

## Introducción

La presente ficha divulgativa complementa a la ficha divulgativa FD-134, dedicada a los absorbedores de energía.

En aquella, se proporcionaban orientaciones sobre los diferentes tipos de absorbedores de energía y sus características principales y funcionamiento dentro de un sistema anticaídas, indicando además información relativa a su marcado, información y mantenimiento.

Como se vio, estos equipos de protección individual consisten en un componente (separado), o elemento (unido al elemento de amarre) de un sistema anticaídas, diseñado para disipar la energía cinética desarrollada durante una caída desde una altura determinada.

Esta ficha divulgativa pretende desarrollar algunos conceptos relacionados con los efectos de la caída sobre el cuerpo.

## Fuerza de choque o de frenado

Llamamos fuerza de choque o de frenado a aquella fuerza máxima, expresada en kilonewtons, medida en el punto de anclaje o en la línea de anclaje durante la etapa de frenado. Es decir, es la fuerza que mide el **impacto que recibe el sistema de protección contra caídas de altura y, por tanto, el trabajador, durante el proceso de detención de una caída.**

Esta fuerza de choque puede calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$F_{choque} = m \cdot g \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot E \cdot S \cdot f}{m \cdot g}} \right)$$

Donde:

$F$  es la fuerza de choque

$m$  es la masa del trabajador

$g$  es la aceleración de la gravedad (9,8 m/s<sup>2</sup>)

$E$  es el módulo de Young de la cuerda

$S$  es la sección de la cuerda

$f$  es el factor de caída.

Dicha fórmula se compone de algunos parámetros que son fijos, y otros variables. Los parámetros variables ( $E$ ,  $S$  y  $f$ ) son sobre los que se debe actuar cuando se diseña un sistema anticaídas, a fin de conseguir, conforme a la norma UNE-EN 355, que la fuerza de choque **no supere** el valor de **6 kN** (para una masa de 100 kg.).

Los parámetros  $E$  y  $S$  constituyen lo que podríamos denominar la "elasticidad del sistema anticaídas", entendida como la capacidad de dicho sistema de disipar la fuerza (y, por tanto, la energía cinética) generada por la caída. A diferencia de la escalada, donde se usan cuerdas dinámicas (elásticas), en el ámbito laboral son precisamente los absorbedores de energía, conforme a la citada norma, los encargados de disipar dicha energía.

Sin embargo, el parámetro más determinante, por la facilidad de reducirlo a niveles mínimos, es el Factor de caída ( $f$ ).

## Factor de caída

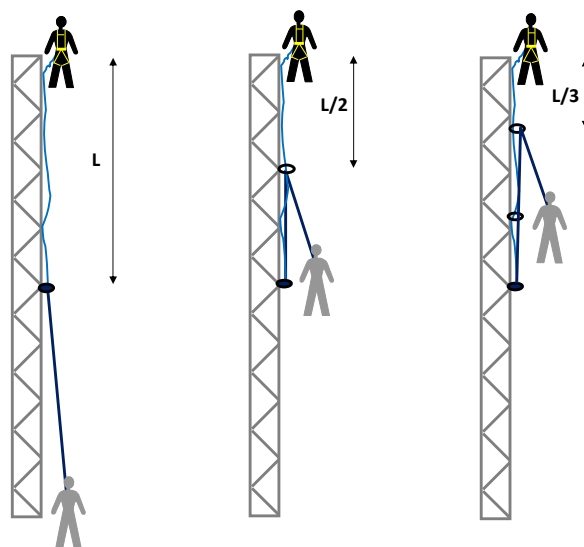
El factor de caída es un **parámetro adimensional** que nos **permite determinar la gravedad de una caída.**

Su valor estará **comprendido entre 0 y 2**, y se calcula dividiendo la altura de la caída (entendida como la distancia total que desciende el trabajador), entre la longitud del equipo de amarre que está disponible para repartir la fuerza de choque de la caída:

$$f = \frac{\text{Altura de la caída}}{\text{Longitud E. amarre}}$$

En este sentido, a nivel teórico, cuanto mayor fuera la longitud total del equipo de amarre en relación a la altura de la caída, más segura sería dicha caída en términos de impacto, ya que mayor sería la capacidad de absorción y, por tanto, menores los esfuerzos generados.

