

# GUÍA DE MANEJO DE CUERDAS

EN OPERACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL



# AVISO LEGAL, EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD

## Y LICENCIA DE USO

*Guía de Manejo de Cuerdas en Operaciones de Protección Civil*

### 1. Exención de responsabilidad

**ADVERTENCIA:** Las técnicas y procedimientos descritos en esta guía implican actividades con riesgo inherente que pueden causar lesiones graves o la muerte si se ejecutan incorrectamente, sin el equipamiento adecuado o en condiciones para las que el operador no está preparado. El uso de esta guía no elimina ese riesgo.

El autor, Juan Carlos Valle Berbes, así como la agrupación que la distribuye, no asumen ninguna responsabilidad de ningún tipo —civil, penal, laboral ni de otro orden— derivada directa o indirectamente del uso, la interpretación o la aplicación de los contenidos aquí recogidos, incluyendo sin limitación:

- Accidentes, lesiones o fallecimientos producidos durante la práctica de las técnicas descritas.
- Daños materiales al equipamiento o a terceros.
- Consecuencias derivadas de la aplicación de esta guía en situaciones que excedan su ámbito de uso previsto.
- Errores u omisiones en el contenido, o desactualizaciones respecto a normativa o recomendaciones técnicas posteriores a la fecha de edición.
- Interpretaciones incorrectas del texto por parte del lector.

El lector asume plena responsabilidad sobre el uso que haga de esta información. Se recomienda encarecidamente completar formación presencial con instructor certificado antes de aplicar cualquier técnica en situación real o de entrenamiento. En caso de duda, siempre consultar con un profesional cualificado.

### 2. Ámbito de uso previsto

Esta guía está concebida específicamente para operaciones de descenso y ascenso controlado, tirolinas de material y polipastos en el marco de actividades de protección civil de baja y media complejidad. No está diseñada ni es adecuada para:

- Rescate técnico en altura, montaña o cavidades que corresponda a unidades especializadas (Bomberos, GREIM u otras).
- Trabajos en altura en el ámbito laboral regulados por el Real Decreto 2177/2004 o normativa equivalente.

- Escalada deportiva, alpinismo ni actividades de ocio en entornos verticales.
- Transporte de personas en tirolesa ni ninguna técnica avanzada de rescate no descrita explícitamente en esta guía.

### 3. Licencia de uso libre y distribución gratuita

**USO LIBRE:** Esta guía se publica de forma completamente gratuita y su uso, reproducción y distribución son libres para cualquier agrupación de Protección Civil, entidad de voluntariado de emergencias, organismo público o particular que desee utilizarla con fines formativos no comerciales.

Se autoriza expresamente:

- La reproducción total o parcial del documento en cualquier soporte (impreso, digital o audiovisual) sin necesidad de solicitar permiso previo.
- La distribución gratuita entre voluntarios, agrupaciones y organismos públicos.
- La adaptación y modificación del contenido para adecuarlo a las necesidades específicas de cada agrupación, siempre que se indique que el documento original ha sido modificado.
- La incorporación de esta guía, total o parcialmente, en otros materiales de formación de uso no comercial.

Se prohíbe únicamente la comercialización de esta guía o de obras derivadas de ella, es decir, su venta o distribución a cambio de contraprestación económica de cualquier tipo.

No es obligatorio citar la fuente original, aunque se agradece que se haga cuando el documento se redistribuya en su forma original o con modificaciones menores.

# GUÍA DE MANEJO DE CUERDAS

## EN OPERACIONES DE PROTECCIÓN CIVIL

*Módulo: Técnicas Verticales Básicas*

### INTRODUCCIÓN

#### 1. Propósito y alcance de la guía

La presente guía tiene como objetivo dotar a los voluntarios de Protección Civil de los conocimientos y destrezas necesarios para operar con seguridad en entornos verticales de baja y media complejidad. Está concebida como un documento práctico de referencia, complementario a la formación presencial, que el voluntario pueda consultar tanto durante el aprendizaje como en el trabajo de campo.

El contenido abarca el equipamiento individual y colectivo, los nudos esenciales reconocidos en operaciones de rescate, la construcción de anclajes, las técnicas de descenso controlado y ascenso autónomo, la instalación de tirolinas para paso de material y la construcción de polipastos. Todo el material recogido sigue procedimientos y estándares reconocidos por organismos de rescate profesional y normas europeas de aplicación.

#### 2. Marco de actuación: el voluntario en operaciones verticales

Las agrupaciones de Protección Civil desarrollan un papel de apoyo fundamental en operaciones de emergencia. En el ámbito de las técnicas verticales, la intervención del voluntario se centra principalmente en:

- Descensos controlados y asegurados por laderas y terrenos de difícil acceso.
- Ascenso posterior una vez completada la tarea o en caso de necesidad.
- Transporte y paso de material mediante tirolinas en zonas de acceso comprometido.
- Izado de material y equipamiento mediante sistemas de polipasto.
- Apoyo logístico y de seguridad en operaciones coordinadas con cuerpos especializados.

Las operaciones se realizarán siempre como mínimo en parejas. No obstante, cada voluntario debe ser capaz de resolver tanto el descenso como el ascenso de forma autónoma, ya que las circunstancias del terreno pueden requerir actuar sin asistencia directa de otro miembro.

### 3. Límites de competencia y coordinación con cuerpos especializados

Es fundamental que cada voluntario comprenda con claridad el alcance de su formación y las fronteras de su actuación. Esta guía no capacita para operaciones de rescate técnico en altura, trabajos sobre estructuras comprometidas, rescate en cavidades o intervenciones de alta montaña. Esas misiones corresponden a unidades con formación específica:

- **Cuerpo de Bomberos:** rescate en altura, colapso estructural, rescate en espacios confinados y emergencias urbanas complejas.
- **GREIM — Guardia Civil:** rescate en montaña, barranco, alta montaña y operaciones de búsqueda y rescate en terreno abrupto de alta complejidad.



El voluntario de Protección Civil actúa en coordinación y bajo la dirección del mando operativo. Ante cualquier situación que supere las capacidades técnicas contempladas en esta guía, se deberá solicitar la intervención del cuerpo especializado correspondiente sin demora.

### 4. Principios de seguridad fundamentales

Toda operación vertical se rige por un conjunto de principios que no son negociables, independientemente de las condiciones del terreno, la urgencia de la situación o la experiencia del voluntario:

#### Redundancia

Ningún elemento crítico de seguridad —anclaje, nudo o punto de carga— depende de un único componente. Todo sistema de trabajo lleva asociado un sistema de seguridad independiente. Si un elemento falla, el segundo lo suplente.

#### Verificación cruzada

Antes de iniciar cualquier maniobra, el compañero revisa el arnés, los nudos, los mosquetones y el estado del descendedor del voluntario que va a operar. Ningún voluntario se auto-verifica de forma exclusiva en una maniobra crítica.

#### Comunicación activa

Se utilizan órdenes verbales claras y confirmadas antes y durante cada maniobra. No se procede a ninguna acción sin confirmación explícita del compañero o del mando. En operaciones con diferencia de cota, se emplea comunicación por radio cuando no hay contacto visual.

### Conocimiento del material

Cada voluntario conoce y es responsable de su equipo personal. El material se inspecciona antes de cada operación, se registra su historial de uso y se retira de servicio ante cualquier duda sobre su integridad, sin necesidad de justificación adicional.

### Actuación dentro de los límites de formación

Un voluntario no ejecuta maniobras para las que no ha sido formado y evaluado. La presión del entorno operativo no justifica asumir riesgos técnicos desconocidos. Es preferible detener la operación y solicitar refuerzo especializado.

## 5. Normativa de referencia

El equipamiento y los procedimientos recogidos en esta guía se ajustan a las siguientes normas europeas y estándares de aplicación en operaciones de rescate:

- **EN 1891:1998** — Cuerdas de fibras de baja elongación para uso en técnicas de progresión vertical (cuerdas semiestáticas tipo A y B).
- **EN 12492:2012** — Cascos de montañismo.
- **EN 12841:2006** — Equipos de acceso por cuerda. Dispositivos de regulación de cuerda (bloqueadores y descensores).
- **EN 362:2004** — Equipos de protección individual contra caídas de altura. Conectores (mosquetones).
- **EN 361:2002** — Arnese anticaída.
- **EN 358:1999** — Cinturones de sujeción y retención y componentes del sistema.
- **NFPA 1983:2017** — Norma americana sobre equipamiento de cuerda para uso en servicios de emergencia (referencia complementaria).

*Nota: La normativa puede actualizarse. Se recomienda consultar periódicamente las versiones vigentes a través del organismo nacional de normalización (UNE-AENOR en España) y verificar que el equipamiento en uso dispone del marcado CE correspondiente.*

## BLOQUE 1: EQUIPAMIENTO

El equipamiento es el primer eslabón de la cadena de seguridad en cualquier operación vertical. Un material correcto, bien elegido, bien ajustado y en buen estado es la base sobre la que se construyen todas las técnicas descritas en esta guía. Este bloque describe cada elemento, sus características técnicas, su uso correcto y los criterios de mantenimiento y retirada.

### 1.1 La Cuerda Estática

#### Qué es y por qué se usa en rescate

Las cuerdas se clasifican en dos grandes familias según su comportamiento ante una carga de choque: cuerdas dinámicas y cuerdas estáticas (o semiestáticas). En operaciones de protección civil se emplea exclusivamente cuerda estática.

La cuerda dinámica, diseñada para escalada deportiva y alpinismo, está construida para absorber el impacto de una caída libre estirándose de forma controlada. Este comportamiento, deseable cuando un escalador puede caer varios metros libremente, resulta perjudicial en rescate: genera oscilaciones, dificulta el control del descenso y puede comprometer los anclajes.

La cuerda estática, por el contrario, tiene una elongación mínima bajo carga (inferior al 5 % con 80 kg según EN 1891 tipo A). Esto significa que transmite la carga directamente al anclaje sin rebotes, permite un descenso suave y predecible, y facilita el trabajo de los dispositivos de descenso y bloqueo.

**ATENCIÓN:** Las cuerdas estáticas NO están diseñadas para absorber caídas de factor elevado. Nunca se deben usar como cuerda de escalada libre en situaciones donde el escalador pueda caer por encima del punto de anclaje.

#### Características técnicas a conocer

Característica	Valores de referencia / Descripción
<b>Norma</b>	EN 1891 tipo A (rescate con personas). El tipo B es para uso sin personas.
<b>Diámetro recomendado</b>	10,5 – 11 mm para línea de trabajo con persona. Líneas auxiliares: 8 – 9 mm.
<b>Elongación estática</b>	Máx. 5 % con 80 kg (EN 1891 A). Cuanto menor, más control.
<b>Resistencia a rotura</b>	Mínimo 22 kN en extremo y 15 kN con nudo de ocho.
<b>Longitudes habituales</b>	30, 50 y 60 m. Se elige según la profundidad estimada de la operación.
<b>Alma/Funda</b>	Construcción kernmantle: alma de fibras paralelas + funda trenzada. La funda protege el alma y es el primer indicador visual de daño.
<b>Material</b>	Poliamida (nylon). Resistente a abrasión, flexible en frío. Sensible a ácidos y solventes.



## Factores que deterioran la cuerda

- **Exposición UV prolongada:** degrada las fibras de poliamida. Almacenar siempre en bolsa opaca, alejada de la luz solar directa.
- **Calor y fuentes de calor:** el nylon funde a partir de 220 °C. La fricción sobre aristas calientes o el roce con otras cuerdas en rappel puede generar daños localizados.
- **Agentes químicos:** ácidos de baterías, combustibles, lejía y disolventes degradan las fibras sin dejar marca visible exterior. Si hay contacto con un agente químico desconocido, retirar la cuerda de servicio.
- **Aristas vivas:** el principal enemigo en el terreno. Usar protectores de cuerda siempre que la cuerda apoye sobre roca, hormigón o metal con ángulo agudo.
- **Cargas de choque elevadas:** cualquier caída de factor superior a 0,5 sobre cuerda estática puede causar daño interno no visible. Retirar y registrar el incidente.
- **Suciedad y arena:** las partículas abrasivas penetran en la funda y cortan las fibras del alma desde dentro. Lavar con agua fría y jabón neutro tras cada uso en terreno polvoriento o arenoso.

## Inspección antes de cada uso

Pasar la cuerda lentamente entre las manos a lo largo de toda su longitud. Se busca:

- Zonas rígidas, aplastadas o con deformación del núcleo (se nota una irregularidad palpable bajo la funda).
- Cortes, abrasiones o desgaste visible en la funda, especialmente en los primeros y últimos metros.
- Quemaduras o glazeado (zonas brillantes y duras por fusión superficial de las fibras).
- Cambios de color no habituales que puedan indicar contaminación química.



Fuente: Petzl

**IMPORTANTE:** Ante cualquier duda sobre el estado de la cuerda, esta NO se usa. No es necesario justificar la retirada; la duda es motivo suficiente.

## Almacenamiento y vida útil

- Almacenar en lugar seco, fresco, oscuro y ventilado, lejos de productos químicos.
- Bobinar en madeja o en bolsa de cuerda, nunca en rollos apretados que generen pliegues permanentes.
- Registrar la fecha de fabricación (marcada en la cuerda o en la etiqueta del fabricante), el número de usos y cualquier incidencia.
- **Vida útil orientativa según uso (siempre consultar instrucciones del fabricante):**
  - Sin uso, almacenada correctamente: hasta 10 años desde fabricación.
  - Uso ocasional (pocas veces al año): 5 – 7 años.
  - Uso frecuente (semanal): 1 – 3 años.
  - Uso intensivo (diario): hasta 1 año.

## 1.2 Arnesees Función y tipos

El arnés es el elemento que conecta el cuerpo del voluntario al sistema de cuerdas. Su función es distribuir las fuerzas de una carga o caída sobre las zonas del cuerpo que mejor las toleran: la cintura, los glúteos y los muslos.

En operaciones de protección civil con técnicas de descenso y ascenso por ladera se utiliza el arnés de asiento o arnés de cintura. No se usa como equipo de detención de caídas en trabajos en altura industrial; para eso existirían arneses de cuerpo completo. Sin embargo, en operaciones con riesgo de posición invertida (rescate de víctima inconsciente, terrenos muy verticales) puede valorarse el uso de un arnés integral o la adición de un arnés de pecho.

Tipo	Descripción	Uso en PC
<b>Arnés de asiento</b>	Cinturón + perneras. Punto de anclaje ventral y/o dorsal.	Estándar para descensos y ascensos por ladera.
<b>Arnés integral</b>	Cubre torso, cintura y perneras. Impide la inversión del cuerpo.	Para víctimas, voluntarios con riesgo de caída libre.
<b>Arnés de pecho</b>	Complemento al de asiento. Solo funciona combinado.	Como refuerzo en ascenso con bloqueadores.

### Puntos de conexión del arnés de asiento

- **Anilla ventral (punto de trabajo):** situada en el frente del arnés, a la altura del ombligo. Es el punto principal de conexión para descenso con el ID de Petzl (o similar), ascenso con bloqueadores y conexión a la cuerda de trabajo. Marcada habitualmente con una argolla metálica o una costura de color diferente.

- **Anilla dorsal (punto de rescate):** en la espalda, entre los omóplatos (solo en arneses con esta opción). Se usa para izar a una persona en posición semivertical. No se usa como punto de descenso.
- **Argollas de material:** las anillas laterales de tela NO son puntos de carga. Solo sirven para colgar equipamiento.



Fuente: Petzl

### Ajuste correcto del arnés

Un arnés mal ajustado puede resultar en lesiones graves por compresión o en la salida accidental del equipo. El ajuste correcto se verifica siempre antes de cada operación:

1. Cinturón: debe quedar sobre las crestas ilíacas (huesos de la cadera), no sobre el abdomen. Se debe poder introducir una mano abierta entre el cinturón y el cuerpo, pero no el brazo.
2. Perneras: deben rodear la parte alta del muslo sin cortar la circulación. Introducir dos dedos entre la pernera y el muslo debe ser solo lo justo posible.
3. Hebillas: todas las hebillas de seguridad deben estar correctamente pasadas (doble paso en sistemas de hebilla de doble pasador) y sin tela retorcida.
4. Verificación cruzada: el compañero revisa visualmente el arnés completo antes de iniciar la maniobra.

**ATENCIÓN:** Nunca usar un arnés mojado sin revisar el ajuste: la tela mojada cede y puede holgarse respecto al ajuste realizado en seco.

## 1.3 Mosquetones

### Función y principios de uso

El mosquetón es el conector metálico que une los distintos elementos del sistema: cuerda, arnés, descensor, poleas y anclajes. Su resistencia varía drásticamente según la dirección de carga, por lo que es fundamental conocer sus especificaciones y usarlos correctamente.

Todo mosquetón tiene marcados tres valores de resistencia en kN (kilonewton):

- **Eje mayor cerrado:** resistencia máxima, con la carga a lo largo del eje largo y el seguro cerrado. Valor típico: 20 – 25 kN.



- **Eje mayor abierto:** resistencia con el seguro abierto. Mucho menor: 7 – 9 kN. Por esto el seguro SIEMPRE debe estar cerrado en operación.
- **Eje menor:** resistencia a carga transversal (de lado). Muy baja: 7 – 8 kN. El mosquetón nunca debe quedar cargado en este eje.

### Tipos de mosquetón

Tipo	Forma	Sistema de cierre	Uso principal
<b>HMS / Pera</b>	Forma de pera asimétrica, lado grande en la parte superior.	Rosca manual o automático de dos pasos.	Asegurar con freno de nudo dinámico (Münster). Conexión a arnés.
<b>Asimétrico D</b>	D irregular; mayor resistencia al desplazarse la carga al lado del eje.	Rosca, automático.	Uso general. Conexión a anclajes, poleas, descendores.
<b>Oval</b>	Simétrico, forma ovalada.	Rosca.	Poleas, bloqueadores y sistemas donde la carga puede variar de lado.
<b>Automático triaxial</b>	Asimétrico con cierre de triple acción.	Automático de tres pasos (antiaccidental).	Anclajes principales, conexiones críticas en rescate.



### Normas de uso del mosquetón

- Siempre cerrar y bloquear el seguro antes de poner en carga el mosquetón.
- La cuerda o la carga deben estar siempre en el eje mayor, nunca en el eje menor ni sobre el seguro.
- No conectar dos mosquetones gate a gate (seguro con seguro): se cargarían en el eje menor.
- Dos mosquetones de rosca invertidos (con los seguros en sentido opuesto) equivalen a un mosquetón con cierre automático en un punto de anclaje provisional.
- Inspeccionar antes de cada uso: el seguro debe moverse con suavidad y cerrar completamente sin quedar trabado.

**IMPORTANTE:** *Un mosquetón que ha sufrido una caída o impacto fuerte debe retirarse de servicio aunque no muestre daño visible. El aluminio puede presentar microfisuras internas no detectables a simple vista.*

## 1.4 Poleas

### Función

La polea es un disco giratorio (rodillo) alrededor del cual pasa la cuerda para cambiar la dirección de la carga o reducir la fuerza necesaria para moverla en los sistemas de polipasto. A diferencia de pasar la cuerda directamente por un mosquetón, la polea reduce el rozamiento de forma drástica, aumentando la eficiencia del sistema.

### Tipos de poleas en rescate

- **Polea simple fija:** un solo rodillo. Cambia la dirección de la fuerza sin multiplicar la ventaja mecánica. Útil como polea de redireccionamiento.
- **Polea simple con raíl:** permite instalar la cuerda lateralmente sin necesitar los extremos libres. Imprescindible en sistemas de polipasto en mitad de una cuerda tensa.
- **Polea doble o tándem:** dos rodillos sobre el mismo eje. Permite usar dos cuerdas en paralelo o una cuerda que vuelve sobre sí misma. Componente clave del polipasto 2:1.
- **Polea con bloqueador integrado:** incorpora una leva de bloqueo. Permite que la cuerda avance en un sentido y se bloquea automáticamente en el otro. Simplifica enormemente los polipastos de campo (Petzl Micro Traxion, por ejemplo).



