidas bajo el nombre de magnitudes físicas, pueden cuantificarse por comparación con un **patrón** o con las partes de un patrón.

Este patrón es la unidad de la magnitud física o la cantidad que, por convenio, tiene el valor 1.

Se representan por un símbolo, que suele ser una letra.

Constituyen ejemplos de magnitudes físicas: la masa (m), cuya unidad de medida en el **sistema internacional** es el kilogramo (kg); la longitud (l), que se mide en metros (m); el tiempo, que se mide en segundos (s); la velocidad (v), que se mide en metros partido por segundo (m/s), etc.

Ejemplo
←

Las principales magnitudes que definen la maquinaria de movimiento de tierras y por las cuales se selecciona un modelo u otro para un determinado trabajo son:

- El peso operativo: el peso es la medida de la **fuerza gravitatoria** actuando sobre un objeto. Vendrá expresado en kilogramos (kg).
- La potencia del motor: es la cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo. A mayor potencia, la máquina realizará más trabajo en el mismo tiempo o, lo que es lo mismo, una máquina con mayor potencia que otra necesitará menos tiempo para realizar el mismo trabajo.

La unidad de potencia que define la máquina será el kilowatio (kW) o el caballo de vapor (CV). La relación entre ambas es:

1 kilowatio (kW) = 1,359 caballos de vapor (CV)

- La capacidad de la cuchara: vendrá definida en metros cúbicos (m³): 1 metro cúbico (m³) = 1.000 litros (l)

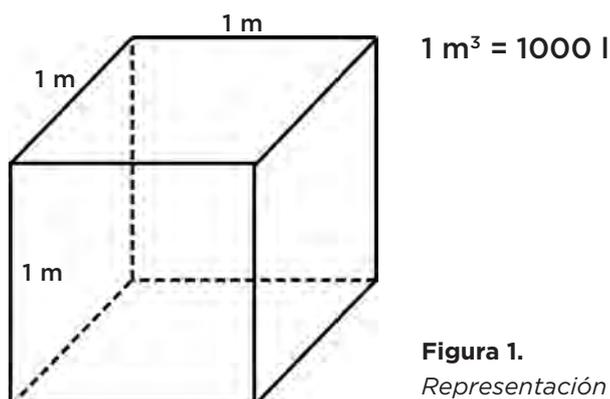


Figura 1.
Representación de 1 m³

Otras magnitudes que definen la máquina y podemos encontrar en cualquier catálogo son:

- Dimensiones generales de la máquina, que vendrán expresadas en metros (m).
- Longitud del balancín, que también vendrá expresado en metros (m).
- Dimensión de la pluma, que en este caso suele venir expresada en milímetros (mm).

1.000 milímetros (mm) = 1 metro (m)

En función de la longitud del balancín se definen otras magnitudes, como la profundidad máxima de excavación, el alcance máximo al nivel del suelo, la altura máxima de descarga y la altura máxima de alcance. Todas ellas se miden en metros (m).

1.3 CENTRO DE GRAVEDAD (CDG)

Recordemos que el CDG es un punto fijo característico de todo cuerpo en el que se encuentra aplicado todo su peso. Así, en la práctica podemos decir que el CDG de una máquina es el punto donde consideramos concentrado todo su peso y, por lo tanto, es el causante del equilibrio y del desequilibrio de la máquina.

Recuerda

El CDG, punto característico de todo cuerpo, es el causante del equilibrio y del desequilibrio de la máquina.