Así, a continuación, se muestran varios ejemplos:



$$f = \frac{L+L}{L} = 2$$

$$f = \frac{L/2+L/2}{L} = 1$$

$$f = \frac{L/3+L/3}{L} = 0,66$$

No obstante, en el ámbito laboral, hay que tener en consideración dos factores principales:

- Las limitaciones existentes en relación a las **longitudes máximas de los equipos de amarre**, incluyendo los absorbedores de energía, establecidas en **2 metros** de longitud máxima conforme a las normas UNE-EN 354 y UNE-EN 355.
- El espacio libre mínimo por debajo de los pies del trabajador, con objeto de evitar choques con la estructura o con el suelo tras una caída de altura, estimado en la distancia de parada  $H^*$ , más una longitud extra de 1 metro.

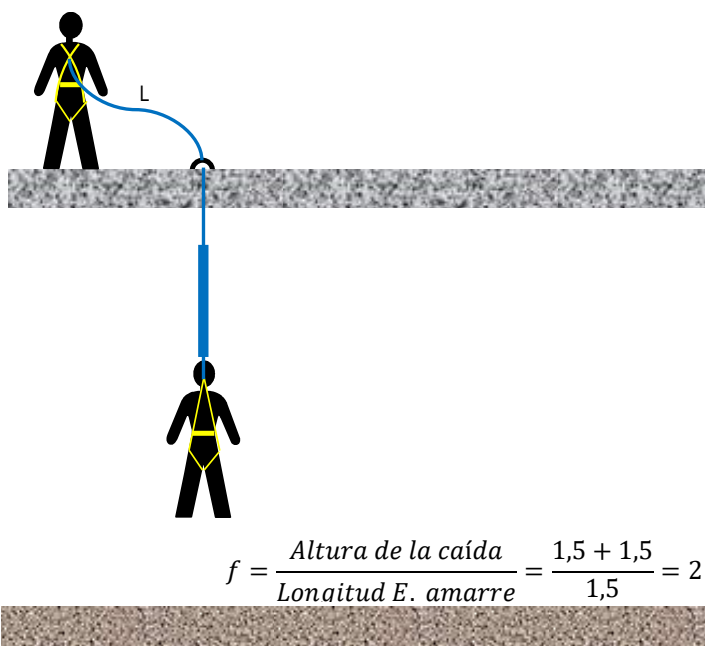
\*Ver definición de distancia de parada  $H$ , en la ficha divulgativa FD-134.

Como indicábamos anteriormente, el factor de caída es un número comprendido entre 0 y 2. Cuanto menor sea el factor de caída, menos será la fuerza de choque y, por tanto, el impacto recibido por el trabajador si se produce una caída desde altura.

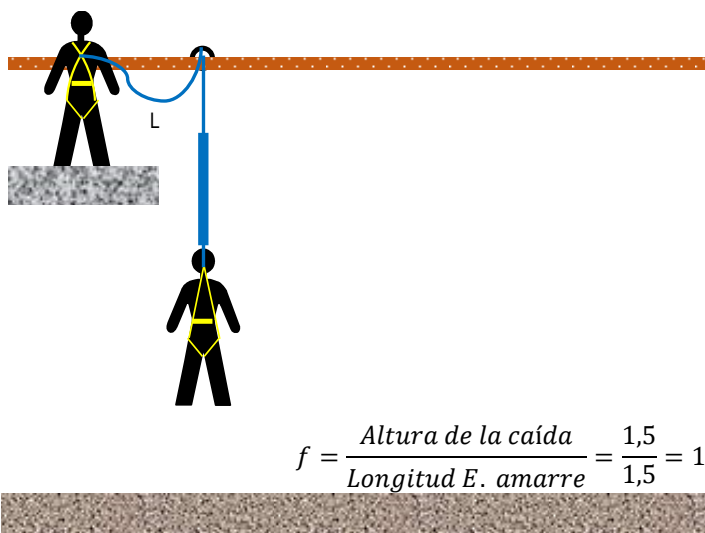
En los siguientes ejemplos, se podrá comprobar cómo afecta la instalación de puntos de anclaje en relación al trabajador, en la determinación del factor de caída.