### Criterios de selección

- El diámetro interior del rodillo debe ser compatible con el diámetro de la cuerda a utilizar (indicado por el fabricante).
- La carga de trabajo segura (SWL) de la polea debe ser superior a la carga máxima esperada en el sistema.
- Las poleas de aluminio con rodamientos de bolas son más eficientes pero más frágiles. Las de bronce sin rodamientos soportan mejor el uso intensivo y el barro.
- En polipastos de rescate con persona, usar siempre poleas certificadas con norma EN 12278.

## 1.5 El Descensor ID de Petzl

### Descripción general

El ID (Descensor Inteligente) de Petzl es el descensor de referencia para operaciones de rescate y trabajos en altura profesionales. Está certificado según EN 12841 tipo B (dispositivo de descenso con función de bloqueo) y EN 341 (dispositivos de descenso de salvamento).

Existe en dos versiones: ID S (para cuerdas de 8 – 11 mm) e ID L (para cuerdas de 10,5 – 13 mm). En las operaciones de esta guía, con cuerdas de 10,5 – 11 mm, ambas versiones son compatibles; se recomienda el ID S por su menor peso y mayor facilidad de control.

### Características y funciones principales

- **Descenso progresivo y controlado:** el operador regula la velocidad de descenso mediante la palanca de apertura. Cuanto más se abre, mayor la velocidad. La posición neutra (palanca suelta) tiende al frenado.
- **Función antipánico:** si el operador aprieta la palanca con demasiada fuerza (reacción de pánico), el mecanismo se bloquea automáticamente en lugar de acelerar el descenso. Es una de las características de seguridad más importantes del dispositivo.
- **Bloqueo instantáneo:** soltando la palanca, el ID frena y bloquea la cuerda. Permite detener el descenso para trabajar con ambas manos libres.
- **Instalación con carga:** el sistema de apertura lateral permite cargar la cuerda en el descensor sin necesitar acceso a los extremos. Útil cuando ya se está colgado en la cuerda.
- **Uso como bloqueador:** el ID puede usarse como punto de bloqueo en sistemas de polipasto, funcionando como elemento anti-retroceso mientras se jala desde el otro lado.

### Partes del ID

- Cuerpo principal con rodillo de fricción y leva de bloqueo.
- Palanca de apertura con tope antipánico.
- Placa lateral abatible para introducir/extraer la cuerda.
- Anilla de conexión al arnés (punto ventral) mediante mosquetón HMS o de conexión directa.
- Indicador de desgaste: cuando la marca de desgaste en el rodillo es visible, el dispositivo debe enviarse a revisión o reemplazarse.



## Compatibilidad de cuerdas

Modelo	Diámetro de cuerda compatible	Observaciones
ID S	8 – 11 mm	Estándar para operaciones de ladera con cuerdas 10,5 mm.
ID L	10,5 – 13 mm	Para operaciones con cuerdas más gruesas o gestión de cargas pesadas.

**NOTA:** El ID de Petzl está diseñado para cuerda de núcleo trenzado (kernmantle). No usar con cuerdas planas, eslinga o cordino.

**IMPORTANTE:** No utilizar el ID sin el mosquetón de seguridad correctamente bloqueado en la anilla de conexión. El descensor puede desprenderse bajo carga si la conexión no está asegurada.

## 1.6 Inspección del Material antes de cada Operación

Antes de cada salida operativa, cada voluntario realiza una inspección sistemática de su equipo personal. Esta inspección no es opcional: es un protocolo de seguridad.

Se recomienda seguir siempre el mismo orden para no omitir ningún elemento. Una secuencia práctica es de abajo arriba, siguiendo el sistema de carga:

1. Cuerda: pasar metro a metro entre las manos. Zonas duras, cortes en funda, aplastamientos, quemaduras.
2. Arnés: costuras íntegras, funda sin cortes, hebillas completas y con movimiento correcto, anillas sin deformación.
3. Mosquetones: seguros que abren y cierran con suavidad, sin juego lateral, sin marcas de impacto ni corrosión.
4. ID de Petzl: rodillo sin desgaste excesivo, palanca con movimiento correcto, placa lateral sin deformación, indicador de desgaste no alcanzado.
5. Poleas: rodillos que giran libremente, placas sin grietas, ejes sin juego.
6. Cordinos y eslingas: sin cortes, abrasión, quemaduras ni deformaciones en las costuras.

**NOTA:** El material que supera la inspección se marca visualmente con la marca del equipo (cinta de color o precinto) y se registra en la ficha de equipo. El material que no la supera se retira físicamente del almacén operativo y se etiqueta como 'RETIRADO – NO USAR'.

## 1.7 Vida Útil, Retirada y Registro del Material

### Criterios de retirada inmediata

Independientemente de la antigüedad del material, se retira de servicio inmediatamente si:

- Ha sufrido una caída de factor elevado (> 0,5 en cuerda estática).

- Presenta cualquier daño visible: cortes, quemaduras, aplastamientos, deformación de partes metálicas.
- Ha estado en contacto con agentes químicos agresivos (ácidos, solventes, lejía).
- El operador tiene alguna duda sobre su integridad, aunque no pueda identificar el daño.
- Ha superado su vida útil máxima indicada por el fabricante.

### Vida útil máxima orientativa

Elemento	Sin uso / almacén	Uso frecuente	Referencia
<b>Cuerda estática</b>	10 años	1 – 3 años	EN 1891 / fabricante
<b>Arnés</b>	10 años	1 – 3 años	EN 361 / fabricante
<b>Eslingas y cordinos</b>	10 años	1 – 3 años	EN 354 / fabricante
<b>Mosquetones metálicos</b>	Sin límite si no hay daño	Revisión anual	EN 362 / fabricante
<b>ID de Petzl</b>	Sin límite si no hay daño	Revisión periódica Petzl	Manual Petzl

### Registro del material

Cada agrupación debe mantener una ficha de seguimiento para cada elemento de seguridad. La ficha debe recoger:

- Identificación del elemento (número de serie o código interno, marca y modelo).
- Fecha de fabricación y fecha de primera puesta en servicio.
- Historial de uso: fecha, operación, duración, observaciones.
- Inspecciones realizadas y resultado.
- Incidencias: caídas, contacto con productos, cargas excepcionales.
- Fecha y motivo de retirada.

**NOTA:** En el Anexo A de esta guía se incluye una ficha de inspección y registro reproducible para uso en campo.

## Resumen del Bloque 1

El equipamiento de un voluntario de protección civil en operaciones verticales está compuesto por un conjunto de elementos interdependientes: la cuerda estática como línea de vida, el arnés como interfaz entre el cuerpo y el sistema, los mosquetones como conectores, las poleas como herramientas de ventaja mecánica y el ID de Petzl como dispositivo de descenso controlado.

Ninguno de estos elementos trabaja en solitario: forman un sistema. La falla de cualquier componente puede comprometer toda la cadena. Por eso, la inspección metódica, el registro cuidadoso y la cultura de retirada ante cualquier duda no son burocracia: son la primera línea de seguridad de cada operación.

## BLOQUE 2: NUDOS ESENCIALES

Los nudos son el elemento más sencillo de un sistema de cuerdas y, a la vez, uno de los más críticos. Un nudo mal ejecutado puede reducir la resistencia de la cuerda a menos de la mitad de su capacidad nominal o deshacerse bajo vibración. Por eso, el aprendizaje de cada nudo debe ir acompañado de práctica repetida hasta lograr una ejecución correcta, rápida y verificable, también con los ojos cerrados y con guantes.

Este bloque describe los nudos reconocidos en operaciones de rescate que todo voluntario de protección civil debe dominar, con instrucciones paso a paso, sus usos específicos y los errores más frecuentes a evitar.

### 2.1 Normas Generales sobre Nudos en Rescate

Antes de describir cada nudo individualmente, es necesario establecer las reglas que aplican a todos ellos sin excepción:

- **Cabo libre mínimo de 10 cm:** tras completar el nudo, el extremo libre de la cuerda debe sobresalir al menos 10 cm. Un cabo corto puede meterse dentro del nudo bajo carga y hacer que se deshaga.
- **Nudo ordenado y sin cruces:** un nudo con vueltas cruzadas o que no ha sido bien peinado (ajustado) puede perder hasta un 30 % de resistencia adicional respecto a un nudo ejecutado limpiamente.
- **Verificación cruzada obligatoria:** todo nudo en un punto crítico de seguridad (encordamiento, anclaje, unión de cuerdas) debe ser revisado por un segundo voluntario antes de poner el sistema en carga.
- **Nudo de remate en nudos de lazo:** el as de guía y otros nudos que pueden aflojarse sin carga continua deben rematar siempre con un nudo adicional de seguridad.
- **No improvisar nudos desconocidos:** si no se sabe ejecutar correctamente un nudo, se usa el más sencillo que se domine. Un ocho bien hecho siempre es mejor que un nudo sofisticado mal ejecutado.
- **Identificación visual:** un nudo bien ejecutado debe ser reconocible a simple vista, incluso por alguien que no lo ha hecho. Si quien verifica no puede identificar qué nudo es con facilidad, se rehace.

**ATENCIÓN:** Los nudos reducen la resistencia de la cuerda. Un ocho bien ejecutado trabaja al 75–80 % de la resistencia nominal. Un nudo mal peinado o con cruces puede trabajar al 50 % o menos. Esto sigue siendo más que suficiente para las cargas de operaciones habituales, pero solo si el nudo está correctamente ejecutado.

## 2.2 Familia del Ocho

El nudo de ocho y sus variantes son el estándar de referencia en rescate profesional. Su principal ventaja es la verificabilidad: un ocho bien hecho tiene una forma característica inconfundible (el número 8), lo que permite una comprobación visual rápida y fiable. Trabaja entre el 75 % y el 80 % de la resistencia de la cuerda.

### Ocho Simple

Resistencia aprox.	Uso principal	Dificultad	Reversible
~80 %	Nudo de tope / rematador	Muy fácil	Fácil en frío

#### Uso

Impide que la cuerda pase a través de un dispositivo (descensor, polea, freno). Se usa al final de las cuerdas de rappel para evitar que el extremo pase por el descensor sin que el operador lo note. También sirve como base de aprendizaje para el resto de nudos de la familia.

#### Cómo hacerlo

**Paso 1.** Tomar el extremo libre de la cuerda con unos 30 cm de cabo.

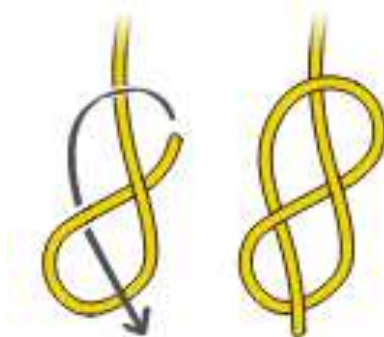
**Paso 2.** Formar un seno (bucle) girando la cuerda sobre sí misma una vuelta completa. El extremo libre queda por encima.

**Paso 3.** Pasar el extremo libre por dentro del ojo formado, de atrás hacia adelante.

**Paso 4.** Ajustar (peinar): tirar del extremo libre y del ramal largo simultáneamente hasta que el nudo quede con forma claramente visible de 8.

**Paso 5.** Dejar al menos 10 cm de cabo libre.

**CONSEJO:** Para verificar: el ocho simple tiene dos vueltas visibles de cuerda sobre el cuerpo del nudo y un ojo por el que pasa el extremo. Si no se ven claramente las dos vueltas, el nudo no está bien peinado.



Nudo ocho simple (fin de cuerda) – Fuente Petzl

## Ocho por Seno

Resistencia aprox.	Uso principal	Dificultad	Reversible
~75–80 %	Lazo fijo en extremo / medio de cuerda	Fácil	Difícil tras carga

### Uso

Crea un lazo fijo no corredizo en el extremo o en el centro de la cuerda para conectar a un mosquetón, a un anclaje o para crear un punto de carga en el sistema. Es el nudo de conexión más usado en rescate cuando se trabaja con el extremo de la cuerda.

### Cómo hacerlo

**Paso 1.** Doblar la cuerda formando un seno: tomar unos 50 cm de cuerda y doblarla por la mitad, de modo que los dos ramales queden paralelos. Ese doble cabo es el 'seno'.

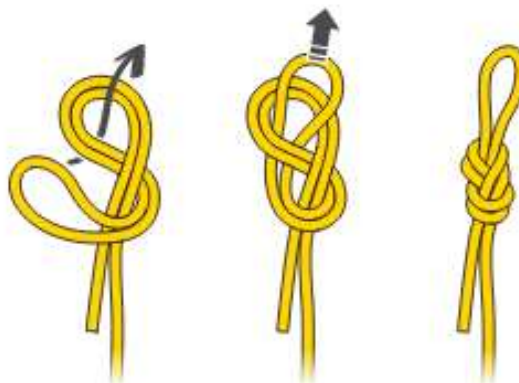
**Paso 2.** Trabajar con el seno como si fuera una sola cuerda gruesa: con el seno en la mano derecha, formar el primer bucle del ocho (girar el seno sobre los dos ramales).

**Paso 3.** Pasar el seno por dentro del ojo formado, de atrás hacia adelante.

**Paso 4.** Peinar: tirar del lazo formado y de los dos ramales hasta que el nudo quede compacto. El lazo resultante es el punto de conexión.

**Paso 5.** Verificar: debe verse claramente la forma del 8. El lazo no debe tener torsiones.

**NOTA:** El tamaño del lazo se define en el paso 1: cuanto más largo es el seno inicial, mayor el lazo resultante. Para conexión a mosquetón, un lazo de 8–10 cm es suficiente.



Nudo ocho por seno – Fuente Petzl

## Ocho Rematado

Resistencia aprox.	Uso principal	Dificultad	Reversible
~75–80 %	Encordamiento directo al arnés	Intermedia	Difícil tras carga

### Uso

Es el nudo estándar para unir directamente la cuerda al arnés mediante la anilla de encordamiento, sin necesidad de mosquetón. Al seguir el camino del ocho con el extremo libre, el nudo se adapta perfectamente a cualquier anilla, aunque sea irregular. Muy usado en escalada y trasladado al rescate por su fiabilidad.

### Cómo hacerlo

**Paso 1.** Calcular unos 80–90 cm de cabo libre desde el punto de encordamiento. Hacer un ocho simple a esa distancia del extremo libre (el ocho queda a mitad del cabo, no en el extremo).

**Paso 2.** Pasar el extremo libre por la anilla de encordamiento del arnés (o por el punto de anclaje).

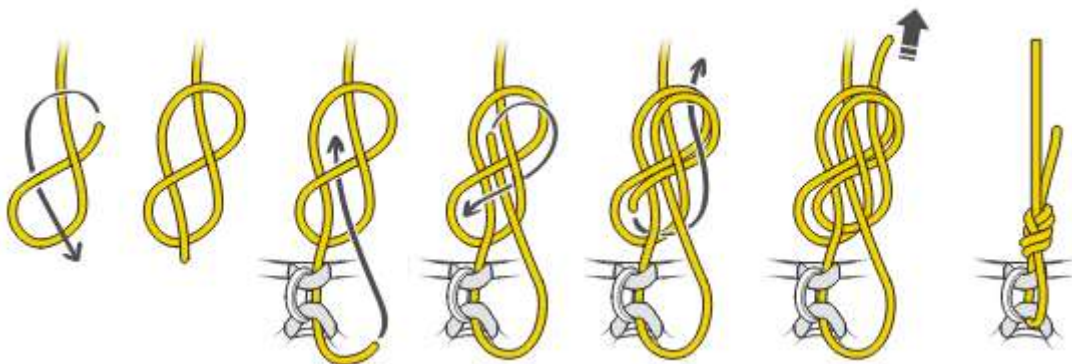
**Paso 3.** Con el extremo libre, volver a trazar el camino del ocho en sentido inverso: entrar por el mismo orificio por el que salió el ramal original, y seguir paralelo a cada vuelta del nudo sin cruzarse nunca.

**Paso 4.** Continuar hasta que el extremo salga por el mismo punto en que entró la primera vez. El resultado es un ocho doble con todos los ramales paralelos.

**Paso 5.** Peinar tirando de todos los ramales: del lazo del arnés, del extremo libre y del ramal largo, hasta que el nudo quede completamente compacto.

**Paso 6.** Verificar: el nudo debe verse simétrico. Cada vuelta del ocho original debe tener su vuelta paralela inmediatamente adyacente, sin huecos ni cruces.

**ATENCIÓN:** Este nudo es difícil de deshacer tras una carga fuerte. Si se usa repetidamente, puede ser preferible el ocho por seno con mosquetón, más rápido de conectar y desconectar.



Nudo ocho rematado – Fuente Petzl

## Ocho en Línea

Resistencia aprox.	Uso principal	Dificultad	Reversible
~75 %	Punto de carga intermedio en la cuerda	Intermedia	Moderada

### Uso

Crea un lazo fijo en cualquier punto del recorrido de la cuerda sin necesitar acceso a los extremos. Permite añadir un punto de conexión a mosquetón en el centro de una línea ya instalada, o construir anclajes multipunto con una sola cuerda continua. Especialmente útil en la instalación de tirolinas y polipastos.

### Cómo hacerlo

**Paso 1.** Identificar el punto de la cuerda donde se quiere crear el lazo. Formar un seno en ese punto.

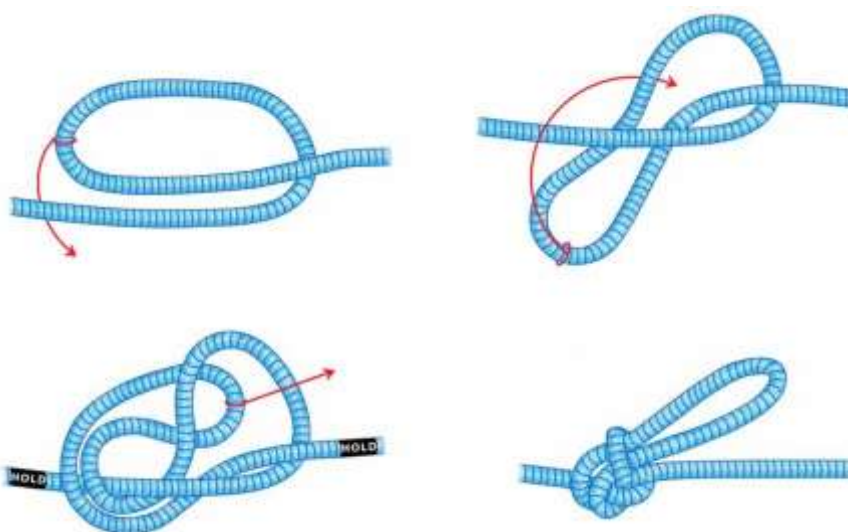
**Paso 2.** Doblar el seno hacia atrás sobre los dos ramales de la cuerda (girar el seno una vuelta completa sobre los ramales).

**Paso 3.** Pasar el seno por el ojo formado de atrás hacia adelante.

**Paso 4.** Peinar: tirar del lazo resultante y de los dos ramales hacia afuera (dirección opuesta) hasta que el nudo quede compacto.

**Paso 5.** Verificar: el lazo resultante debe ser perpendicular a la línea de carga.

**NOTA:** A diferencia del ocho por seno, el ocho en línea carga sobre los dos ramales simultáneamente. Es un nudo direccional: trabaja mejor cuando la carga llega desde ambos lados del lazo, no desde uno solo.



## 2.3 As de Guía

As de Guía			
Resistencia aprox.	Uso principal	Dificultad	Reversible
~70–75 %	Lazo fijo no corredizo en extremo	Fácil–intermedia	Fácil (siempre rematado)

### Uso

Crea un lazo fijo no corredizo en el extremo de la cuerda. Clásico para anclar a árboles, postes, argollas y estructuras cuando no se dispone de mosquetón. Su gran ventaja sobre el ocho es que es mucho más fácil de deshacer después de haber soportado una carga, lo que lo hace práctico en operaciones donde los anclajes se montan y desmontan con frecuencia.

Su desventaja es que puede aflojarse progresivamente si no recibe carga continua y no está rematado. Por eso, en rescate se usa SIEMPRE con nudo de remate.

### Cómo hacerlo (método del conejo)

**Paso 1.** Dejar unos 60–70 cm de cabo libre. Formar un ojo (bucle) fijo en la cuerda a esa distancia del extremo: el ojo se hace girando la cuerda sobre sí misma. La parte larga de la cuerda es 'el árbol'. El extremo libre es 'el conejo'.