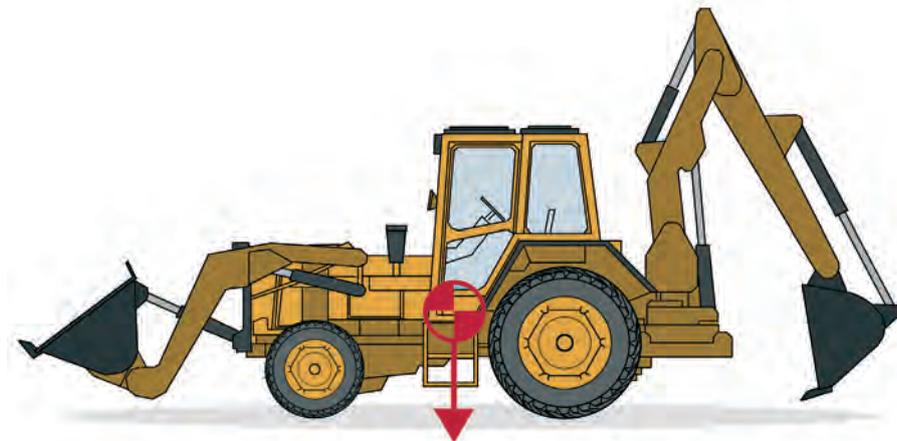


Figura 2. Centro de gravedad de la retrocargadora

En el caso de que el cuerpo sea simétrico, el CDG se encontrará en el eje de simetría.

Decimos que una figura es **simétrica** si respecto a su eje existe correspondencia exacta en forma, tamaño y posición de las partes.

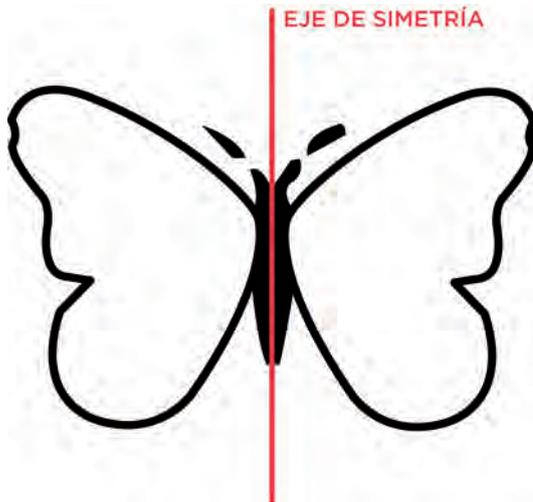


Figura 3.
Eje de simetría

En una rueda el CDG se encuentra en su centro.

Ejemplo
←



Figura 4.
Centro de gravedad de una rueda

Tal como se verá en el siguiente apartado, cuando se estudia el **equilibrio** de la máquina y su posible riesgo de vuelco por desplazamiento del CDG, es útil observar la proyección del mismo sobre la superficie en la cual se sustenta la máquina.

Esta proyección del CDG es la que resulta de la intersección de una línea vertical imaginaria que va desde dicho punto hacia la superficie de apoyo.

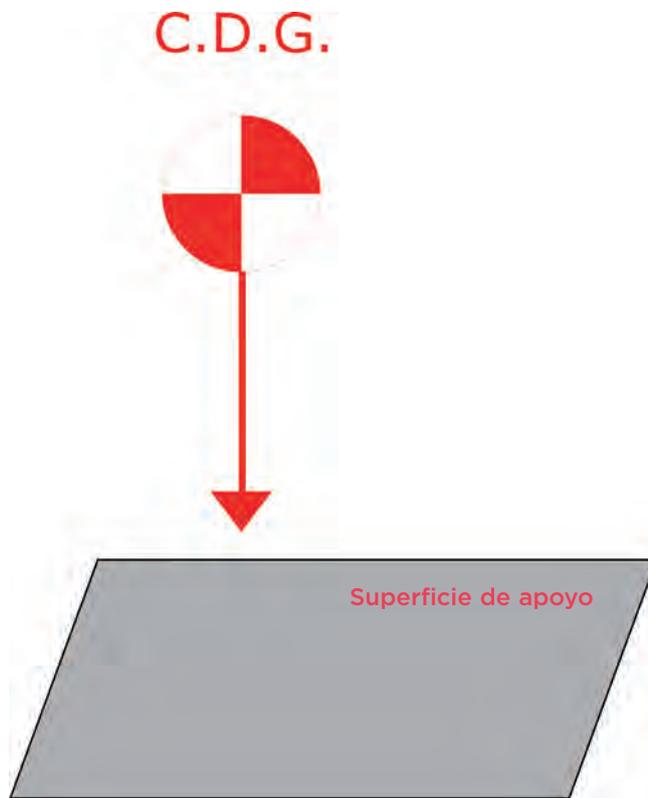


Figura 5. Representación del CDG

1.4 MODIFICACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD Y RIESGO DE VUELCO

Tal como se ha comentado, es fundamental mantener la estabilidad y el control de la máquina para que su manejo sea seguro.