Se trata de **3 situaciones ideales** en las que, para una **longitud del equipo de amarre de 1,5 metros**, el punto de anclaje se encuentra instalado:

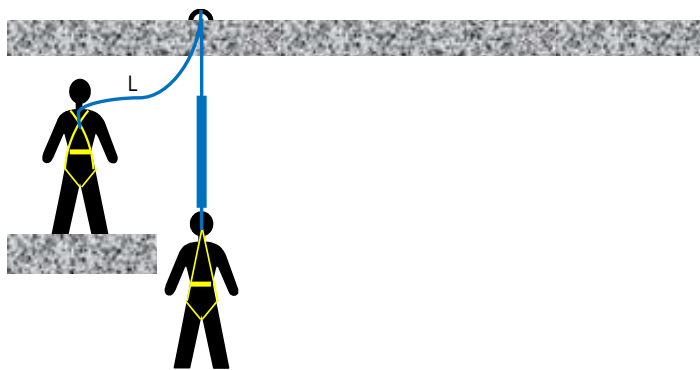
**Ejemplo A – Punto de anclaje a la altura de los pies del trabajador.** En este caso, la altura de caída será muy superior a la longitud del elemento de amarre (aproximadamente el doble), y por tanto el factor de caída podría acercarse a 2 ( $f \approx 2$ ).



**Ejemplo B – Punto de anclaje a la altura del elemento de enganche del arnés.** En esta situación, la altura de caída es aproximadamente igual a la longitud del equipo de amarre, y el factor de caída se encontrará en valores cercanos a 1 ( $f \approx 1$ ).



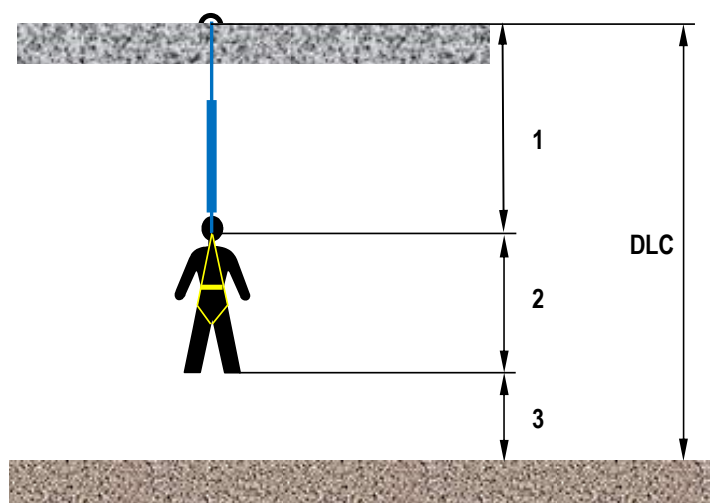
**Ejemplo C – Punto de anclaje por encima de la cabeza del trabajador.** En este caso, la altura de caída tendrá valores muy próximos a cero, y por tanto el factor de caída podría tener ese mismo valor ( $f \approx 0$ ).



$$f = \frac{\text{Altura de la caída}}{\text{Longitud E. amarre}} = \frac{0}{1,5} = 0$$

### Distancia libre de caída (DLC)

Así mismo, cuando se diseña un sistema anticaídas, a fin de evitar el golpe del trabajador contra el suelo tras una caída, hay que tener en cuenta los estiramientos y elongaciones de los elementos producidos en la caída de altura. Así, podríamos considerar:



1. Longitud equipo amarre + absorbedor extendido.
2. Estiramiento del arnés + distancia entre elemento de enganche del arnés y los pies del trabajador.
3. Espacio libre mínimo bajo los pies, conforme a UNE-EN 355.

La suma de esas medidas se denomina **distancia libre de caída**.

### Normativa aplicable

- RD 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- UNE-EN 354:2011 Equipos de protección individual contra caídas. Equipos de amarre
- UNE-EN 355:2002 Equipos de protección individual contra caídas. Absorbedores de energía.
- UNE-EN 363:2018. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Sistemas de protección individual contra caídas.