**Paso 2.** El conejo sale por debajo del lago (el ojo): pasar el extremo libre de abajo hacia arriba a través del ojo.

**Paso 3.** El conejo rodea el árbol por detrás: llevar el extremo libre alrededor del ramal largo (el árbol), pasando por detrás.

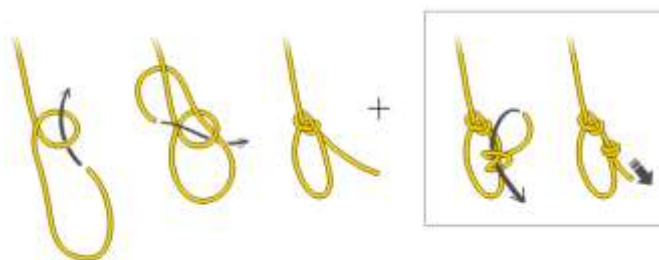
**Paso 4.** El conejo vuelve al lago: pasar el extremo de nuevo por el ojo, esta vez de arriba hacia abajo, volviendo por donde salió.

**Paso 5.** Peinar: sostener el ojo con una mano y tirar del extremo libre y del ramal largo con la otra. El lazo resultante es el punto de conexión.

**Paso 6.** Remate obligatorio: con el cabo sobrante, hacer un nudo simple alrededor del ramal que sale del lazo (el ramal del lado del árbol). Ajustar contra el cuerpo del as de guía.

**IMPORTANTE:** *Un as de guía SIN REMATE no es un nudo de rescate. El remate es parte inseparable del nudo en cualquier aplicación de seguridad. Nunca se omite, aunque parezca que el nudo está bien apretado.*

**CONSEJO:** *Truco de verificación: en un as de guía correcto con remate, tirando del extremo libre (el cabo del remate) no debe moverse el lazo principal. Si el lazo cambia de tamaño al tirar del extremo, el nudo está mal ejecutado.*



Nudo ocho rematado – Fuente Petzl

## 2.4 Nudo de Pescador Doble

### Pescador Doble

Resistencia aprox.	Uso principal	Dificultad	Reversible
~65–70 % de la cuerda más débil	Unir dos cuerdas / Crear anillas de cordino	Intermedia	Muy difícil tras carga

#### Uso

El pescador doble es el nudo estándar para unir dos cuerdas o para crear una anilla (loop) cerrada a partir de un tramo de cordino o cuerda. Es la forma correcta de fabricar los anillos de prusik en campo. Su principal característica es que, bajo carga, los dos medios nudos se aprietan mutuamente y hacen el nudo prácticamente irreversible.

Se puede usar para unir cuerdas de igual o diferente diámetro, aunque la unión es más fiable y simétrica con cuerdas del mismo diámetro. No se recomienda para unir cuerdas de materiales muy diferentes (p. ej. poliamida con polipropileno).

#### Cómo hacerlo

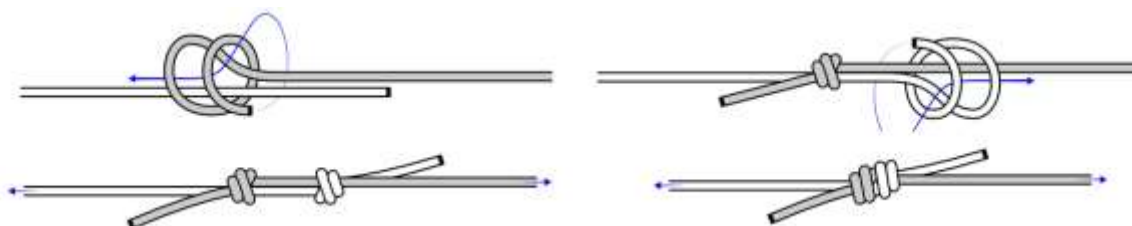
**Paso 1.** Colocar los dos extremos de las cuerdas a unir paralelos y en sentido contrario (uno apunta hacia la izquierda, el otro hacia la derecha). Dejar unos 25–30 cm de cabo libre en cada extremo.

**Paso 2.** Con el extremo A: hacer dos vueltas alrededor de ambas cuerdas en dirección hacia la cuerda B. Pasar el extremo A por dentro de las dos vueltas (de delante hacia atrás). Ajustar: aparece un medio nudo de pescador doble en el extremo A.

**Paso 3.** Con el extremo B: hacer exactamente lo mismo en la dirección opuesta, alrededor de ambas cuerdas. Pasar el extremo B por dentro de sus dos vueltas. Ajustar: aparece el segundo medio nudo.

**Paso 4.** Acercar los dos medios nudos tirando de los ramales largos de ambas cuerdas hasta que los dos cuerpos del nudo queden juntos y apretados entre sí.

**Paso 5.** Verificar: deben verse dos cuerpos distintos, cada uno con dos vueltas visibles paralelas. Los extremos libres sobresalen en direcciones opuestas, al menos 10 cm.



Nudo pescador doble

## Uso para crear anillas de prusik

Para fabricar un anillo cerrado (necesario para el prusik):

1. Tomar un trozo de cordino de 5–7 mm y de longitud adecuada (ver apartado 2.6).
2. Hacer el pescador doble uniendo los dos extremos del mismo cordino.
3. El resultado es una anilla cerrada. La longitud de la anilla resultante es aproximadamente la mitad de la longitud del cordino inicial, menos el nudo.

**NOTA:** *Tras una carga fuerte, el pescador doble es prácticamente imposible de deshacer. En anillas de prusik de uso regular, esto es aceptable porque la anilla se usa como elemento permanente. Para unión de cuerdas donde se necesita deshacer el nudo en campo, el nudo plano doble (double flat overhand) es una alternativa más reversible, aunque algo menos resistente.*

## 2.5 Nudo Mariposa

### Nudo Mariposa

Resistencia aprox.	Uso principal	Dificultad	Reversible
~70 %	Lazo fijo en medio de cuerda, carga multidireccional	Intermedia	Fácil

### Uso

El nudo mariposa crea un lazo fijo en el centro de la cuerda sin necesitar acceso a los extremos, de forma similar al ocho en línea, pero con una ventaja crucial: admite carga desde cualquier dirección (desde el lazo, desde el ramal izquierdo o desde el ramal derecho) sin deformarse ni debilitarse. Esto lo hace el nudo preferido para:

- Aislar una sección dañada de la cuerda: se hacen dos mariposas a ambos lados del daño y se carga el tramo bueno entre ellas, dejando fuera de carga la zona deteriorada.
- Crear puntos intermedios de anclaje en una línea de trabajo horizontal o en sistemas de polipasto complejos.
- Trabajar en grupos de tres o más personas encordadas en una misma cuerda (el central se conecta al lazo de la mariposa).

### Cómo hacerlo (método de la mano)

**Paso 1.** Enroscar la cuerda tres veces alrededor de la mano abierta (cuatro dedos juntos), empezando por la palma. Las vueltas quedan una al lado de la otra.

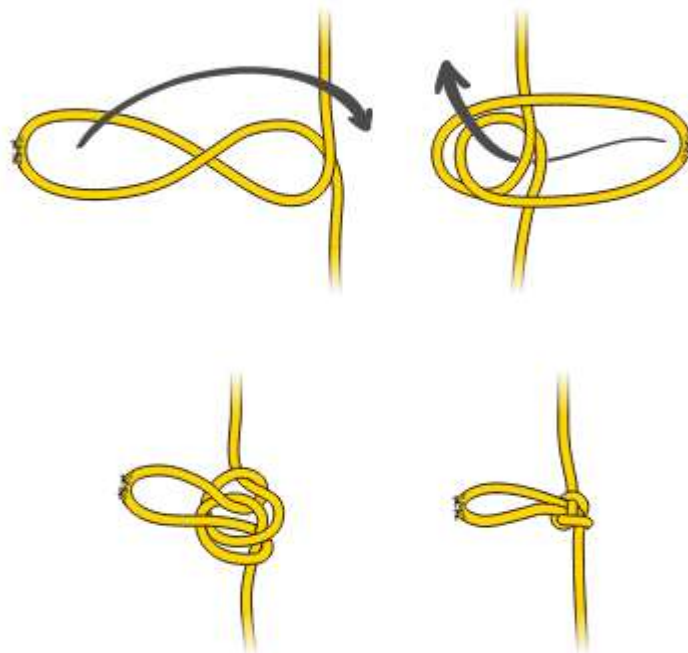
**Paso 2.** Tomar la vuelta central (la del medio) y pasarla por encima de las dos vueltas exteriores, hacia los nudillos.

**Paso 3.** Pasar esa vuelta central por debajo de las dos vueltas exteriores y sacarla hacia arriba por entre ellas, formando el lazo del nudo.

**Paso 4.** Retirar la mano y dresar: tirar del lazo hacia arriba y de los dos ramales hacia los lados hasta que el nudo quede compacto y simétrico.

**Paso 5.** Verificar: el cuerpo del nudo debe parecer las alas de una mariposa a ambos lados del lazo central.

**CONSEJO:** El nudo mariposa es uno de los pocos nudos de lazo que se puede deshacer con relativa facilidad incluso tras una carga importante. Para ello, empujar el cuerpo del nudo (las 'alas') hacia el lazo, en lugar de tirar de los extremos.



Nudo Mariposa (método alternativo)

## 2.6 Nudo Prusik

### Nudo Prusik (Prusik Hitch)

Resistencia aprox.	Uso principal	Dificultad	Reversible
Varía con diámetro / vueltas	Bloqueador deslizante sobre cuerda principal	Fácil	Fácil si no está cargado

#### Qué es y cómo funciona

El prusik no es un nudo convencional: es un nudo de fricción o nudo autobloqueante. A diferencia de los nudos anteriores, que forman una forma fija, el prusik es un sistema de anilla de cordino enrollado alrededor de una cuerda principal que funciona de dos modos:

- **Sin carga o con carga lateral:** el prusik desliza libremente por la cuerda al ser empujado con la mano. El operador puede subirlo o bajarlo por la cuerda sin dificultad.
- **Con carga axial (en dirección de la cuerda):** las vueltas del cordino se aprietan contra la cuerda principal por fricción y bloquean el deslizamiento. Cuanto más peso, más aprieta.

Este comportamiento lo convierte en la herramienta fundamental para el ascenso por cuerda, para sistemas de seguridad de autoaseguramiento y como elemento antirretroceso en polipastos.

### Material necesario

- **Cordino de prusik:** debe tener entre el 60 % y el 75 % del diámetro de la cuerda principal para funcionar correctamente. Con cuerda de 10,5 mm, usar cordino de 6 – 7 mm. Un cordino demasiado fino bloquea bien pero puede dañarse. Uno demasiado grueso no bloquea.
- **Anilla de prusik:** el cordino debe estar cerrado en anilla con un pescador doble. La longitud de la anilla determina el rango de uso del prusik:
  - Prusik de pecho (para ascenso): anilla de ~40–50 cm de longitud total.
  - Prusik de pie (para ascenso): anilla de ~70–80 cm de longitud total.
  - Prusik de seguridad (autoaseguramiento en descenso): anilla de ~40–50 cm.

### Cómo hacerlo

**Paso 1.** Pasar la anilla de cordino alrededor de la cuerda principal.

**Paso 2.** Pasar un extremo de la anilla por dentro del otro extremo (como si se hiciera un as de guía simple alrededor de la cuerda).

**Paso 3.** Repetir el paso: volver a pasar el mismo extremo de la anilla por dentro del otro, en el mismo sentido. El resultado son dos (o tres) vueltas del cordino alrededor de la cuerda principal, con los dos extremos de la anilla saliendo por el mismo lado.

**Paso 4.** Peinar: empujar las vueltas para que queden juntas y ordenadas (sin huecos entre ellas). El nudo debe ser simétrico.

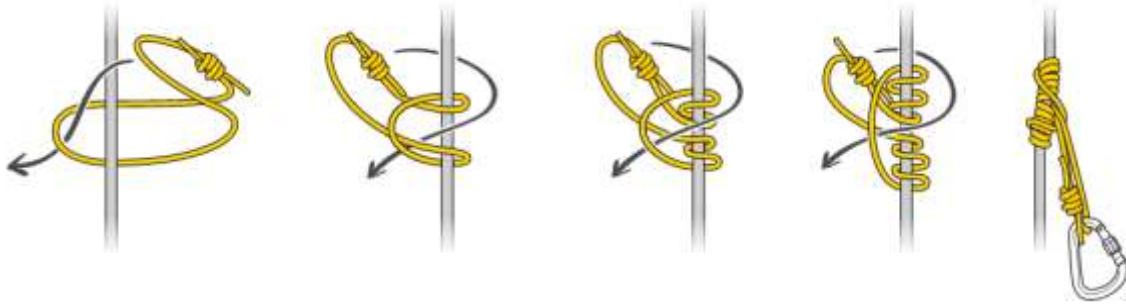
**Paso 5.** Conectar el mosquetón a ambos extremos de la anilla (no a uno solo). La carga debe repartirse entre los dos ramales.

El número de vueltas afecta al bloqueo:

- 2 vueltas: bloqueo moderado. Adecuado para cuerda seca y con persona de peso normal.
- 3 vueltas: bloqueo fuerte. Recomendado para cuerda mojada, helada o con persona de mucho peso.
- 4 o más vueltas: bloqueo muy fuerte, puede ser difícil de deslizar. Reservado para polipastos.

**ATENCIÓN:** El prusik pierde eficacia con el uso: el calor generado por la fricción puede glazear (fundir parcialmente) el cordino. Inspeccionar el cordino de prusik regularmente y sustituirlo si presenta zonas rígidas, brillantes o con variación de diámetro.

**CONSEJO:** Un prusik que no bloquea bien en cuerda mojada puede mejorarse añadiendo una vuelta más o mojando ligeramente el cordino antes de usarlo para que se amolde mejor a la cuerda principal.



Nudo Prusik – Fuente Petzl

## 2.7 Tabla Resumen de Nudos

La siguiente tabla permite localizar rápidamente el nudo adecuado para cada situación operativa:

Nudo	Resistencia	Uso principal	¿Reversible?	Observaciones clave
<b>Ocho Simple</b>	~80 %	Tope de cuerda	Fácil	Base para aprender la familia del ocho.
<b>Ocho por Seno</b>	~75–80 %	Lazo fijo + mosquetón	Difícil tras carga	El más usado en rescate para conexión a anclaje.
<b>Ocho Rematado</b>	~75–80 %	Encordamiento directo al arnés	Difícil tras carga	Sin mosquetón. Adapta el nudo a cualquier anilla.
<b>Ocho en Línea</b>	~75 %	Punto intermedio en cuerda	Moderada	Carga bidireccional. Tirolinas y polipastos.
<b>As de Guía</b>	~70–75 %	Lazo fijo a árbol / poste	Fácil (rematado)	Siempre con remate. Fácil de deshacer.
<b>Pescador Doble</b>	~65–70 %	Unir cuerdas / crear anilla prusik	Muy difícil	No se deshace tras carga. Estándar de unión.
<b>Mariposa</b>	~70 %	Lazo en centro de cuerda, carga multidireccional	Fácil	Aislar tramos dañados. Carga desde cualquier dirección.
<b>Prusik</b>	Variable	Bloqueador deslizando. Ascenso. Seguridad.	Fácil sin carga	Nudo de fricción. Requiere cordino 60–75 % del diámetro de la cuerda principal.

## Resumen del Bloque 2

Dominar los nudos de este bloque proporciona al voluntario una caja de herramientas completa para resolver prácticamente cualquier situación en el campo: crear puntos de anclaje, encordarse al arnés, unir cuerdas, aislar zonas dañadas, ascender por una cuerda y asegurar el descenso.

La clave no está en conocerlos sino en ejecutarlos correctamente bajo presión, con guantes y en condiciones de poca luz. Esto solo se consigue con práctica repetida. Se recomienda que cada voluntario alcance el nivel en el que puede ejecutar cualquiera de estos nudos en menos de 30 segundos, con resultado verificable, antes de participar en operaciones verticales reales.

**NOTA:** Las fichas de referencia rápida de todos los nudos de este bloque están disponibles en el Anexo B de esta guía, en formato reducido apto para llevar plastificado en el equipo de campo.

## BLOQUE 3: ANCLAJES

El anclaje es el punto desde el que pende todo el sistema: la cuerda de trabajo, la cuerda de seguridad, la tirolina o el polipasto. Un anclaje deficiente no puede ser compensado por ningún otro elemento de la cadena, por muy buena que sea la cuerda, el nudo o el descensor. Todo lo que se ha visto hasta ahora depende de que el anclaje aguante.

Este bloque describe cómo evaluar, construir y verificar anclajes seguros con los medios disponibles en el terreno, desde árboles y rocas hasta estructuras urbanas y vehículos, y cómo combinarlos en sistemas multipunto cuando un único punto no es suficiente.

### 3.1 Principios de un Buen Anclaje: ACEER

En el ámbito del rescate en cuerda, los criterios que debe cumplir todo anclaje seguro se recogen en el acrónimo ACEER (adaptación del estándar internacional SERENE/EARNEST). Cada letra representa un requisito imprescindible:

<b>A</b>	<b>ADECUADO</b>	El punto de anclaje es lo suficientemente resistente para soportar la carga prevista con un margen de seguridad holgado. Se evalúa la naturaleza del soporte (árbol vivo vs. seco, roca sólida vs. friable, estructura íntegra vs. comprometida) antes de cargar.
<b>C</b>	<b>CONSTRUIDO CORRECTAMENTE</b>	El sistema de anclaje está montado con los nudos, conectores y disposición geométrica adecuados. Una buena base puede convertirse en un anclaje peligroso si está mal construido.
<b>E</b>	<b>EFICIENTE</b>	La carga se distribuye de forma equilibrada entre los puntos del anclaje multipunto. Ningún punto soporta significativamente más que otro. Los ángulos entre los ramales son inferiores a 60°.
<b>E</b>	<b>EQUIDISTRIBUIDO</b>	En anclajes multipunto, si un punto falla, el sistema no colapsa: el resto de puntos absorbe la carga y sigue operativo. Esta característica, también llamada redundancia de anclaje, es obligatoria en todo anclaje de rescate.
<b>R</b>	<b>RESISTENTE AL FALLO EN CADENA</b>	La falla de un componente no genera la falla inmediata de los demás. Los puntos de anclaje son independientes entre sí: están conectados a la misma línea de trabajo pero no dependen los unos de los otros para mantenerse en posición.

**ATENCIÓN:** *Un anclaje que no cumple TODOS los criterios ACEER no es un anclaje de rescate. Si no es posible cumplirlos todos en el terreno disponible, se debe buscar otro punto de anclaje o solicitar apoyo especializado antes de comenzar la operación.*

### El ángulo entre ramales: un factor crítico

Cuando se usa un anclaje multipunto con dos puntos de sujeción, la fuerza que soporta cada punto depende directamente del ángulo que forman los dos ramales de la cuerda o eslinga entre sí. A mayor ángulo, mayor la fuerza sobre cada punto:

Ángulo entre ramales	Carga sobre cada punto	Consecuencia práctica
0°	50 % de la carga total	Reparto ideal. Prácticamente imposible en campo.
60°	58 % de la carga total	Reparto muy bueno. Ángulo máximo recomendado.
90°	71 % de la carga total	Aceptable. Límite tolerable en situaciones de campo.
120°	100 % de la carga total	Cada punto soporta el 100 %. Sin ventaja de distribución. EVITAR.
> 120°	Supera la carga total	Los puntos soportan más que la carga original. PELIGROSO.



Fuente: Petzl

**IMPORTANTE:** Mantener siempre el ángulo entre ramales igual o inferior a 60°. En la práctica esto significa que el punto de unión (el mosquetón central) debe quedar cerca de los puntos de anclaje, no alejado de ellos. A mayor distancia entre anclaje y punto de carga, mayor el ángulo.

### 3.2 Anclajes Naturales

Los anclajes naturales son los primeros que se evalúan en el terreno: no requieren perforación ni equipamiento especial y, cuando están disponibles y son de calidad, son rápidos de montar y de alta resistencia. Los dos tipos principales en operaciones de protección civil son árboles y rocas.