En caso de perder el equilibrio, es importante tener los conocimientos suficientes para contrarrestarlo.

1.4.1 Base de apoyo

La base de apoyo es la superficie delimitada por el apoyo de las cuatro ruedas o de los dos trenes de cadenas de la máquina.

La superficie de apoyo de la máquina está constituida por el área de contacto de las ruedas o cadenas con el suelo.

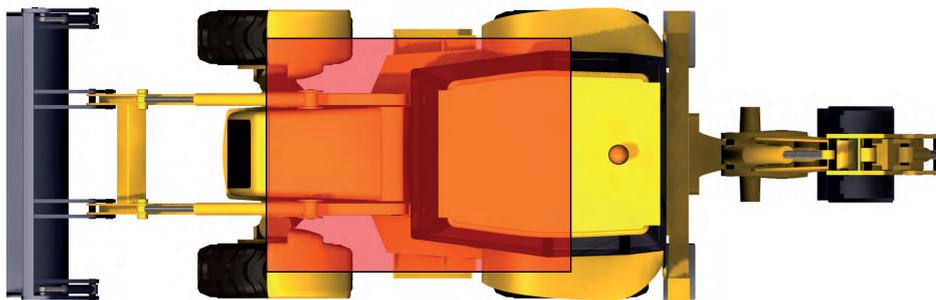


Figura 6. Base de apoyo de una cargadora sobre rueda

1.4.2 Equilibrio de un cuerpo

Un cuerpo está en equilibrio cuando la proyección de su CDG cae dentro de la base de apoyo. Por el contrario, cuando la proyección del CDG cae fuera, el cuerpo pierde el equilibrio y puede producirse el vuelco.

En función de dónde se encuentre la proyección del CDG, existen tres tipos de equilibrio:

- Equilibrio estable:** cuando el cuerpo después de ser desplazado recupera su posición inicial por efecto de la gravedad. Esto ocurre cuando la proyección del CDG no ha salido fuera de la base de apoyo.
- Equilibrio inestable:** cuando el cuerpo después del desplazamiento ya no recupera su posición inicial y vuelca. El vuelco se produce cuando la proyección del CDG ha salido fuera de la base de apoyo.

- c) **Equilibrio indiferente:** cuando el cuerpo, aun siendo movido, queda en equilibrio en cualquier posición. Este caso no se estudiará ya que no es relevante para el tema que nos ocupa.

Recuerda

Existen tres tipos de equilibrio:

- Equilibrio estable.
- Equilibrio inestable.
- Equilibrio indiferente.

1.4.3 Factores que afectan al equilibrio

A continuación estudiaremos los factores que afectan al equilibrio de la máquina y la forma en la que ésta se ve afectada:

a. La superficie y la base de apoyo

Cuanto más grande es la superficie de apoyo, mayor será el equilibrio de cualquier cuerpo. De ahí que, por regla general, una máquina montada sobre orugas es más estable que sobre ruedas.

Asimismo, cuanto más separadas estén las ruedas o cadenas entre sí, más grande será la base de apoyo y más estable la máquina.

b. La altura

Cuanto más bajo es un objeto, más bajo estará su CDG y mayor equilibrio tendrá.

c. El peso

Cuanto más pesado es un cuerpo, más estable es, ya que mayor deberá ser la fuerza necesaria para desequilibrarlo.

d. Trabajo en pendiente

Cuando trabajamos en pendiente el CDG puede proyectarse fuera de la base de apoyo y generarse un riesgo de vuelco.

El riesgo de vuelco aumenta cuanto mayor es la inclinación de la pendiente. Este riesgo se agrava si, además, giramos bruscamente la máquina durante dichos trabajos en pendiente.

A mayor inclinación --> mayor riesgo de vuelco

Por otro lado, nunca se debe desembragar ni dejar la palanca de cambio en punto muerto cuando se desciende una pendiente.