## Árboles como punto de anclaje

### Evaluación del árbol

No todo árbol es válido. Antes de usar uno como anclaje, evaluar:

- **Especie y estado:** árbol vivo y en buen estado de salud. Tronco sin huecos, pudrición ni daño visible. Evitar árboles muertos, secos, con la corteza suelta o con signos de enfermedad (hongos, manchas, ramas caídas).
- **Diámetro del tronco:** mínimo 20 cm de diámetro medido a la altura del anclaje. Por debajo de este diámetro, usar dos árboles en paralelo.
- **Sistema radicular:** el árbol debe estar bien enraizado. En terrenos con suelo superficial (menos de 30 cm de tierra sobre roca), los árboles se pueden arrancar con cargas laterales aunque parezcan robustos. Valorar con cuidado.
- **Posición del anclaje en el tronco:** anclar siempre lo más bajo posible en el tronco, idealmente a ras de suelo o en la base. Un anclaje alto genera un gran momento de palanca que puede arrancar el árbol aunque tenga un sistema radicular sólido.

### Cómo anclar a un árbol

El método más común es el uso de una eslinga de anclaje o un tramo de cuerda formando un lazo alrededor del tronco:

**Paso 1.** Pasar la eslinga o el tramo de cuerda alrededor del tronco lo más cerca del suelo posible.

**Paso 2.** Conectar los dos extremos de la eslinga (o los dos ramales del lazo) con un mosquetón de seguridad bloqueado.

**Paso 3.** A ese mosquetón se conecta la línea de trabajo mediante un segundo mosquetón o directamente con un nudo.

**Paso 4.** Verificar que la eslinga no pueda deslizarse hacia arriba por el tronco bajo carga.

**CONSEJO:** Si solo se dispone de cuerda (sin eslinga), hacer un as de guía o un ocho rematado alrededor del tronco. El lazo de nudo actúa igual que la eslinga, con la ventaja de que se puede ajustar exactamente al diámetro del árbol.

**ATENCIÓN:** No usar ramas como punto de anclaje aunque sean gruesas. La unión de la rama al tronco es el punto débil, y bajo carga lateral puede astillarse sin previo aviso. El anclaje siempre es al tronco principal.

## Rocas y formaciones naturales

### Evaluación de la roca

Una roca puede ser un excelente anclaje o un peligro oculto. La evaluación es obligatoria antes de cargar:

- **Solidez:** golpear suavemente la roca con los nudillos. Un sonido hueco indica que la roca está suelta o tiene cavidades internas. Un sonido sólido indica roca compacta.
- **Tamaño y enterramiento:** una roca que hace de anclaje debe estar profundamente enterrada o ser de tal tamaño que sea imposible moverla. Las rocas que se pueden balancear con el pie son inválidas como anclaje.
- **Geometría:** buscar formas que retengan la eslinga o cuerda. Una roca con cuello (más estrecha en la parte superior) es ideal. Una roca plana requiere asegurarse de que la eslinga no pueda deslizarse lateralmente.
- **Aristas:** proteger siempre la cuerda o eslinga de aristas vivas con un protector de cuerda, un trozo de manguera o cualquier material resistente a la abrasión.

### Cómo anclar a una roca

**Paso 1.** Pasar la eslinga o cuerda alrededor de la roca por la zona más estrecha o con mejor retención.

**Paso 2.** Asegurarse de que el lazo no pueda deslizarse por la roca en ninguna dirección.

**Paso 3.** Proteger la cuerda con un protector en todos los puntos de contacto con aristas.

**Paso 4.** Conectar la línea de trabajo al mosquetón del lazo y verificar la dirección de carga.

**NOTA:** En formaciones de roca caliza o arenisca muy erosionada, aunque la roca parezca sólida, puede presentar planos de fractura internos. En este tipo de terreno, siempre usar dos puntos de anclaje en roca independientes como mínimo.

## 3.3 Anclajes Artificiales

Cuando no hay anclajes naturales de calidad disponibles, se recurre a anclajes artificiales: elementos instalados en el terreno o en estructuras para crear un punto de sujeción. En operaciones de protección civil, los más frecuentes son los anclajes de expansión y las estacas de tierra.

### Anclajes de expansión (spits / parabolts)

#### Descripción y uso

Los anclajes de expansión son tornillos o pernos que se instalan en roca u hormigón mediante perforación. En zonas ya equipadas (vías de escalada, instalaciones de rescate permanentes), pueden encontrarse anclajes ya fijos que el voluntario puede usar directamente. En campo sin equipar, se instalan con taladro.

Para uso en rescate se emplean siempre anclajes certificados para carga dinámica (marcado CE, norma EN 959 para anclajes de roca). Los anclajes decorativos o de construcción no son válidos.

### Uso de anclajes existentes

- Inspeccionar el anclaje: sin oxidación excesiva, placa sin deformación, tuerca o argolla firme y sin juego.
- Verificar el soporte: la roca o el hormigón alrededor del anclaje no presentan grietas ni desconchados.
- Nunca usar un único anclaje de expansión en solitario para carga con persona. Siempre dos anclajes como mínimo.
- Conectar con mosquetón de seguridad directamente a la argolla del anclaje. No interponer elementos innecesarios.

## Estacas de tierra (pickets)

### Descripción y uso

Las estacas de tierra son barras metálicas (generalmente de aluminio o acero) que se clavan en el suelo a un ángulo determinado para crear un anclaje en terreno sin estructuras ni roca. Son el recurso de campo en ladera con tierra, nieve compacta o arena.

### Instalación correcta

**Paso 1.** Evaluar el suelo: tierra compacta y húmeda es ideal. Arena suelta, tierra muy seca o suelo con muchas raíces reducen significativamente la resistencia. En suelos pobres, usar dos o tres estacas en línea (anclaje en tándem).

**Paso 2.** Orientar la estaca: clavar formando un ángulo de 15–20° hacia el lado contrario a la dirección de la carga (si la carga tira hacia el borde, la estaca se inclina hacia el interior). Este ángulo optimiza la resistencia a la tracción.

**Paso 3.** Cavar con el tacón o mazo hasta que la estaca quede enterrada como mínimo 2/3 de su longitud. La argolla o el orificio de conexión queda a ras del suelo o ligeramente por encima.

**Paso 4.** Conectar la eslinga al punto más bajo posible de la estaca (a ras del suelo) para reducir el brazo de palanca.

**Paso 5.** En anclajes en tándem (dos estacas), unir ambas con una eslinga en Y de forma que si la primera cede, la segunda absorba la carga.

**ATENCIÓN:** Las estacas de tierra en suelo seco o arenoso pueden tener una resistencia muy inferior a lo esperado. En estas condiciones, usar siempre al menos dos estacas en tándem y limitar la carga máxima. Si el suelo es muy blando, buscar anclaje alternativo.

### 3.4 Anclajes en Vehículos y Estructuras Urbanas

Las operaciones de protección civil se desarrollan frecuentemente en entornos urbanos o periurbanos, donde los recursos de anclaje natural son escasos pero están disponibles estructuras construidas: vehículos, postes, barandillas, muros y columnas. Su uso requiere criterio, ya que no todas las estructuras son aptas para cargas de rescate.

#### Vehículos

##### Puntos válidos en un vehículo

- **Enganches de remolque (bola de remolque o anilla):** son los puntos de anclaje más resistentes de un vehículo, diseñados para cargas de tracción. Resistencia típica: 1.500–3.500 kg. Usar preferentemente.
- **Argollas de sujeción de carga (en furgonetas y pickups):** las argollas soldadas al chasis del área de carga. Resistencia variable, pero generalmente adecuada.
- **Chasis del vehículo:** pasar una eslinga alrededor de un larguero del chasis (no de una pieza de carrocería). El chasis de acero soldado es resistente; la carrocería exterior no lo es.

##### Puntos NO válidos en un vehículo

- Parachoques: generalmente de plástico o anclados con puntos débiles. No usar.
- Ejes: pueden girar o ceder lateralmente bajo carga.
- Carrocería exterior, puertas o techos: láminas de chapa sin estructura de soporte.
- Barras antivuelco decorativas no certificadas.

**NOTA:** Si se usa un vehículo como anclaje, asegurarse de que tiene el freno de mano puesto, está en primera marcha (o en 'P' si es automático) y, si es posible, calzar las ruedas con piedras o cuñas. El vehículo es el anclaje; no puede moverse durante la operación.

#### Estructuras urbanas

##### Postes y columnas

- **Postes de alumbrado y señalización:** válidos si están bien cimentados y no presentan corrosión severa en la base. Anclar en la parte más baja del poste con eslinga alrededor.
- **Columnas de hormigón:** excelente punto de anclaje si la columna está íntegra. Verificar que no hay fisuras estructurales ni daño en el armado.

## Barandillas y muros

- **Barandillas metálicas:** solo si están soldadas o atornilladas a una estructura de hormigón o metal resistente, no a paredes de ladrillo. Evaluar el estado de los anclajes de la barandilla antes de cargarla.
- **Muros de hormigón armado:** se puede anclar pasando la cuerda o eslinga a través de una ventana o apertura, rodeando el muro desde el interior. La esquina del muro actúa como punto de fricción; proteger con canto redondeado o protector de cuerda.
- **Muros de ladrillo o bloque sin armar:** NO usar como anclaje. Un muro de ladrillo puede fragmentarse bajo carga lateral sin previo aviso.

**IMPORTANTE:** *En estructuras que han sufrido algún evento que pueda haber comprometido su integridad (incendio, inundación, terremoto, impacto), NO usar como anclaje aunque visualmente parezcan intactas. Las estructuras dañadas por fuego o agua pueden haber perdido hasta el 70 % de su resistencia sin señales externas visibles.*

## 3.5 Construcción de Anclajes Multipunto

Cuando un único punto de anclaje no es suficientemente resistente, o cuando se quiere cumplir el principio de redundancia de la ACEER, se construye un sistema de anclaje multipunto que distribuye la carga entre dos o más puntos y garantiza que si uno falla, el sistema no cede completamente.

### Sistema en Y simple (dos puntos)

#### Descripción

Es el sistema multipunto más común: dos puntos de anclaje independientes conectados mediante una eslinga o tramo de cuerda que forma una Y invertida. El vértice inferior de la Y es el punto de carga, donde se conecta la línea de trabajo.

#### Construcción con eslinga

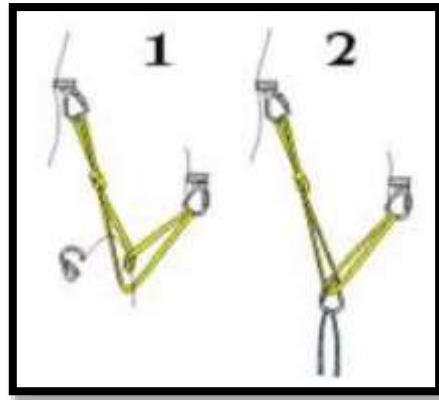
**Paso 1.** Conectar la eslinga a los dos puntos de anclaje (A1 y A2) con un mosquetón bloqueado en cada punto.

**Paso 2.** Calcular el punto medio de la eslinga: tomar el punto central entre los dos anclajes y formar un seno.

**Paso 3.** Torcer el seno una vuelta completa para formar el lazo de carga (este giro es fundamental: impide que si un anclaje falla, el lazo se abra y la carga caiga).

**Paso 4.** En el lazo torcido resultante, conectar el mosquetón de la línea de trabajo.

**Paso 5.** Verificar el ángulo: el ángulo entre los dos ramales de la eslinga debe ser inferior a 60°. Si es mayor, aproximar los dos puntos de anclaje o aumentar la longitud de la eslinga.



**CONSEJO:** El giro del seno en el paso 3 es lo que diferencia un anclaje equidistribuido con redundancia (ACEER) de uno sin ella. Sin el giro, si un anclaje falla, el lazo se abre y la carga cae. Con el giro, el lazo permanece cerrado aunque uno de los ramales quede libre.

### Construcción con cuerda (nudo de ocho en línea)

Cuando no se dispone de eslinga, se puede construir el mismo sistema con un tramo de cuerda:

**Paso 1.** Conectar un extremo de la cuerda al anclaje A1 con un ocho por seno y mosquetón.

**Paso 2.** Calcular la longitud necesaria para llegar al anclaje A2 manteniendo el ángulo correcto.

**Paso 3.** Hacer un ocho en línea en el punto medio (el vértice de la Y). Ese lazo es el punto de carga.

**Paso 4.** Continuar con la cuerda hasta A2 y conectar con otro ocho por seno y mosquetón.

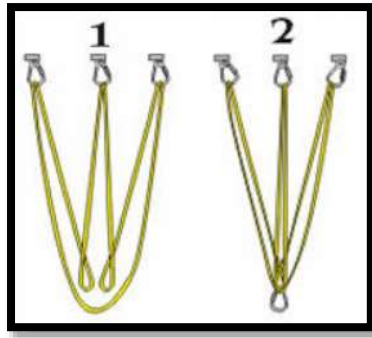
**Paso 5.** Verificar ángulo y redundancia.



## Sistema de tres puntos

Cuando ni uno ni dos puntos son suficientemente seguros individualmente, se construye un sistema de tres puntos. El procedimiento es análogo al de dos puntos, pero con una eslinga más larga o combinando dos eslingas unidas en el punto de carga. Los principios ACEER se aplican igual: ángulos reducidos, independencia de los puntos y resistencia al fallo en cadena.

- Usar este sistema en suelos blandos con estacas, en roca muy erosionada o cuando los únicos anclajes disponibles son de resistencia dudosa.
- Con tres estacas en abanico, cada una orientada ligeramente hacia su respectivo exterior, la resistencia combinada puede ser varias veces la de cada estaca individual.



**ATENCIÓN:** Más puntos de anclaje no significan automáticamente más seguridad si el sistema no está bien construido. Tres puntos mal conectados con ángulos excesivos son peores que dos puntos bien construidos. La calidad de la construcción siempre es prioritaria respecto a la cantidad de puntos.

### 3.6 Anclaje de Seguridad Independiente

Toda operación vertical en la que una persona se cuelga o desciende por una cuerda requiere dos sistemas completamente independientes: la cuerda de trabajo (por la que se desciende o asciende) y la cuerda de seguridad (que no soporta carga en condiciones normales, pero detiene la caída si el sistema de trabajo falla).

Cada una de estas cuerdas debe estar anclada a un punto (o sistema multipunto) completamente independiente del otro. Esto significa:

- Dos anclajes físicamente separados: no se puede usar el mismo árbol, poste o anclaje para las dos cuerdas, aunque se conecten con mosquetones diferentes.
- Dos líneas de cuerda separadas: la cuerda de trabajo y la de seguridad no deben tocarse, cruzarse ni rozarse entre sí en ningún punto de su recorrido.
- Dos sistemas de gestión separados: la cuerda de trabajo lleva el descensor (ID de Petzl); la cuerda de seguridad lleva un prusik o un bloqueador independiente.

#### Excepción: anclaje de desvío

El único caso en que las dos cuerdas pueden compartir un punto es el anclaje de desvío o redireccionamiento: un punto intermedio (generalmente una polea o mosquetón fijo en la pared o en una formación rocosa) que cambia la dirección de la cuerda de trabajo para que llegue verticalmente al operador aunque el anclaje principal no esté directamente encima. Este punto de desvío no soporta la carga del sistema, solo cambia la dirección, por lo que no rompe el principio de independencia.

**IMPORTANTE:** El anclaje de seguridad nunca se improvisa como sustituto del de trabajo. Son dos sistemas complementarios, ambos obligatorios. Operar con una sola cuerda y un solo anclaje no está permitido en operaciones de protección civil, salvo en situaciones de emergencia extrema declaradas explícitamente por el mando operativo.

## Resumen de Anclajes por Tipo

Tipo	Resistencia	Rapidez de montaje	Disponibilidad en campo	Observaciones
Árbol ( $\geq 20$ cm)	Alta	Alta	Alta (entornos naturales)	Anclar bajo. Verificar raíces.
Roca sólida	Muy alta	Media	Media	Proteger de aristas. Verificar solidez.
Anclaje de expansión	Alta (si está certificado)	Alta (si ya instalado)	Baja (requiere perforación)	Nunca usar uno solo. Inspeccionar.
Estaca de tierra	Media–baja (depende del suelo)	Media	Alta (con equipo)	Usar en tándem. Ángulo 15–20°.
Vehículo	Alta (puntos correctos)	Alta	Alta (entornos urbanos)	Freno + calzos. Solo puntos de chasis.
Estructura urbana	Variable	Media	Alta (entornos urbanos)	Evaluar integridad. Nunca ladrillo solo.
Multipunto (Y)	Alta (suma de puntos)	Media	Siempre (combinando anteriores)	Ángulo $< 60^\circ$ . Giro en lazo obligatorio.

## Resumen del Bloque 3

Un buen anclaje no se improvisa: se evalúa, se construye y se verifica. El acrónimo ACEER es la herramienta mental que guía ese proceso en el terreno, asegurando que el punto de partida del sistema sea sólido antes de que ninguna persona se cuelgue de él.

La variedad de anclajes disponibles en el campo —naturales, artificiales, en vehículos y en estructuras— significa que casi siempre hay una solución posible si se sabe dónde buscar y cómo evaluar. La clave está en no dar por válido un anclaje sin haberlo analizado conscientemente y en no aceptar nunca la presión de empezar la operación antes de tener un anclaje que cumpla los criterios de seguridad.

**NOTA:** El Anexo C de esta guía incluye la lista de comprobación pre-operación, que incorpora la verificación de anclajes como paso obligatorio antes del inicio de cualquier maniobra vertical.

## BLOQUE 4: DESCENSO CONTROLADO

El descenso controlado es la maniobra central de las operaciones verticales de protección civil: acceder a una ladera, barranco o zona de difícil acceso de forma segura, con velocidad regulada y la capacidad de detenerse en cualquier punto. Todo lo visto hasta ahora —equipo, nudos y anclajes— converge en este bloque.

La herramienta principal es el descensor ID de Petzl, combinado con una cuerda de trabajo y una cuerda de seguridad independiente. El sistema está diseñado para que el voluntario pueda descender con control total, detener el descenso con ambas manos libres y resolver incidencias sin ayuda exterior, aunque siempre se trabaje en pareja como mínimo.

### 4.1 Preparación del Sistema de Descenso

Una maniobra de descenso segura empieza mucho antes de asomarse al borde. La preparación sistemática del equipo y la verificación del sistema completo son la diferencia entre una operación controlada y un incidente evitable.

#### Equipo personal mínimo para el descenso

- **Casco:** obligatorio en todo momento desde que se accede a la zona de operación. Protege de caída de objetos desde arriba y de golpes con la pared durante el descenso.
- **Arnés de asiento correctamente ajustado:** ajuste verificado por el compañero. Todas las hebillas pasadas y bloqueadas.
- **ID de Petzl (o descensor equivalente):** inspeccionado, con el mosquetón de conexión al punto ventral del arnés.
- **Anilla de prusik de seguridad:** cordino de 6–7 mm cerrado en anilla con pescador doble, longitud ~45 cm. Se instalará como autoaseguramiento en la cuerda de seguridad.
- **Guantes de trabajo:** imprescindibles. La cuerda en movimiento genera calor y puede causar quemaduras en segundos. Los guantes también mejoran el agarre de la palanca del ID.
- **Mosquetones de seguridad (mínimo 2):** uno para el ID, uno para el prusik de seguridad.
- **Radio o sistema de comunicación:** si la operación implica pérdida de contacto visual con el compañero.

#### Verificación del sistema antes de descender

Seguir siempre esta secuencia de verificación, en este orden, sin omitir ningún paso:

**Paso 1. ANCLAJES:** verificar el anclaje de la cuerda de trabajo y el anclaje de la cuerda de seguridad. Ambos cumplen ACEER, son independientes entre sí y están correctamente cargados en la dirección de trabajo.

**Paso 2. CUERDAS:** ambas cuerdas llegan al fondo de la zona a descender (o sobran al menos 1 metro). Los extremos tienen nudo de ocho simple para evitar que pasen por el descensor. Las cuerdas no presentan nudos, retorcimientos ni roces sobre aristas sin protección.

**Paso 3. ARNÉS:** hebillas correctas, anilla ventral accesible y libre de otros elementos que interfieran con el ID.

**Paso 4. ID DE PETZL:** instalado correctamente en la cuerda de trabajo con la cuerda en la posición correcta respecto al rodillo. Mosquetón bloqueado en la anilla ventral del arnés. La flecha del ID apunta hacia arriba (hacia el anclaje).

**Paso 5. PRUSIK DE SEGURIDAD:** instalado en la cuerda de seguridad, por encima del ID, con su mosquetón conectado a la anilla ventral del arnés. El prusik desliza libremente hacia arriba al empujarlo y bloquea al tirar hacia abajo.

**Paso 6. VERIFICACIÓN CRUZADA:** el compañero revisa los puntos 3, 4 y 5 independientemente. Confirma verbalmente antes de autorizar el descenso.

**Paso 7. PRUEBA DE CARGA:** antes de abandonar el borde, cargar el sistema con el peso del cuerpo manteniéndose en contacto con el suelo. Verificar que el ID frena correctamente al soltar la palanca y que el prusik se tensa al recibir carga.

**IMPORTANTE:** *Nunca saltar al vacío para comprobar el sistema. La prueba de carga (paso 7) se hace con los pies todavía en contacto con el suelo o la pared, de forma que si algo falla se puede recuperar la posición sin consecuencias.*

## 4.2 Uso del ID de Petzl: Instalación, Descenso, Función Antipánico y Bloqueo

### Instalación del ID en la cuerda

#### Instalación estándar (desde tierra, antes de colgar)

**Paso 1.** Abrir la placa lateral del ID presionando el botón de apertura y girando la placa hacia fuera.

**Paso 2.** Introducir la cuerda de trabajo por el canal del ID: la cuerda debe pasar por encima del rodillo y por debajo de la leva de bloqueo. La flecha grabada en el cuerpo del ID debe quedar orientada hacia el anclaje (hacia arriba).

**Paso 3.** Cerrar la placa lateral hasta que encaje con un clic audible. Verificar que la placa está completamente cerrada: intentar abrirla sin pulsar el botón. Si se abre, no está bien cerrada.

**Paso 4.** Conectar el mosquetón de seguridad (HMS o automático) a la anilla del ID y a la anilla ventral del arnés. Bloquear el seguro del mosquetón.

**Paso 5.** Verificar la dirección de la cuerda: el ramal que va hacia el anclaje sale por la parte superior del ID; el ramal libre (que cuelga hacia el suelo) sale por la parte inferior.

### Instalación con carga (ya colgado en la cuerda)

Si es necesario instalar el ID estando ya suspendido (por ejemplo, al pasar de ascenso a descenso), el procedimiento es el mismo pero requiere que el voluntario esté asegurado por otro medio (prusik bloqueado en la cuerda) mientras realiza la instalación del ID con ambas manos libres.



**ATENCIÓN:** Nunca instalar ni desinstalar el ID sin estar previamente asegurado por un segundo sistema independiente. El momento en que el ID no está en la cuerda es el momento de mayor riesgo de caída libre.

## Técnica de descenso

### Posición corporal correcta

- **Posición del cuerpo:** ligeramente reclinado hacia atrás respecto a la vertical de la pared, con las piernas separadas a la anchura de los hombros y los pies apoyados en la ladera o pared. Esta posición distribuye el peso entre los pies y el arnés.
- **Pies:** perpendiculares a la superficie de descenso, con la suela plana apoyada. En ladera de tierra o vegetación, los pies buscan puntos de apoyo sólidos (rocas, raíces). No apoyar solo con la punta del pie.
- **Mano de freno:** la mano que sujeta la palanca del ID (generalmente la derecha). Controla la velocidad del descenso. Nunca soltar completamente la palanca durante el descenso, ni siquiera para hacer pausa.
- **Mano libre:** mantiene el prusik de seguridad ligeramente empujado hacia arriba para que no se bloquee durante el descenso normal. Si se suelta la mano libre, el prusik puede bloquearse por sí solo contra el ID.

### Control de velocidad con el ID

La velocidad de descenso se regula exclusivamente con la palanca del ID:

- **Palanca cerrada (sin pulsar):** el ID frena automáticamente. La posición de reposo del ID es bloqueado. Es la posición segura por defecto.
- **Palanca ligeramente abierta:** descenso lento y controlado. Recomendado para terrenos irregulares, zonas con obstáculos o cuando se trabaja con poca visibilidad.

- **Palanca más abierta:** descenso más rápido. Solo en tramos limpios, bien reconocidos y con buen contacto visual del terreno.
- **Palanca completamente abierta:** descenso rápido sin frenado apreciable. Solo para descensos en rappel libre sin contacto con pared. NUNCA en ladera con vegetación u obstáculos.

### La función antipánico

La función antipánico es una de las características de seguridad más importantes del ID. Su funcionamiento es el siguiente: si el operador, en una situación de pánico o tensión, aprieta la palanca con demasiada fuerza en lugar de soltarla, el mecanismo activa el bloqueo automático en lugar de acelerar el descenso.

Esto es opuesto al instinto natural de agarrar fuerte cuando se siente miedo. El ID está diseñado para que ese instinto resulte en una parada segura en lugar de en una caída libre.



Función antipánico – Fuente:Petzl

**CONSEJO:** Practicar deliberadamente la función antipánico durante los ejercicios de formación: descender a velocidad media y, sin avisar, apretar la palanca a fondo. El ID debe bloquearse. Si no lo hace, revisar la instalación de la cuerda: es posible que la cuerda esté instalada en sentido inverso.

### Bloqueo para trabajar con manos libres

Una de las mayores ventajas del ID respecto a descensores simples es la capacidad de bloquearse completamente para que el operador pueda trabajar con ambas manos libres en cualquier punto del descenso:

- Paso 1.** Soltar suavemente la palanca hasta que el ID frene completamente.
- Paso 2.** Verificar que el sistema está bloqueado: soltar ambas manos brevemente. El operador debe quedar suspendido sin moverse.
- Paso 3.** Para desbloquear y continuar el descenso: volver a sujetar la palanca y abrirla progresivamente.

**NOTA:** Con el ID bloqueado y el prusik de seguridad tensado, el operador tiene dos sistemas independientes de retención activos simultáneamente. Puede trabajar con completa seguridad durante el tiempo que sea necesario.

### 4.3 La Cuerda de Seguridad y el Papel del Asegurador

La cuerda de seguridad es la segunda línea de vida: no soporta carga durante el descenso normal, pero detiene al voluntario si el sistema de trabajo falla o si el operador pierde el control. Su correcta instalación y el papel activo del asegurador en tierra son tan importantes como el sistema de trabajo.

#### El prusik de seguridad en la cuerda de seguridad

El voluntario lleva un prusik instalado en la cuerda de seguridad, conectado a su anilla ventral. Durante el descenso:

- El prusik debe quedar siempre por encima del ID (entre el ID y el anclaje de seguridad), nunca por debajo.
- La mano libre empuja el prusik hacia arriba durante el descenso para que avance con el operador y no se bloquee por acumulación de cuerda por debajo.
- Si el operador suelta la mano libre, el prusik puede bloquearse. Si esto ocurre durante el descenso, detiene el movimiento. Para continuar, empujar el prusik hacia arriba con la mano libre y reanudar el descenso.
- Si el sistema de trabajo falla (el ID se suelta, la cuerda de trabajo cede), el prusik se bloquea automáticamente en la cuerda de seguridad y detiene la caída.

#### El asegurador en tierra

El asegurador es el voluntario que permanece en la zona superior de la operación mientras el compañero desciende. Sus funciones son:

##### Durante el descenso

- Mantener la cuerda de seguridad ligeramente tensa (sin tensarla en exceso, lo que dificultaría el descenso) para que el prusik del operador quede siempre activo.
- Controlar visualmente o por radio la posición del operador durante todo el descenso.
- Estar preparado para bloquear la cuerda de seguridad inmediatamente si el operador emite la señal de emergencia o si observa cualquier anomalía.
- No abandonar la posición de aseguramiento hasta que el operador haya llegado al fondo y confirmado verbalmente.

##### Sistema de bloqueo de la cuerda de seguridad por el asegurador

El asegurador puede bloquear la cuerda de seguridad de dos formas:

- **Con el cuerpo (método manual):** pasar la cuerda por un mosquetón HMS en su anilla ventral con un nudo dinámico (Münter hitch). Al bloquear, cerrar el freno con ambas manos. Método de emergencia cuando no hay más equipo. El asegurador debe estar a su vez anclado a un sistema de anclaje distinto al de trabajo

- **Con un dispositivo de aseguramiento (Grigri, ID, Stop):** el dispositivo está instalado en el anclaje superior de seguridad. El asegurador controla la velocidad de salida de cuerda. Es el método recomendado.

**IMPORTANTE:** El asegurador nunca suelta la cuerda de seguridad por ningún motivo mientras el operador está descendiendo. Si el asegurador necesita comunicarse por radio, usar una mano. Si necesita ambas manos, comunicarlo al operador y esperar a que esté en posición bloqueada antes de soltarla.

#### 4.4 Comunicaciones durante el Descenso

La comunicación clara y estandarizada entre el operador y el asegurador es un elemento de seguridad activo, no un complemento. Las señales verbales previenen malentendidos que pueden derivar en accidentes. Todos los miembros del equipo deben conocer y usar las mismas señales en todas las operaciones.

Orden verbal	La emite	Significado y respuesta esperada
<b>LISTO PARA DESCENDER</b>	Operador	El operador ha completado su verificación del sistema y está preparado para descender. Espera confirmación del asegurador.
<b>DESCENSO AUTORIZADO</b>	Asegurador	El asegurador ha verificado el sistema por su parte y autoriza el inicio del descenso.
<b>DESCIENDO</b>	Operador	El operador comienza el descenso. El asegurador activa su sistema de control.
<b>PARADA</b>	Cualquiera	Detención inmediata del descenso. El operador bloquea el ID. El asegurador bloquea la cuerda de seguridad. Se espera a que la situación sea aclarada antes de continuar.
<b>CUERDA</b>	Cualquiera	Aviso de que se va a lanzar o mover una cuerda. Todo el mundo se cubre la cabeza y no se mueve hasta escuchar 'LIBRE'.
<b>LIBRE</b>	Quien lanzó	La zona de caída de la cuerda está despejada. Se puede continuar.
<b>EN TIERRA</b>	Operador	El operador ha llegado al fondo y está en posición segura. El asegurador puede dar por concluido el descenso.
<b>EMERGENCIA</b>	Cualquiera	Situación de peligro inmediato. Todos los movimientos se detienen. El asegurador bloquea ambas cuerdas. Se activa el protocolo de emergencia.

#### Comunicación por radio

Cuando la diferencia de cota impide la comunicación verbal directa (generalmente a partir de 20–25 metros o cuando hay viento), se usa comunicación por radio. Normas básicas:

- Usar siempre el mismo canal preacordado para toda la operación.
- Empezar toda comunicación identificándose: ej. 'Aquí abajo para arriba' / 'Aquí arriba para abajo'.

- Toda orden debe ser confirmada por quien la recibe repitiendo la orden: 'Recibido, PARADA' o 'Entendido, DESCENSO AUTORIZADO'.
- Si se pierde la comunicación por radio durante el descenso, el protocolo por defecto es PARADA: el operador bloquea y espera, el asegurador bloquea y espera.
- Reestablecer la comunicación antes de continuar. Si no es posible, el asegurador da tensión suave y progresiva a la cuerda de seguridad como señal de 'sube' y el operador da dos tirones como confirmación.

**NOTA:** Las señales por tirones en la cuerda son un recurso de último recurso cuando falla la comunicación verbal y por radio. Se acuerdan antes de la operación y se practican. El sistema básico es: 1 tirón = parada, 2 tirones = continua/confirma, 3 tirones = emergencia/sube.

## 4.5 Gestión de Obstáculos en la Ladera

Las operaciones de protección civil raramente se desarrollan en paredes limpias y verticales. La ladera típica presenta vegetación, rocas salientes, zonas de tierra suelta, cambios de pendiente y otros elementos que el operador debe gestionar durante el descenso sin perder el control del sistema.

### Vegetación y ramas

- Antes del descenso, inspeccionar visualmente la línea de descenso desde arriba para identificar zonas de vegetación densa.
- Descender lentamente al aproximarse a una zona de vegetación. Usar la mano libre para apartar ramas sin soltar la palanca del ID.
- Si una rama queda enganchada en la cuerda, detenerse (bloquear el ID), liberar la rama y continuar.
- **Nunca forcejear con la cuerda enredada:** un tirón brusco puede mover rocas sobre la cabeza del operador o enredar más la cuerda.

### Cambios de pendiente y resaltes

Cuando la ladera pasa de vertical a inclinada (o viceversa), el operador puede quedar en una posición donde los pies pierden el contacto con el suelo. Esta situación se llama 'en péndulo' y es la más comprometida en el descenso:

- Al aproximarse a un resalte o cambio de pendiente brusco, reducir la velocidad hasta el mínimo.
- Pasar el resalte con los pies por delante, usando las piernas para bajar sobre el obstáculo con control.
- En zonas sin apoyo de pies (tramos en libre), mantener el cuerpo relajado y en posición vertical. Evitar girar o balancear.
- Si el péndulo es inevitable, orientar el cuerpo para recibir el impacto con los pies o las rodillas, no con la cabeza ni el torso.

## Tierra suelta, grava y material inestable

- En zonas con tierra suelta o gravilla, los pies pueden resbalar sin previo aviso. Descender con movimientos cortos y pisadas suaves.
- Si los pies resbalan durante el descenso, bloquear el ID inmediatamente y recuperar la posición antes de continuar.
- **Riesgo de desprendimiento:** el movimiento del operador puede mover material que caiga sobre el asegurador en la parte superior. Avisar siempre antes de descender por zonas con material suelto visible. El asegurador se protege lateralmente.

## Protección de la cuerda en aristas

Si durante el descenso la cuerda apoya sobre una arista rocosa o un canto de hormigón, existe riesgo de daño por abrasión o corte progresivo. El operador debe:

- Paso 1.** Detenerse y evaluar el punto de contacto desde su posición.
- Paso 2.** Si es posible, desplazarse lateralmente para sacar la cuerda de la arista.
- Paso 3.** Si no es posible moverse, comunicar al asegurador y solicitar que instale un protector de cuerda desde arriba.
- Paso 4.** Nunca continuar el descenso con la cuerda sobre una arista viva sin protección. Una cuerda de 11 mm puede cortarse en minutos sobre hormigón rugoso bajo el peso de una persona.

**ATENCIÓN:** *Los daños por aristas son el principal mecanismo de fallo de cuerdas en operaciones de campo. El tiempo que se invierte en proteger la cuerda siempre es menor que las consecuencias de no hacerlo.*

## 4.6 Resolución de Incidencias en Descenso

La mayoría de las incidencias en descenso son prevenibles con una buena preparación. Sin embargo, el voluntario debe conocer cómo resolver las situaciones más frecuentes de forma autónoma, sin depender de que el asegurador u otro compañero intervenga desde fuera.

### Incidente 1: El prusik se bloquea durante el descenso

Causa más frecuente: la mano libre ha soltado el prusik y este ha subido sobre el ramal de la cuerda de seguridad por debajo del ID.

- Paso 1.** No forzar. Bloquear el ID (soltar la palanca).
- Paso 2.** Con la mano libre, si se puede, empujar el prusik hacia arriba (en dirección al anclaje). Si se está en la vertical, hacer un lazo en la cuerda de trabajo a la altura del pie para poder subir como un escalón y liberar el prusik.

**Paso 3.** Mantener el prusik empujado arriba, reabrir la palanca del ID y continuar el descenso.

**Paso 4.** Durante el resto del descenso, prestar más atención a mantener el prusik a mano sin que escape por encima.

### **Incidencia 2: La cuerda de trabajo se atasca en el descensor**

Causa: la cuerda tiene un nudo o deformación que no pasa por el rodillo del ID, o hay suciedad o hielo en la cuerda.

**Paso 1.** Bloquear el ID. Verificar que el prusik de seguridad está activo.

**Paso 2.** Examinar el punto de atasco. Si es un nudo en la cuerda, será necesario instalar un prusik auxiliar en la cuerda de trabajo para transferir la carga, desmontar el ID, pasar el obstáculo y volver a instalarlo. Este procedimiento se describe en el Bloque 5 (conversión de descenso a ascenso).

**Paso 3.** Si el atasco es por suciedad o hielo, intentar limpiar el rodillo con la mano enguantada mientras el ID está bloqueado.

**ATENCIÓN:** Si el nudo de bloqueo del extremo de la cuerda (el ocho simple del extremo) llega al ID, significa que se ha llegado al final de la cuerda. **DETENER** el descenso inmediatamente, bloquear el ID y avisar al asegurador.

### **Incidencia 3: Pérdida de posición (giro / balanceo)**

En descenso libre (sin contacto con la pared), el operador puede comenzar a girar sobre su eje. Esto es incómodo pero no peligroso si se gestiona correctamente:

**Paso 1.** Bloquear el ID. No intentar frenarlo con los pies o las manos en la cuerda: empeora el giro.

**Paso 2.** Esperar a que el giro se detenga por sí solo (la fricción del sistema lo para en pocos segundos).

**Paso 3.** Una vez estabilizado, buscar la pared o la ladera con los pies y recuperar la posición normal.

**Paso 4.** Si el giro no para, el asegurador puede dar tensión a la cuerda de seguridad para estabilizar al operador.

### **Incidencia 4: El operador queda bloqueado en un punto inaccesible**

Si el operador no puede continuar el descenso (obstáculo insalvable, lesión, agotamiento) ni puede subir por sus propios medios, el protocolo es:

**Paso 1.** Bloquear el ID y verificar que el prusik de seguridad está activo.

**Paso 2.** Comunicar la situación al asegurador por voz o radio: 'EMERGENCIA, bloqueado en posición X'.

**Paso 3.** El asegurador activa el protocolo de emergencia del Bloque 8 y, si es necesario, solicita apoyo de bomberos o GREIM.

**Paso 4.** El operador conserva la calma, mantiene los dos sistemas activos y espera. No intentar maniobras de rescate propias sin formación específica para ello.

**CONSEJO:** La mejor resolución de una emergencia es no llegar a ella. Si durante la preparación del descenso se detecta cualquier elemento del terreno que genere duda (roca suelta, pendiente excesiva, cuerda corta), se detiene la operación y se replantea antes de comenzar.

## Lista de Verificación del Descenso

La siguiente tabla se usa como lista de verificación verbal entre el operador y el asegurador inmediatamente antes de cada descenso:

#	Elemento a verificar	Verifica	Estado
1	Anclaje cuerda de trabajo: ACEER cumplido, independiente	Asegurador	OK / NO OK
2	Anclaje cuerda de seguridad: ACEER cumplido, independiente	Asegurador	OK / NO OK
3	Ambas cuerdas llegan al fondo + 1 m. Extremos con nudo de ocho	Ambos	OK / NO OK
4	Cuerdas sin nudos, sin roces en aristas sin protector	Ambos	OK / NO OK
5	Arnés: hebillas OK, anilla ventral accesible y libre	Asegurador	OK / NO OK
6	ID instalado: dirección correcta, placa cerrada, mosquetón bloqueado	Asegurador	OK / NO OK
7	Prusik de seguridad: por encima del ID, mosquetón bloqueado, desliza/bloquea OK	Asegurador	OK / NO OK
8	Casco puesto. Guantes puestos	Ambos	OK / NO OK
9	Señales verbales acordadas. Radio verificada (si aplica)	Ambos	OK / NO OK
10	Prueba de carga con pies en suelo: ID frena, prusik tensa	Operador	OK / NO OK

## Resumen del Bloque 4

El descenso controlado es una maniobra que combina técnica, verificación sistemática y comunicación activa. El ID de Petzl es un dispositivo muy capaz, pero su seguridad depende de que esté correctamente instalado, de que el prusik de seguridad esté activo y de que el asegurador mantenga su posición durante toda la maniobra.

La regla de oro del descenso es simple: la posición segura por defecto es BLOQUEADO. En caso de duda, se bloquea el ID, se verifica la situación y se toma una decisión consciente antes de continuar. Nunca se improvisa en movimiento.

## BLOQUE 5: ASCENSO AUTÓNOMO

Una vez completado el trabajo en la zona inferior, el voluntario debe ser capaz de regresar a la posición de partida por sus propios medios. Aunque las operaciones se realizan siempre en pareja como mínimo, el sistema de ascenso está diseñado para que cada operador pueda ejecutarlo de forma completamente autónoma, sin depender de tracción o asistencia exterior.