Cuando la máquina está parada en pendiente, se dejará metida la marcha contraria al sentido de la pendiente y se calzará adecuadamente.

- **Pendiente hacia arriba**

La inclinación de la pendiente del área de trabajo afectará a la estabilidad de la máquina como sigue.

Máquina subiendo una pendiente del 20%.

Ejemplo
←

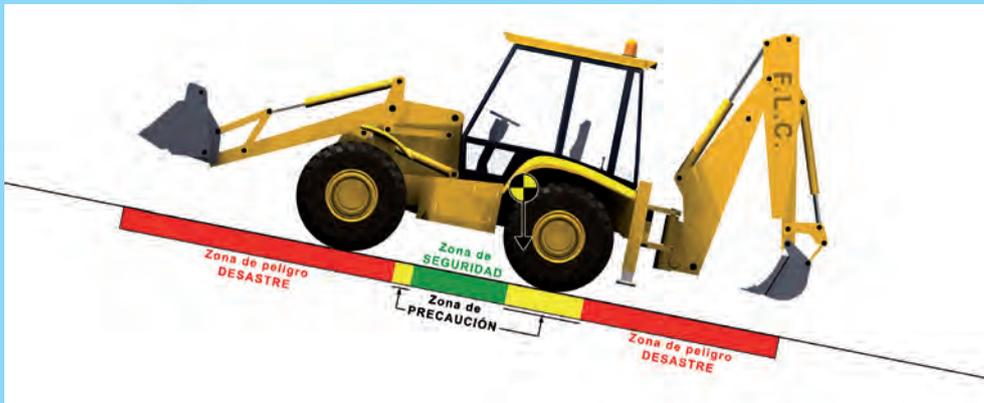


Figura 7. Proyección del CDG subiendo una pendiente del 20%

• Pendiente hacia abajo

Si es preciso trabajar en pendiente se hará de cara a la pendiente. Nunca se cargará la máquina cuando ésta se encuentre situada en el sentido de la cuesta abajo, ya que puede perder fácilmente el control debido a la falta de **tracción**.

La inclinación de la pendiente del área de trabajo afectará a la estabilidad de la máquina como sigue:

Ejemplo



Máquina bajando una pendiente del 20%.

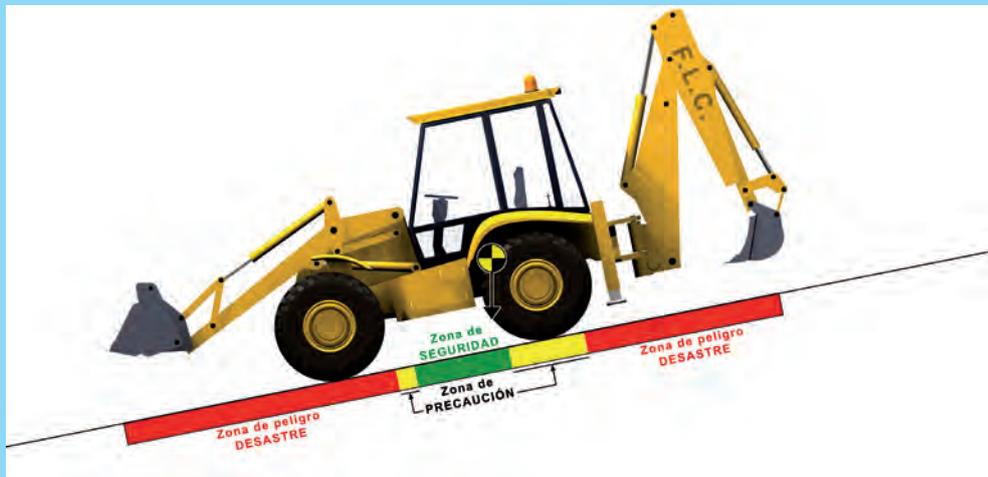


Figura 8. Proyección del CDG bajando una pendiente del 20%

• Pendiente lateral

Cuando se trabaja con un pendiente lateral, las consecuencias son las mismas que en los casos anteriores. La posible proyección del CDG fuera de la base de apoyo, en función de la mayor o menor inclinación de la pendiente, puede provocar el vuelco de la máquina.