Este bloque describe el sistema de ascenso con dos prusiks, la conversión del sistema de descenso a ascenso con el ID de Petzl, los procedimientos de emergencia para situaciones de auto-rescate, la gestión de la fatiga y los puntos de descanso. Todo el sistema se basa en el equipo ya descrito: el cordino de prusik, el ID de Petzl y los mosquetones de seguridad.

### 5.1 Principios del Ascenso con Prusik

El ascenso con prusik se basa en un principio sencillo: dos nudos de fricción instalados en la cuerda, cada uno conectado a una parte del cuerpo (uno al arnés, uno al pie), que se alternan para transferir el peso y avanzar hacia arriba. Mientras uno bloquea y soporta el peso, el otro se desliza libremente hacia arriba para ganar altura.

El sistema no requiere fuerza bruta: el movimiento correcto es eficiente y rítmico. La pierna hace el trabajo de empujar el peso hacia arriba; el cuerpo simplemente sigue. Un ascenso bien ejecutado con prusik es menos agotador que intentar trepar tirando solo con los brazos.

#### Componentes del sistema de ascenso

- **Prusik de pecho (o arnés / bloqueador de tórax):** anilla de cordino de ~45 cm conectada mediante mosquetón a la anilla ventral del arnés. Este prusik es el punto de soporte del cuerpo: cuando está bloqueado, sostiene el peso del operador. Se llama 'de pecho' porque al estar conectado al arnés queda frente al pecho del operador.
- **Prusik de pie (o estribo):** anilla de cordino de ~75 cm conectada con un mosquetón a la misma cuerda, por encima del prusik de pecho. El pie del operador (generalmente el dominante) se introduce en la anilla para usarla como estribo. Es el motor del ascenso: al estirar la pierna en el estribo, se eleva el cuerpo.
- **Cuerda principal:** la misma cuerda de trabajo del descenso. El ascenso se realiza por la misma cuerda por la que se bajó.

#### Posición de los prusiks en la cuerda

La disposición correcta en la cuerda, de arriba hacia abajo, es siempre:

1. Prusik de pie — el más bajo. Está por debajo del prusik de pecho.
2. Prusik de pecho — por encima del de pie, conectado al arnés.

**IMPORTANTE:** La disposición debe ser siempre esta: pie abajo, pecho arriba. Si se invierten, el sistema no funciona: al intentar avanzar el prusik de pecho, se bloquea contra el de pie. Verificar la posición relativa antes de comenzar el ascenso.

## 5.2 Sistema de Ascenso con Dos Prusiks

### Preparación e instalación del sistema

**Paso 1.** Instalar el prusik de pecho en la cuerda principal, en la posición más alta alcanzable con comodidad (aproximadamente a la altura de los ojos o ligeramente por encima). Conectar el mosquetón a la anilla ventral del arnés o de pecho.

**Paso 2.** Instalar el prusik de pie en la cuerda principal, por debajo del prusik de pecho, aproximadamente a la altura del pecho. Introducir el pie dominante en la anilla del cordino.

**Paso 3.** Verificar que el prusik de pecho queda efectivamente por encima del prusik de pie en la cuerda. Ajustar la posición si es necesario.

**Paso 4.** Transferir el peso al prusik de pecho: dejar que el arnés cargue sobre él. El prusik debe bloquearse y soportar el peso sin deslizar. Esta es la posición de descanso.

**Paso 5.** Verificar que el prusik de pie desliza libremente hacia arriba cuando se empuja con la mano, y bloquea cuando se carga con el pie.



### Ciclo de ascenso: el movimiento completo

El ascenso con dos prusiks sigue un ciclo de cuatro fases que se repite continuamente. Practicar este ciclo hasta que sea automático y fluido:

#### Fase 1 — Posición de partida

El operador está suspendido con el peso sobre el prusik de pecho (bloqueado). El prusik de pie está por debajo, con el pie introducido en la anilla. Las rodillas están ligeramente flexionadas.

#### Fase 2 — Empuje con la pierna (subida del cuerpo)

**Paso 1.** Estirar la pierna del estribo: empujar el pie hacia abajo contra la anilla del prusik de pie. El estribo soporta el peso de la pierna y, al estirar, eleva el cuerpo hacia arriba.

**Paso 2.** Simultáneamente, empujar el prusik de pecho hacia arriba con la mano libre. Al subir el cuerpo, el prusik de pecho queda holgado y puede deslizarse hacia arriba fácilmente.

**Paso 3.** Subir el prusik de pecho hasta la posición más alta posible.

### Fase 3 — Transferencia de peso al pecho

**Paso 1.** Dejar de empujar con la pierna y dejar que el arnés cargue sobre el prusik de pecho (ahora en posición alta). El prusik de pecho bloquea y soporta el cuerpo en la nueva posición, más alta.

**Paso 2.** La pierna queda libre: el prusik de pie ya no soporta peso.

### Fase 4 — Reposición del prusik de pie

**Paso 1.** Con el peso sobre el prusik de pecho, empujar el prusik de pie hacia arriba con la mano. Subirlo hasta la posición más alta posible.

**Paso 2.** Volver a introducir el pie en la anilla del prusik de pie.

**Paso 3.** Volver a la Fase 1. Repetir el ciclo.

**CONSEJO:** La eficiencia del ascenso depende de subir los prusiks lo más alto posible en cada ciclo. Un ciclo con recorrido corto obliga a repetir más veces para ganar la misma altura y agota más. Siempre subir cada prusik hasta el límite de alcance cómodo.

## Gestión del sistema en ladera inclinada

En ladera (no en pared vertical libre), el ascenso con prusik se combina con el apoyo de los pies en el terreno. Esto reduce significativamente el esfuerzo:

- Usar los pies para empujar contra la ladera mientras se avanza el prusik de pecho. En ladera con buen apoyo, la mayoría del trabajo lo hacen las piernas y el prusik actúa principalmente como seguridad.
- El prusik de pie puede usarse como punto de apoyo adicional en zonas sin buen agarre, o simplificarse a un solo prusik de pecho si la ladera ofrece suficiente apoyo para subir caminando con la mano como guía.
- **En ladera con vegetación:** las ramas y raíces ayudan al progreso pero pueden enganchar el cordino. Mantener los prusiks pegados a la cuerda y avanzar con movimientos limpios.

**ATENCIÓN:** En ladera muy tendida (menos de 40° de inclinación), el sistema de prusiks puede ser innecesariamente complicado. En estas condiciones, puede ser más eficiente caminar hacia arriba usando la cuerda de trabajo como línea de vida (agarrándola con la mano) y el prusik de pecho como bloqueador de seguridad que avanza con el operador.

### 5.3 Conversión de Descenso a Ascenso con el ID de Petzl

Una de las maniobras más importantes que el voluntario debe dominar es la conversión: pasar del sistema de descenso (ID de Petzl activo) al sistema de ascenso (dos prusiks), y viceversa, mientras está suspendido en la cuerda. Esta maniobra se realiza cuando se ha llegado al punto de trabajo y se necesita comenzar el ascenso de vuelta, o cuando se debe remontar un obstáculo durante el descenso.

La regla de oro de toda conversión es que en ningún momento el operador queda sin al menos un sistema de retención activo en la cuerda. Siempre hay un mínimo de un punto de bloqueo funcionando.

#### Conversión de descenso a ascenso

##### Situación de partida

El operador está suspendido con el ID de Petzl bloqueado en la cuerda de trabajo. El prusik de seguridad está activo en la cuerda de seguridad. Se va a pasar al sistema de dos prusiks para subir.

**Paso 1.** Bloquear el ID completamente. Verificar que el operador está estático y seguro.

**Paso 2.** Instalar el prusik de pecho en la cuerda de trabajo, por encima del ID, con el mosquetón en la anilla ventral del arnés. Verificar que bloquea correctamente tirando hacia abajo.

**Paso 3.** Instalar el prusik de pie en la cuerda de trabajo, por debajo del prusik de pecho. Introducir el pie en la anilla.

**Paso 4.** Transferir el peso al prusik de pecho: estirar ligeramente la pierna del estribo para elevar el cuerpo unos centímetros. El prusik de pecho absorbe el peso. El ID queda holgado (sin carga).

**Paso 5.** Con el ID sin carga, abrirlo y retirarlo de la cuerda. Guardarlo en el arnés o en el porta-material.

**Paso 6.** El prusik de seguridad en la cuerda de seguridad sigue activo durante todo este proceso. Solo se retira cuando el operador está firmemente establecido en el sistema de ascenso.

**Paso 7.** Iniciar el ciclo de ascenso descrito en el apartado 5.2.

#### Conversión de ascenso a descenso

##### Situación de partida

El operador está suspendido con los dos prusiks activos en la cuerda de trabajo. Se va a pasar al ID de Petzl para descender (por ejemplo, al llegar de nuevo a la parte superior en una operación de ida y vuelta, o si se necesita bajar rápidamente desde un punto intermedio).

**Paso 1.** Llegar a una posición cómoda y estable. El peso está sobre el prusik de pecho.

**Paso 2.** Instalar el ID de Petzl en la cuerda de trabajo, por debajo de los dos prusiks. La flecha del ID apunta hacia arriba (hacia el anclaje). Conectar el mosquetón y bloquearlo.

**Paso 3.** Cargar ligeramente el ID: abrir la palanca muy brevemente hasta que el ID soporte el peso del cuerpo. El prusik de pecho queda holgado.

**Paso 4.** Con el prusik de pecho sin carga, deslizarlo hacia arriba y retirarlo de la cuerda.

**Paso 5.** Retirar también el prusik de pie.

**Paso 6.** Instalar el prusik de seguridad en la cuerda de seguridad si no está ya activo.

**Paso 7.** Verificar el sistema completo de descenso (como en el check-list del Bloque 4) e iniciar el descenso.

**IMPORTANTE:** Durante las conversiones, el momento de mayor riesgo es el paso 4–5 de cada procedimiento: cuando se retira el primer prusik. Asegurarse siempre de que el sistema receptor (ID o prusik de pecho) está activo y cargado ANTES de retirar el prusik anterior. Nunca retirar un sistema antes de que el siguiente esté operativo.

## 5.4 Ascenso en Situación de Emergencia: El Voluntario en Solitario

Aunque las operaciones se realizan siempre en pareja, pueden producirse situaciones en las que el voluntario deba resolver el ascenso completamente solo, sin asistencia desde arriba ni desde abajo: el compañero se ha alejado a buscar apoyo, se ha perdido la comunicación, o la situación en el terreno hace imposible la intervención exterior inmediata.

El sistema de dos prusiks está diseñado precisamente para este escenario. El voluntario que ha completado su formación básica puede subir de forma autónoma por la cuerda sin ningún apoyo exterior, siempre que el sistema esté correctamente montado y la cuerda llegue hasta el anclaje superior.

### Protocolo de auto-rescate básico

#### Antes de iniciar el ascenso autónomo

- Verificar que ambas cuerdas (trabajo y seguridad) llegan hasta el anclaje superior sin obstáculos que impidan el ascenso.
- Verificar que los nudos de los extremos de las cuerdas no han llegado a la posición del operador (si los extremos están al mismo nivel que el operador, las cuerdas son demasiado cortas para el ascenso).
- Evaluar el estado físico propio: si hay lesión en miembros superiores o inferiores que impida el movimiento normal, no intentar el ascenso por prusik. Mantener la posición bloqueada y esperar a que llegue asistencia.

- Comunicar la situación al asegurador por radio antes de comenzar. Si no hay comunicación, asumir que el compañero ya está gestionando la asistencia y proceder con el ascenso autónomo.

## Situaciones especiales en el ascenso autónomo

### Paso de un nudo o unión de cuerdas durante el ascenso

Si las cuerdas han sido unidas (dos cuerdas para alcanzar mayor profundidad), durante el ascenso se llegará al nudo de unión. Pasar el nudo requiere una maniobra específica:

**Paso 1.** Al aproximarse al nudo con el prusik de pecho, detenerse y transferir el peso al prusik de pie.

**Paso 2.** Con el prusik de pecho sin carga, deslizarlo por encima del nudo hacia la sección de cuerda superior.

**Paso 3.** Verificar que el prusik de pecho bloquea correctamente en la sección superior.

**Paso 4.** Transferir el peso al prusik de pecho. El prusik de pie queda libre.

**Paso 5.** Deslizar el prusik de pie por encima del nudo. Volver a introducir el pie en la anilla.

**Paso 6.** Continuar el ascenso normalmente.

**CONSEJO:** El paso del nudo es la maniobra más delicada del ascenso autónomo. Practicarla en formación con la cuerda a baja altura antes de necesitarla en campo. Los nudos de unión más frecuentes en la cuerda de trabajo son el pescador doble y el ocho rematado, ambos de cuerpo voluminoso: dejar espacio suficiente para que el prusik los sobrepase.

### Descenso de emergencia si el ascenso es imposible

Si durante el ascenso autónomo el operador determina que no puede continuar subiendo (agotamiento extremo, lesión sobrevenida, obstáculo insalvable), la alternativa es convertir al sistema de descenso y bajar hasta encontrar un punto de apoyo o esperar asistencia:

**Paso 1.** Detenerse y estabilizar la posición con el prusik de pecho bloqueado.

**Paso 2.** Instalar el ID de Petzl en la cuerda de trabajo, por debajo de la posición actual.

**Paso 3.** Seguir el procedimiento de conversión de ascenso a descenso del apartado 5.3.

**Paso 4.** Descender hasta un punto con apoyo firme o hasta el fondo de la zona.

**Paso 5.** Comunicar la situación y esperar asistencia.

**ATENCIÓN:** No continuar el ascenso por pura fuerza de voluntad si el cuerpo da señales claras de agotamiento (temblor muscular, pérdida de fuerza en las manos, visión borrosa). Un operador agotado comete errores. La posición bloqueada y la espera son opciones válidas y seguras.

## 5.5 Gestión de la Fatiga y Puntos de Descanso

El ascenso con prusik es físicamente más exigente que el descenso. La distancia equivalente de ascenso requiere aproximadamente el triple del esfuerzo energético que el descenso. La gestión correcta de la energía durante el ascenso no es una cuestión de comodidad: es una cuestión de seguridad.

### Señales de fatiga que obligan a pausa

- **Temblor en las manos o los brazos:** señal de agotamiento muscular local. Si las manos tiemblan, el agarre en los prusiks y en la cuerda se vuelve inseguro.
- **Dificultad para subir los prusiks:** si el brazo no puede levantar el prusik de pecho hasta la posición alta, el recorrido de cada ciclo se acorta y el ascenso se vuelve ineficiente.
- **Respiración muy acelerada:** si no se puede mantener una respiración controlada durante el ascenso, el ritmo es demasiado rápido. Reducir la velocidad o hacer pausa.
- **Errores en los movimientos:** olvidarse de subir un prusik, poner mal el pie en el estribo o confundir la secuencia son señales de que la concentración está bajando por fatiga.

### Posición de descanso en la cuerda

El sistema de dos prusiks permite descansar completamente en cualquier punto del ascenso sin ningún esfuerzo activo:

**Paso 1.** Transferir todo el peso al prusik de pecho (bloqueado en la cuerda). El arnés soporta el cuerpo.

**Paso 2.** Sacar el pie del estribo del prusik de pie. Las piernas quedan libres y pueden relajarse por completo.

**Paso 3.** Mantener las manos sobre los prusiks pero sin apretar. El bloqueo de fricción mantiene la posición sin esfuerzo.

**Paso 4.** Respirar lenta y profundamente hasta que la frecuencia cardíaca y la respiración se normalicen.

**Paso 5.** Antes de reanudar, volver a introducir el pie en el estribo y comprobar mentalmente la posición de ambos prusiks.

**CONSEJO:** La posición de descanso en la cuerda es completamente segura durante el tiempo que sea necesario. No hay límite de tiempo para una pausa en la cuerda. El prusik de pecho aguanta el peso indefinidamente sin degradarse, siempre que no esté glazeado por uso excesivo.

## Ritmo y planificación del ascenso

- **Ritmo constante y moderado:** un ritmo lento pero constante es más eficiente y menos agotador que alternar sprints y pausas. Calcular entre 8 y 15 metros de ascenso por minuto como referencia para condiciones normales.
- **Pausas programadas:** en ascensos largos (más de 20 metros), planificar una pausa de recuperación cada 10–15 metros, independientemente del nivel de fatiga. Prevenir es mejor que esperar a necesitar la pausa.
- **Hidratación:** llevar agua accesible durante el ascenso. En operaciones en calor o con carga, la deshidratación acelera la fatiga muscular significativamente.
- **Aprovechamiento del terreno:** en ladera con vegetación, usar ramas y raíces sólidas para apoyar el avance. Cada apoyo que no carga el sistema de prusiks es energía ahorrada.

## Comparativa: Sistema de Descenso vs. Sistema de Ascenso

Aspecto	Descenso (ID de Petzl)	Ascenso (dos prusiks)
<b>Herramienta principal</b>	ID de Petzl	Prusik de pecho + prusik de pie
<b>Control de movimiento</b>	Palanca del ID (continuo)	Ciclo de cuatro fases (alternado)
<b>Posición segura por defecto</b>	Palanca cerrada = bloqueado	Peso en prusik de pecho = bloqueado
<b>Esfuerzo físico</b>	Bajo (la gravedad trabaja)	Alto (contra la gravedad)
<b>Sistema de seguridad</b>	Prusik en cuerda de seguridad	La propia cuerda (prusiks bloquean)
<b>Puntos de descanso</b>	Bloquear el ID en cualquier punto	Peso en prusik de pecho en cualquier punto
<b>Gestión de obstáculos</b>	Parar, evaluar, continuar	Pasar nudo requiere maniobra específica
<b>Conversión posible</b>	Sí, a ascenso con prusik	Sí, a descenso con ID

## Resumen del Bloque 5

El ascenso autónomo con prusik cierra el ciclo de la operación vertical: el voluntario baja de forma controlada con el ID, realiza el trabajo en la zona inferior y sube de vuelta con los prusiks, sin depender de asistencia exterior en ninguna de las dos fases.

La clave del ascenso eficiente está en el ritmo, en subir los prusiks lo más alto posible en cada ciclo y en no esperar al agotamiento para hacer pausa. Un operador que gestiona bien su energía llega arriba con reservas; uno que fuerza

hasta el límite llega en estado comprometido, justo cuando más concentración necesita para desmontar el sistema en la zona de anclaje.

La conversión entre sistemas (descenso a ascenso y viceversa) es la maniobra técnicamente más exigente de este bloque. Requiere práctica específica hasta que la secuencia sea completamente automática y verificada, especialmente el principio de no retirar ningún sistema antes de que el siguiente esté activo.

## BLOQUE 6: TIROLINAS PARA PASO DE MATERIAL

Una tirolina es una línea tensa instalada entre dos puntos a distinto nivel o en la misma cota que permite transportar material de un lado al otro sin necesidad de que una persona lo lleve en mano. En operaciones de protección civil es una herramienta de gran valor cuando hay que cruzar un barranco, pasar material por encima de un obstáculo o aprovisionar una zona de trabajo sin exponer a más voluntarios al terreno vertical.

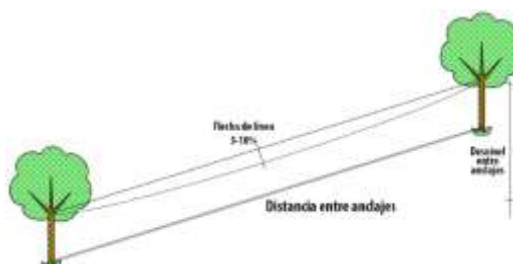
Este bloque describe el diseño, la instalación, el uso y el desmontaje de tirolinas de material. El alcance es exclusivamente el transporte de cargas inanimadas (equipamiento, agua, herramientas, camillas vacías). El transporte de personas en tirolina requiere formación específica avanzada y no está cubierto en esta guía.

### 6.1 Criterios de Instalación y Seguridad

Antes de instalar una tirolina, es necesario evaluar el terreno y definir el sistema con criterio. Una tirolina mal diseñada puede ceder bajo la carga, desviar la carga hacia zonas peligrosas o ser imposible de desmontar de forma segura. Los criterios siguientes son el punto de partida de cualquier instalación.

#### Evaluación del vano y la geometría

- **Distancia entre anclajes (vano):** el vano máximo recomendado para una tirolina de material con cuerda de 10,5–11 mm sin apoyos intermedios es de 30–40 metros. Vanos mayores exigen cuerdas más gruesas o apoyos intermedios y están fuera del alcance de esta guía.
- **Desnivel entre anclajes:** la tirolina funciona mejor con un desnivel mínimo del 10–15 % entre el anclaje alto (lado de envío) y el anclaje bajo (lado de recepción). Esto permite que la carga se desplace por gravedad sin necesidad de tracción activa. Sin desnivel suficiente, la carga se detiene en el centro del vano.
- **Flecha de la línea:** cualquier cuerda tensa entre dos puntos cuelga en una curva (catenaria). La flecha es la distancia entre la línea recta imaginaria entre los dos anclajes y el punto más bajo de la cuerda. Con una tirolina de material, la flecha debe ser entre el 5 % y el 10 % del vano (es decir, en un vano de 20 m, la flecha estará entre 1 y 2 m por debajo de la línea recta). Una tirolina completamente horizontal es físicamente imposible y no debe intentarse: la cuerda horizontal sometida a carga vertical genera fuerzas horizontales enormes sobre los anclajes.
- **Libre paso de la carga:** verificar que en toda la trayectoria de la tirolina (incluyendo la flecha máxima con carga) la carga pasa por encima de obstáculos, vegetación y zonas de riesgo con al menos 0,5 m de margen libre.



## Criterios de seguridad de la instalación

- **Línea de trabajo + línea de seguridad:** en tirolinas de material de uso operativo, se instalan dos líneas: la línea de carga (por la que circula la carga) y una línea de retención (que evita que la carga caiga si falla la principal o si el sistema de polea se suelta). La línea de retención va conectada directamente a la carga y a un punto de anclaje.
- **Anclajes independientes:** la línea de carga y la línea de retención se anclan a puntos independientes en ambos extremos, siguiendo los principios ACEER del Bloque 3.
- **Control de la carga en ambos extremos:** siempre hay un voluntario en cada extremo de la tirolina durante el tránsito de la carga. El extremo de salida guía el inicio del movimiento; el extremo de llegada controla la recepción y el frenado.
- **Zona de exclusión bajo la tirolina:** durante el tránsito de la carga, nadie se sitúa debajo de la trayectoria. Si hay personas en la zona de caída potencial, se comunica antes de iniciar el movimiento.

**IMPORTANTE:** Esta guía cubre exclusivamente tirolinas para paso de MATERIAL. El transporte de personas en tirolina (con o sin arnés) requiere una instalación completamente diferente, con factores de seguridad mucho más elevados, equipamiento certificado específico (poleas con seguro de retención de carga viva) y formación avanzada. Intentar transportar personas con el sistema descrito en este bloque es extremadamente peligroso.

## 6.2 Selección y Preparación de Anclajes Opuestos

Una tirolina tiene dos extremos y cada uno necesita su propio sistema de anclaje. Los dos extremos tienen funciones distintas y, por eso, sus anclajes tienen requisitos ligeramente diferentes.

### Anclaje alto (extremo de envío)

Es el anclaje desde el que se envía la carga. Es el punto que soporta la mayor parte de la tensión de la línea, especialmente en la fase de tensado. Sus requisitos son:

- Resistencia alta: debe soportar la tensión de la línea más la carga dinámica del inicio del movimiento.
- Solidez probada: árbol de diámetro  $\geq 25$  cm, roca maciza, vehículo con enganche de remolque o estructura de hormigón armado.
- **Multipunto recomendado:** en el anclaje alto, dado que soporta mayor carga, se recomienda siempre usar un sistema de dos puntos en Y (ver Bloque 3, apartado 3.5).
- El anclaje de la línea de carga y el de la línea de retención son independientes en el mismo extremo.

## Anclaje bajo (extremo de recepción)

Es el anclaje que recibe la carga al final del tránsito. Soporta menos tensión que el anclaje alto (la flecha de la línea reduce la componente horizontal), pero debe ser suficientemente sólido para:

- Mantener la línea tensa sin ceder durante el tránsito.
- Absorber el impacto de la llegada de la carga al extremo (especialmente si la carga llega con velocidad).
- Permitir el sistema de tensado y destensado (ver apartado 6.3).

### Consideraciones de alineación

El eje de la tirolina (la línea imaginaria entre los dos anclajes) debe estar alineado con la dirección del transporte deseado. Anclajes desalineados lateralmente respecto al eje de trabajo crean fuerzas de torsión sobre los anclajes y hacen que la carga se balancee durante el tránsito.

La dirección de las eslingas de anclaje en ambos extremos debe ser lo más paralela posible a la línea de la tirolina para minimizar los ángulos de carga. Un mosquetón en el que la cuerda de la tirolina forma un ángulo de 90° con la eslinga de anclaje está trabajando en condiciones desfavorables.

**CONSEJO:** Antes de tensar la tirolina, hacer una comprobación visual de la alineación desde un punto intermedio: situarse a la mitad del vano y mirar hacia ambos anclajes. Si la cuerda forma una línea recta, la alineación es correcta. Si la cuerda describe una curva lateral, los anclajes están desalineados y deben corregirse.

## 6.3 Tensado de la Línea: Métodos y Grado de Tensión Correcto

El tensado de la línea es la fase más crítica de la instalación de la tirolina. Una línea demasiado floja hace que la carga se detenga en el centro del vano; una línea demasiado tensa genera fuerzas horizontales enormes sobre los anclajes que pueden superar su resistencia.

### El grado de tensión correcto

El grado de tensión se evalúa visualmente. La referencia práctica en campo es la flecha residual con carga:

- **Tensión correcta:** con la carga en el centro del vano, la flecha visible (el descenso del punto más bajo respecto a la línea imaginaria entre los dos anclajes) es de entre el 5 % y el 10 % del vano. En un vano de 20 m esto equivale a 1–2 m de flecha con carga.
- **Tensión insuficiente:** la flecha supera el 15 % del vano. La carga se detiene en el punto más bajo y no puede continuar por gravedad. Necesita tracción activa para llegar al extremo de recepción.
- **Tensión excesiva:** la flecha es inferior al 3 % del vano (línea casi horizontal). Las fuerzas sobre los anclajes se multiplican de forma exponencial. PELIGROSO.

**ATENCIÓN:** La relación entre tensión y fuerzas sobre los anclajes no es lineal. Una cuerda con una flecha del 5 % genera el doble de fuerza horizontal sobre los anclajes que una con flecha del 10 %. Tensar en exceso buscando una línea más recta es uno de los errores más peligrosos en la instalación de tirolinas.

## Método 1: Tensado con nudos progresivos

Es el método más sencillo, válido para vanos cortos (hasta 15 m) con cargas ligeras (hasta 20 kg). No requiere equipamiento adicional.

**Paso 1.** Lanzar la cuerda entre los dos anclajes. Conectar el extremo del anclaje alto con un ocho por seno y mosquetón.

**Paso 2.** En el anclaje bajo, pasar la cuerda por el punto de anclaje (por un mosquetón conectado al anclaje).

**Paso 3.** Tirar manualmente de la cuerda desde el anclaje bajo para tensar. Mientras se mantiene la tensión con una mano, hacer un ocho por seno o un nudo mariposa en la cuerda con la otra mano y conectarlo al anclaje.

**Paso 4.** Evaluar visualmente la flecha. Si es excesiva, repetir el proceso tirando más.

**Paso 5.** Una vez con la tensión correcta, asegurar el anclaje bajo con un nudo de bloqueo adicional (as de guía o segunda vuelta). La cuerda sobrante se deja colgando o se enrolla ordenadamente.



## Método 2: Tensado con polipasto 3:1 (sistema Z)

Para vanos largos o cargas pesadas donde la tensión manual no es suficiente, se usa un polipasto ligero para tensar la línea. Este método es más complejo pero permite un control preciso de la tensión y el desmontaje es más sencillo. La construcción del polipasto se describe en detalle en el Bloque 7; aquí se explica su aplicación al tensado de tirolinas.

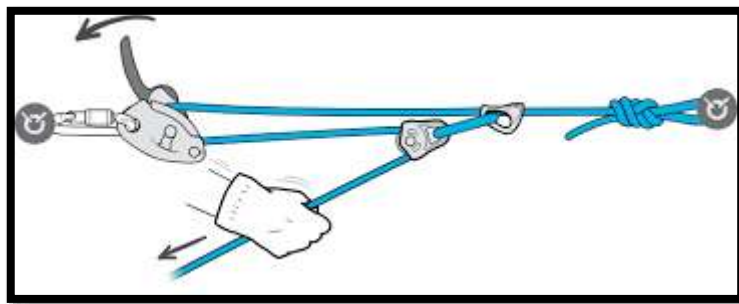
**Paso 1.** Anclar el extremo de la cuerda al anclaje alto con un ocho por seno.

**Paso 2.** En el anclaje bajo, instalar el polipasto 3:1: un prusik o bloqueador en la cuerda actúa como punto de tracción; una polea simple en el anclaje bajo y una polea con bloqueador en el prusik forman el sistema Z. La cuerda libre del polipasto se jala hacia el anclaje bajo.

**Paso 3.** Jalar la cuerda libre del polipasto. Con un sistema 3:1, cada kilo de fuerza manual genera 3 kg de tensión en la línea de la tirolina (menos las pérdidas por fricción, que son del 10–15 % por polea).

**Paso 4.** Al alcanzar la tensión correcta (flecha entre 5–10 % del vano), bloquear el sistema con un prusik adicional o con el bloqueador del polipasto.

**Paso 5.** Conectar la cuerda principal al anclaje bajo con un ocho por seno y mosquetón. Desmontar el polipasto de tensado.



Fuente: Petzl

**CONSEJO:** Durante el tensado con polipasto, pedir a un voluntario que observe la flecha desde un punto lateral mientras el otro jala. Es muy fácil sobretensar sin darse cuenta cuando se usa ventaja mecánica. El observador da la señal de parada cuando la flecha llega al valor correcto.

## 6.4 Sistema de Polea Corredora y Conexión de Cargas

La carga no se conecta directamente a la cuerda de la tirolina: se desplaza sobre ella mediante un sistema de polea corredora (trolley) que rueda a lo largo de la línea con mínima fricción.

### Componentes del sistema corredero

- **Polea de roldana:** una polea con rodamiento que se monta sobre la línea de la tirolina y puede deslizarse a lo largo de ella. Debe ser compatible con el diámetro de la cuerda de la tirolina. Una polea con planchas laterales abiertas (side plates abiertas) permite instalarla sin necesitar los extremos de la cuerda.
- **Mosquetón de carga:** conecta la polea a la carga. Usar mosquetón de seguridad bloqueado (automático o rosca).
- **Eslinga de carga:** une la polea a la carga. La longitud de la eslinga determina la distancia de la carga bajo la línea: lo suficientemente larga para que la carga no golpee la línea durante el tránsito, pero no tan larga que aumente innecesariamente el riesgo de balanceo.
- **Cuerda de control (guía o viento):** una cuerda ligera (8–9 mm o cordino de 5–6 mm) atada a la carga que permite controlar su velocidad desde el extremo de salida y guiarla al llegar al extremo de recepción. Imprescindible para cargas con superficie expuesta al viento o en tirolinas largas.
- **Línea de retención:** cuerda adicional conectada directamente a la carga (no a la polea) que impide que la carga caiga al suelo si la polea se suelta.

de la línea principal o si hay fallo en el sistema corredero. Se mantiene ligeramente floja durante el tránsito normal pero limita la caída máxima a 20–30 cm si hay fallo.

## Instalación de la polea en la línea

**Paso 1.** Con la línea principal ya tensada y verificada, abrir la placa lateral de la polea trolley.

**Paso 2.** Montar la polea sobre la línea de la tirolina. Cerrar la placa lateral. Verificar que la polea rueda libremente a lo largo de la línea.

**Paso 3.** Conectar la eslinga de carga al mosquetón de la polea.

**Paso 4.** Conectar la carga a la eslinga con el mosquetón de carga. Bloquearlo.

**Paso 5.** Atar la cuerda de control a la carga en el punto de equilibrio (para que la carga no rote ni gire durante el tránsito). La cuerda de control la sostiene el voluntario del extremo de salida.

**Paso 6.** Conectar la línea de retención a la carga y al sistema de anclaje del extremo de salida. Verificar que tiene la holgura correcta: floja en posición de partida, activa si la polea falla.



## Empaquetado y conexión de la carga

La forma en que se empaqueta y conecta la carga determina en gran medida la seguridad y la facilidad del tránsito:

- **Centro de gravedad bajo:** conectar la carga por su parte superior para que el centro de gravedad quede bajo el punto de sujeción. Esto estabiliza la carga durante el tránsito y evita que vuelque.
- **Carga embalada o contenida:** nunca enviar materiales sueltos. Embalar en sacos, bolsas o contenedores cerrados. Un objeto que se suelta a 10 m de altura puede causar lesiones graves en tierra.
- **Peso máximo por envío:** para tirolinas de material con cuerda de 10,5 mm y vanos de hasta 30 m, el peso máximo recomendado por envío es de 30–40 kg. Para cargas mayores, revisar la resistencia de todos los componentes del sistema.
- **Cargas asimétricas:** herramientas, escaleras o materiales largos que sobresalgan significativamente del punto de conexión pueden crear momentos de torsión que desestabilicen la polea. En estos casos, conectar la carga por dos puntos separados a una barra o travesaño horizontal.

## 6.5 Dirección y Control de la Carga en Tránsito

Una vez instalada la tirolina y conectada la carga, el tránsito requiere coordinación activa entre los dos voluntarios en los extremos. La comunicación, el control de velocidad y la gestión de la llegada son los tres elementos clave.

### Protocolo de comunicación en tirolina

Señal verbal	La emite	Acción resultante
<b>ZONA LIBRE</b>	Recepción	El extremo de recepción confirma que la zona de llegada está despejada y lista para recibir la carga.
<b>ENVIANDO</b>	Envío	Se inicia el movimiento de la carga. El voluntario de recepción se prepara para frenar y recibir.
<b>FRENA</b>	Cualquiera	Reducir la velocidad de la carga. El voluntario de envío frena la cuerda de control. El de recepción tira suavemente de su cuerda.
<b>PARA</b>	Cualquiera	Detener la carga inmediatamente. El voluntario de envío bloquea la cuerda de control. Se evalúa la situación antes de continuar.
<b>RECIBIDO</b>	Recepción	La carga ha llegado y está asegurada en el extremo de recepción. La tirolina queda libre para el siguiente envío o para el desmontaje.
<b>RETORNO LIBRE</b>	Envío	Se autoriza el retorno de la polea vacía al extremo de envío para el siguiente ciclo.

### Control de velocidad durante el tránsito

En una tirolina con desnivel suficiente, la carga se desplaza por gravedad. La velocidad depende del desnivel, la flecha de la línea y el peso de la carga. Para controlar la velocidad:

- **Cuerda de control desde envío:** el voluntario del extremo de salida retiene la cuerda de control, frenando la carga. La suelta progresivamente para controlar la velocidad de salida. Nunca sueltar la cuerda de control de golpe: la carga puede alcanzar velocidades peligrosas en pocas décimas de segundo.
- **Cuerda de freno desde recepción:** el voluntario de recepción tiene una segunda cuerda ligera conectada a la carga que tira progresivamente cuando la carga se aproxima, frenándola antes de la llegada.
- **Tope de llegada:** instalar un tope en la línea principal a 50–80 cm del anclaje de recepción (un nudo mariposa conectado con un mosquetón a un punto fijo actúa como tope) para que la polea no golpee el anclaje al llegar. La carga se frena progresivamente antes de llegar al tope.

**ATENCIÓN:** Una carga que llega al tope sin frenado previo genera un impacto que puede dañar la polea, el anclaje y la carga misma. El frenado desde los dos extremos es siempre activo, nunca pasivo. No se asume que el tope es el único sistema de freno.

## Retorno de la polea vacía

Una vez que la carga ha llegado a destino, es necesario retornar la polea al extremo de salida para el siguiente ciclo. En tirolinas con desnivel, la polea vacía no sube por sí sola: se la recupera mediante la cuerda de control que queda conectada a la polea desde el extremo de envío.

- El voluntario de envío tira de la cuerda de control (que sigue unida a la polea o al mosquetón de la polea) para recuperar el sistema corredero.
- En tirolinas largas, añadir una segunda cuerda de retorno atada a la polea antes de enviar la primera carga. Así el retorno es más fácil.
- Si la tirolina tiene muy poco desnivel (casi horizontal), instalar una cuerda de ida y otra de vuelta desde el principio, para no depender del retorno por gravedad.

## 6.6 Desmontaje Seguro de la Tirolina

El desmontaje es la fase que más frecuentemente se apresuran los equipos una vez completado el trabajo. Sin embargo, una tirolina tensa almacena una cantidad significativa de energía elástica: si se corta o suelta de forma no controlada, la cuerda puede golpear violentamente a cualquier persona en su radio de acción.

### Procedimiento de desmontaje

**Paso 1.** Verificar que la zona bajo la tirolina está despejada de personal. Comunicar 'DESMONTAJE' a ambos extremos.

**Paso 2.** Retirar la polea corredora y todos los accesorios conectados a la línea principal. La línea debe quedar completamente libre de cargas y elementos colgantes.

**Paso 3.** Destensado controlado: en el anclaje bajo, aflojar progresivamente el nudo o el sistema de tensado. No soltar de golpe. Si se usó polipasto para tensar, usar el mismo polipasto para destensar de forma controlada, aplicando la carga en sentido inverso.

**Paso 4.** Una vez la línea está floja (sin tensión apreciable), desconectar el extremo del anclaje bajo.

**Paso 5.** Desde el anclaje alto, recoger la cuerda tirando desde ese extremo. La cuerda caerá en bucles por gravedad hacia el anclaje bajo: verificar que nadie está en la zona de caída.

**Paso 6.** Desconectar el anclaje alto. Bobinar y revisar la cuerda antes de guardarla.

**Paso 7.** Desmontar los anclajes (retirar eslingas, mosquetones y protectores). Inspeccionar cada elemento antes de guardarlo.

**IMPORTANTE:** Nunca cortar una cuerda bajo tensión para desmontar más rápido. La energía liberada de golpe puede proyectar la cuerda con fuerza suficiente para causar lesiones graves. Si por alguna razón la cuerda no puede destensarse con los métodos normales, evacuar el área y solicitar asistencia técnica.

## Lista de Verificación de Tirolina

Usar como referencia antes de cada instalación y antes de cada envío de carga:

#	Fase	Elemento a verificar	Responsable	Estado
1	Inst.	Vano evaluado. Desnivel $\geq 10$ %. Trayectoria libre de obstáculos.	Jefe equipo	OK/NOK
2	Inst.	Anclaje alto: multipunto, ACEER, resistencia probada.	Jefe equipo	OK/NOK
3	Inst.	Anclaje bajo: ACEER, alineado con eje de tirolina.	Jefe equipo	OK/NOK
4	Inst.	Línea de carga y línea de retención instaladas en anclajes independientes.	Ambos	OK/NOK
5	Inst.	Tensión correcta: flecha 5–10 % del vano con carga de prueba.	Ambos	OK/NOK
6	Inst.	Tope de llegada instalado en anclaje de recepción.	Recepción	OK/NOK
7	Envío	Carga embalada, peso verificado ( $\leq 30$ -40 kg), centro de gravedad bajo.	Envío	OK/NOK
8	Envío	Polea corredora correctamente montada en línea. Mosquetón de carga bloqueado.	Envío	OK/NOK
9	Envío	Cuerda de control en mano. Cuerda de freno en mano de recepción.	Ambos	OK/NOK
10	Envío	Zona bajo tirolina despejada. Señal 'ZONA LIBRE' recibida de recepción.	Recepción	OK/NOK

## Resumen del Bloque 6

La tirolina de material es una herramienta de gran eficiencia operativa cuando el terreno impide el transporte directo. Su instalación correcta requiere atención a tres variables críticas: la geometría del vano (desnivel y trayectoria libre), la tensión de la línea (flecha entre el 5 % y el 10 % del vano, nunca horizontal) y el control activo de la carga durante el tránsito desde ambos extremos.