Recuerda



Nunca se cargará la máquina cuando exista una inclinación lateral o cuando esté orientada cuesta abajo, ya que al levantar el cucharón se puede producir el vuelco.

e. Velocidad

Hay que tener en cuenta que la máquina en movimiento pierde estabilidad y la velocidad influye en ésta incrementando el riesgo de vuelco.

A mayor velocidad --> mayor riesgo de vuelco

Recuerda



Se debe evitar realizar acciones que puedan desplazar la proyección del CDG fuera de la base de apoyo y con ello comprometer la estabilidad.

1.4.4 Desplazamiento del centro de gravedad

El CDG se puede desplazar por los siguientes motivos:

a. Tipo de tracción

El tipo de tracción de la máquina puede modificar la posición del CDG de la siguiente forma:

- Si la máquina posee tracción en las ruedas traseras, el CDG se sitúa en una posición más alta y desplazado hacia atrás.
- Si la máquina posee tracción en las cuatro ruedas, el CDG baja y se desplaza un poco hacia el eje delantero.
- Si la tracción es independiente en cada una de las cuatro ruedas, el CDG baja ligeramente y se desplaza a una posición más centrada respecto a los dos **ejes motrices**.

Como conclusión, se puede afirmar que con más puntos de tracción existe mayor estabilidad y, por consiguiente, menor riesgo de vuelco.

b. Pala cargada de material

Cuando la pala está cargada de material, el CDG se encontrará desplazado hacia donde se concentre la mayor parte del peso del cuerpo.

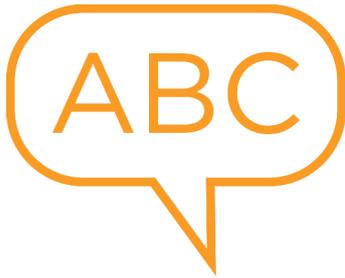


Figura 9. Centro de gravedad desplazado por la carga



RESUMEN

- Se debe evitar realizar acciones que puedan desplazar la proyección del CDG fuera de la base de apoyo y con ello comprometer la estabilidad.
- El transporte de la carga se realizará siempre con la pala a baja altura para de esta manera tener el CDG bajo y así conseguir mayor estabilidad y menor riesgo de vuelco.
- No se arrancará la máquina violentamente, desembragando y acelerando de golpe, ni se ejecutarán cambios bruscos de dirección y movimientos.
- La estabilidad y el control de la máquina son dos factores que pueden alterar la seguridad significativamente, con lo cual es muy importante tenerlos presentes.
- El CDG, punto característico de todo cuerpo, es el causante del equilibrio y del desequilibrio de la máquina.
- Existen tres tipos de equilibrio:
 - Equilibrio estable.
 - Equilibrio inestable.
 - Equilibrio indiferente.



TERMINOLOGÍA

Distribución de la carga:

Reparto de la carga sobre la superficie.

Eje motriz:

Barra horizontal que une las ruedas opuestas de un vehículo.

Equilibrio:

Estabilidad, situación de una cosa que, pese a no tener una base sólida, se mantiene sin caerse (Real Academia Española [RAE]).

Fuerza gravitatoria:

Fuerza producida por efecto de la gravedad.

Integridad física:

Implica la preservación de todas las partes y los tejidos del cuerpo, lo que conlleva el estado de salud de las personas.

Nivelar:

Poner un plano en posición horizontal o poner dos o más cosas a la misma altura (RAE).

Operador:

Persona que maneja la máquina.

Patrón:

Unidad que se toma como referencia.

Presión del neumático:

Fuerza que ejerce el gas sobre la unidad de superficie del neumático.

Resistencia al rodamiento:

Oposición que efectúa la superficie en función de su rugosidad al movimiento rodado de un neumático.

Tracción:

Acción y resultado de mover o arrastrar una cosa, especialmente vehículos o carruajes (RAE).

Valor numérico:

Equivalencia de una cosa respecto a otra o patrón.