Un sistema bien instalado puede trabajar durante horas con múltiples envíos sin necesidad de reajuste. Un sistema mal tensado o con anclajes deficientes puede fallar en el primer envío. La inversión de tiempo en la instalación y verificación siempre está justificada.

**NOTA:** El Bloque 7 describe los polipastos, que pueden combinarse con la tirolina: un polipasto instalado en el extremo bajo puede usarse para subir cargas adicionales o para retornar la polea cuando no hay suficiente desnivel para el retorno por gravedad.

## BLOQUE 7: POLIPASTOS

Un polipasto es un sistema de cuerdas y poleas que permite mover una carga pesada aplicando una fuerza mucho menor que el peso de la carga. Es el principio de la ventaja mecánica: multiplicar la fuerza a cambio de recorrer más distancia con la cuerda. En operaciones de protección civil, el polipasto es la herramienta que permite a un voluntario izar equipamiento o material de rescate por una ladera sin necesidad de maquinaria.

Este bloque describe los principios físicos que gobiernan los polipastos, la construcción e instalación de los sistemas 3:1 y 6:1, el uso del ID de Petzl como elemento antiretroceso, y las aplicaciones prácticas más frecuentes en el campo. Todo el sistema se construye con el mismo material ya descrito en la guía: cuerdas, prusiks, poleas y mosquetones.

### 7.1 Principios Mecánicos: Ventaja Mecánica y Rozamiento

#### Ventaja mecánica (VM)

La ventaja mecánica es la relación entre la fuerza que ejerce el sistema sobre la carga y la fuerza que aplica el operador. Un sistema con VM 3:1 significa que por cada kilogramo de fuerza que aplica el operador, el sistema ejerce 3 kg sobre la carga.

En la práctica, esto se traduce directamente en cuántas personas son necesarias para mover una carga. Con un polipasto 3:1, una persona puede izar una carga que normalmente requeriría tres. Con un 6:1, una persona puede manejar lo que normalmente necesitaría seis.

Sistema	Ventaja mecánica teórica	VM real (con rozamiento)	Aplicación típica
1:1	1 kg mueve 1 kg	—	Redireccionamiento simple de cuerda.
2:1	1 kg mueve 2 kg	~1,7:1	Cargas ligeras. Fácil de construir.
3:1 (Z-rig)	1 kg mueve 3 kg	~2,5:1	Cargas medianas. Sistema de referencia en rescate.
6:1	1 kg mueve 6 kg	~4,0:1	Cargas pesadas. Camillas, equipo voluminoso.
9:1	1 kg mueve 9 kg	~5,5:1	Fuera del alcance de esta guía. Requiere formación avanzada.

#### El rozamiento: la ventaja mecánica real

La ventaja mecánica teórica se calcula asumiendo que no hay rozamiento en el sistema. En la realidad, cada polea, cada mosquetón y cada cambio de dirección de la cuerda introducen pérdidas por rozamiento. Estas pérdidas pueden representar entre el 10 % y el 30 % por elemento, dependiendo del tipo de polea y de la suciedad de la cuerda.

- **Poleas con rodamiento de bolas:** pérdida de aproximadamente el 5–10 % por polea. Son las más eficientes.
- **Poleas de bronce sin rodamiento:** pérdida de aproximadamente el 10–15 % por polea. Son más robustas y toleran mejor el barro.
- **Mosquetón sin polea (redirección simple):** pérdida de aproximadamente el 30–40 %. Debe evitarse en sistemas donde la eficiencia es importante. Solo aceptable para redireccionamientos auxiliares.

**CONSEJO:** Para calcular la ventaja mecánica real de un sistema, multiplicar la VM teórica por 0,7 por cada polea de bronce o 0,85 por cada polea con rodamiento. Un 3:1 con dos poleas de bronce rinde aproximadamente  $3 \times 0,7 \times 0,7 = 1,47:1$  real. Por eso siempre es mejor usar más poleas de calidad que multiplicar la VM teórica con poleas baratas.

## La regla de los ramales

La forma más sencilla de calcular la ventaja mecánica teórica de un polipasto en campo es contar el número de ramales de cuerda que salen del bloque móvil (la polea que se mueve junto a la carga):

- Si salen 2 ramales del bloque móvil: VM = 2:1
- Si salen 3 ramales del bloque móvil: VM = 3:1
- Si salen 6 ramales del bloque móvil: VM = 6:1

Esta regla funciona siempre, independientemente de la disposición de las poleas. Es la herramienta de verificación rápida en campo: cuando se duda de si el sistema está bien construido, contar los ramales.

## 7.2 Polipasto 3:1 (Z-rig): Construcción y Uso

El polipasto 3:1, conocido como Z-rig por la forma en Z que describe la cuerda en el sistema, es el sistema de ventaja mecánica estándar en rescate. Es el equilibrio óptimo entre ventaja mecánica, simplicidad de construcción y cantidad de equipo necesario. Con dos poleas y un prusik como bloqueador, se construye completamente con el material estándar del voluntario.

### Componentes del Z-rig

**[A] Anclaje fijo:** El punto de anclaje superior al que está conectada la cuerda de carga. Sigue todos los criterios ACEER del Bloque 3. Puede ser el mismo anclaje usado para el descenso o uno específico para el polipasto.

**[B] Polea fija:** Una polea conectada directamente al anclaje fijo mediante mosquetón. No se mueve durante el izado. Su función es cambiar la dirección de la cuerda de recogida (jalado): permite que el operador jale hacia abajo o lateralmente en lugar de directamente hacia arriba.

**[C] Prusik o bloqueador en la cuerda de carga:** Un prusik (o un bloqueador mecánico tipo Tibloc o Micro Traxion) instalado en la cuerda de carga, entre el anclaje y la carga. Este elemento es el anti-retroceso: bloquea automáticamente cuando se para de jalar, evitando que la carga baje mientras se reposiciona la mano o la polea móvil. Es el elemento de seguridad más importante del sistema.

**[D] Polea móvil:** Una polea conectada al prusik de tracción (ver componente E). Se mueve hacia arriba junto con la cuerda de recogida (jalado). Es el corazón del sistema: los dos ramales que salen de esta polea son los que generan la VM 3:1.

**[E] Prusik de tracción:** Un segundo prusik instalado en la cuerda de carga, por encima del prusik de bloqueo (C). A este prusik se conecta la polea móvil (D). Al jalar la cuerda libre que sale de la polea móvil, este prusik sube por la cuerda de carga, arrastrando la polea móvil y multiplicando la fuerza.

**[F] Cuerda libre de tirado (jalado):** El ramal de cuerda que sale de la polea fija (B) y que de la que el operador tira. Esta es la cuerda donde se aplica la fuerza manual. Con VM 3:1, por cada metro de cuerda que se jala en F, la carga sube aproximadamente 33 cm.

## Construcción del Z-rig paso a paso

**Paso 1.** Instalar el anclaje fijo [A] y conectar la polea fija [B] a él mediante mosquetón bloqueado. La polea debe quedar con la roldana libre y orientada hacia la dirección de la cuerda.

**Paso 2.** Conectar la cuerda de carga al punto de carga (el elemento a izar) con un ocho por seno y mosquetón, o directamente mediante un nudo apropiado. El extremo de la cuerda queda en la zona inferior con la carga.

**Paso 3.** Instalar el prusik anti-retroceso [C] en la cuerda de carga, entre el anclaje y la carga, lo más cerca del anclaje que sea posible. Conectar el mosquetón del prusik a la polea fija [B] o directamente al anclaje [A]. Verificar que bloquea al tirar hacia abajo y desliza hacia arriba al empujar.

**Paso 4.** Instalar el prusik de tracción [E] en la cuerda de carga, por encima del prusik anti-retroceso [C] (es decir, entre C y la carga, más abajo en la cuerda). Conectar la polea móvil [D] al mosquetón del prusik de tracción.

**Paso 5.** Pasar la cuerda libre por la polea móvil [D]: tomar el ramal de cuerda que cuelga libre desde el lado de la carga, pasarlo por el rodillo de la polea móvil y llevarlo hacia arriba hasta pasar por la polea fija [B].

**Paso 6.** El ramal que sale de la polea fija [B] hacia abajo es la cuerda libre de tirado (jalado) [F]. Al jalar este ramal hacia abajo, la polea móvil [D] sube, el prusik de tracción [E] sube con ella, y la carga sube.

**Paso 7.** Verificar el sistema completo antes de aplicar carga: contar los ramales que salen de la polea móvil [D]. Deben ser 3 (dos ramales de la polea más el de tirado (jalado)). Si son 2, el sistema es un 2:1, no un 3:1.

## Operación del Z-rig: el ciclo de tirado (jalado)

La operación del polipasto se realiza en ciclos repetidos. Cada ciclo sube la carga una distancia equivalente a un tercio del recorrido de la cuerda libre jalada:

### Fase de recogida (jalado)

**Paso 1.** El operador tira (jala) la cuerda libre [F] hacia abajo con ambas manos. El prusik de tracción [E] sube por la cuerda de carga, arrastrando la polea móvil y la carga.

**Paso 2.** Continuar tirando (jalando) hasta que la polea móvil [D] llegue a su posición más alta (casi tocando la polea fija [B]).

### Fase de reset (reposición)

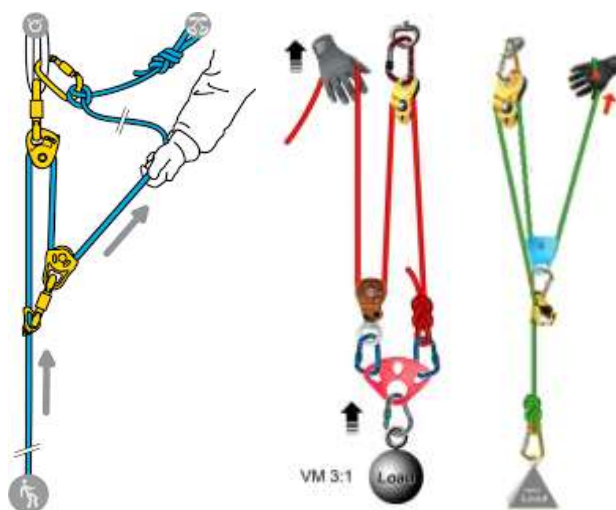
**Paso 1.** Soltar la cuerda libre [F]. El prusik anti-retroceso [C] bloquea automáticamente la cuerda de carga: la carga queda retenida en la posición ganada sin ningún esfuerzo.

**Paso 2.** Empujar el prusik de tracción [E] hacia abajo por la cuerda (desliza libremente sin carga). La polea móvil [D] baja con él.

**Paso 3.** Cuando el prusik de tracción está en la posición más baja posible, reanudar el tirado (jalado). La carga sigue subiendo desde donde se quedó.

**ATENCIÓN:** Durante la fase de reset, es el prusik anti-retroceso [C] el que retiene la carga. Si este prusik está mal instalado, demasiado glazeado o es demasiado grueso para la cuerda, la carga bajará durante el reset. Siempre verificar el funcionamiento de [C] antes de comenzar el izado.

**CONSEJO:** La eficiencia del ciclo aumenta cuando el prusik de tracción [E] empieza cada ciclo en la posición más baja posible. Para maximizar el recorrido por ciclo, usar una cuerda de carga suficientemente larga y colocar la carga inicialmente en la posición más baja que permita el sistema.



Distintas versiones de polipasto 1:3

## 7.3 Polipasto 6:1: Cuándo y Cómo

El polipasto 6:1 duplica la ventaja mecánica del 3:1, lo que significa que el operador necesita aplicar la mitad de fuerza para mover la misma carga. Sin embargo, por el mismo principio, necesita jalar el doble de cuerda para mover la carga la misma distancia. Esto lo hace más lento pero más accesible para cargas que superan la capacidad de un 3:1 con el personal disponible.

### Cuándo usar el 6:1

- **Carga superior a 80 kg:** el 3:1 real (con pérdidas de rozamiento) puede requerir 35–40 kg de fuerza por operador para izar 80 kg. El 6:1 reduce esto a 18–20 kg, dentro del rango cómodo de una sola persona.
- **Un solo operador disponible:** cuando solo hay un voluntario para jalar, el 6:1 permite trabajar con cargas que con el 3:1 requerirían dos personas.
- **Cargas con mucho rozamiento:** cuando la carga arrastra por terreno (ladera de tierra, vegetación densa, nieve), la resistencia efectiva es mayor que el peso real. El 6:1 compensa esa resistencia adicional.
- **Izado de camillas cargadas:** una camilla con víctima y acompañante puede superar los 120–150 kg. El 6:1 hace manejable este peso para dos voluntarios.

### Construcción del 6:1

El sistema 6:1 más sencillo en campo se construye como un 3:1 al que se añade un segundo 2:1 en el punto de tirado (jalado). Es decir, es un polipasto compuesto: un 3:1 dentro de un 2:1.

Hay dos métodos equivalentes para construirlo:

#### Método 1: 3:1 + extensión 2:1

**Paso 1.** Construir el Z-rig 3:1 completo tal como se describe en el apartado 7.2.

**Paso 2.** En la cuerda libre de tirado (jalado) [F] del 3:1, instalar un segundo prusik de tracción con una polea adicional conectada a él.

**Paso 3.** Pasar la cuerda libre del 3:1 por esa segunda polea y anclar su extremo al anclaje fijo principal.

**Paso 4.** Ahora, jalando el nuevo ramal libre que sale de la segunda polea, se opera el 2:1 que acciona el 3:1. El resultado es  $3 \times 2 = 6:1$ .

**Paso 5.** Verificar la VM: contar los ramales totales que sostienen la carga. Deben ser 6.

#### Método 2: 6:1 directo

**Paso 1.** Instalar el anclaje fijo [A] con dos puntos independientes: uno para la polea fija del bloque superior y otro para el bloqueador anti-retroceso.



Variante 6:1

**Paso 2.** En el bloque superior (fijo al anclaje): instalar tres poleas en cascada — polea 1 fija en el anclaje, polea 2 fija en el anclaje, polea 3 móvil (unida al prusik de tracción que va a la carga).

**Paso 3.** Pasar la cuerda en zigzag entre las tres poleas de forma que 6 ramales sostengan la carga.

**Paso 4.** Este método es más compacto pero requiere más poleas y es más difícil de verificar visualmente en campo. El Método 1 es preferible para equipos con menos experiencia.

**NOTA:** El ciclo de operación del 6:1 es idéntico al del 3:1: tirado (jalado) y reset. La única diferencia es que el recorrido de la cuerda libre jalada es el doble para conseguir el mismo desplazamiento de carga. En la práctica esto significa más ciclos de reset para ganar la misma altura.

**IMPORTANTE:** Con un polipasto 6:1, el operador puede aplicar fuerzas muy elevadas sobre la carga y los anclajes sin notarlo físicamente porque el esfuerzo parece pequeño. Verificar que los anclajes y los componentes del sistema (poleas, mosquetones, cuerda) tienen resistencia suficiente para la carga total más los factores de seguridad ANTES de aplicar fuerza. Una fuerza pequeña multiplicada por 6 puede superar la resistencia de un anclaje deficiente.

## 7.4 Uso del ID de Petzl como Bloqueador en el Polipasto

El prusik es el anti-retroceso estándar en los polipastos de campo. Sin embargo, el ID de Petzl puede usarse como alternativa al prusik anti-retroceso cuando se necesita mayor comodidad de operación, mayor velocidad de reset o cuando el cordino disponible no funciona bien como prusik (cuerda mojada, muy gruesa o muy fina).

### Instalación del ID como anti-retroceso

**Paso 1.** Instalar el ID en la cuerda de carga del polipasto con la orientación normal de descenso: la flecha apunta hacia el anclaje (hacia arriba).

**Paso 2.** Conectar el mosquetón del ID a la polea fija del anclaje o directamente al anclaje.

**Paso 3.** En esta configuración, el ID bloquea automáticamente la cuerda cuando esta intenta moverse hacia abajo (hacia la carga). Cuando se jala la cuerda hacia arriba (en el polipasto), el ID deja pasar la cuerda libremente.

**Paso 4.** Durante el reset (reposición del prusik de tracción), el ID mantiene la carga sin que el operador tenga que retenerla con las manos.

## Diferencias respecto al prusik como anti-retroceso

Aspecto	Prusik	ID de Petzl
<b>Instalación</b>	Rápida, sin herramientas	Rápida, abre placa lateral
<b>Bloqueo</b>	Por fricción. Puede deslizar con cuerda muy mojada o helada.	Mecánico. Fiable en cualquier condición de la cuerda.
<b>Reset</b>	Hay que empujar el prusik manualmente.	El ID se mantiene en posición sin acción manual durante el reset.
<b>Desgaste</b>	El cordino se desgasta por fricción. Inspeccionar frecuentemente.	El rodillo concentra el desgaste. Verificar el indicador de desgaste.
<b>Liberación</b>	Fácil: empujar hacia arriba y desliza.	Requiere abrir la palanca activamente con la cuerda en carga.
<b>Recomendado para</b>	Polipastos de campo ocasionales con equipo estándar.	Operaciones frecuentes, cargas pesadas, condiciones adversas.

**ATENCIÓN:** El ID usado como bloqueador en un polipasto está sometiendo la cuerda a una dirección de carga diferente a la del descenso. Aunque funciona correctamente, se está usando el dispositivo fuera de su aplicación principal de descenso. Verificar que el desgaste del rodillo no supera el indicador del fabricante con mayor frecuencia cuando se usa el ID en polipastos.

## 7.5 Aplicaciones Prácticas: Izado de Material

Los polipastos no se usan en el vacío: se instalan sobre cuerdas ya ancladas, en terrenos con acceso limitado y para resolver problemas logísticos concretos. Este apartado describe las configuraciones más frecuentes en operaciones de protección civil.

### Izado de material desde el fondo de una ladera

Situación: el material está en la zona inferior (donde el voluntario ha descendido) y hay que subirlo a la zona superior sin que el voluntario tenga que cargarlo durante el ascenso.

#### Configuración recomendada

**Paso 1.** Desde la zona superior, instalar el anclaje del polipasto en el mismo punto que el anclaje de descenso o en un anclaje independiente próximo.

**Paso 2.** Bajar una cuerda adicional de izado hasta la zona inferior. Esta cuerda es la línea de carga del polipasto: no es la misma que se usó para el descenso del voluntario.

**Paso 3.** El voluntario en la zona inferior conecta el material a la cuerda de izado con un ocho por seno y mosquetón. Asegura la carga para que no vuelque durante el izado.

**Paso 4.** Señal de 'LISTO' al operador de la zona superior.

**Paso 5.** El operador superior construye el Z-rig 3:1 sobre la cuerda de izado y comienza el izado en ciclos.

**Paso 6.** El voluntario inferior guía la carga durante el ascenso para evitar que se enrede en vegetación o golpee con la pared. Avisa si la carga se atasca.

**Paso 7.** Al llegar la carga a la zona superior, el operador bloquea el polipasto y asegura la carga antes de desmontar el sistema.

**NOTA:** Si la cuerda de izado pasa sobre una arista o un cambio de pendiente brusco, instalar un punto de redireccionamiento (una polea o mosquetón fijo en ese punto) para que la cuerda no robe eficiencia por rozamiento en la arista y para proteger la cuerda del desgaste.

## Polipasto para tensado de tirolina

Como se describió en el Bloque 6, el polipasto 3:1 puede usarse para tensar la línea de una tirolina cuando la tensión manual no es suficiente. La configuración es la siguiente:

- El anclaje fijo del polipasto es el anclaje bajo de la tirolina.
- La cuerda del polipasto es la misma línea de la tirolina: el prusik de tracción se instala directamente sobre la línea de la tirolina, lo más cerca posible del anclaje alto.
- Al jalar la cuerda libre del polipasto desde el anclaje bajo, se tensa la línea de la tirolina progresivamente.
- Un voluntario controla la flecha visualmente desde un punto lateral y señala cuándo se ha alcanzado la tensión correcta.
- Una vez tensada, la línea se asegura con nudo adicional y el polipasto se desmonta.

**IMPORTANTE:** Al usar el polipasto para tensar una tirolina, es fácil aplicar una tensión mucho mayor de la deseada porque el esfuerzo físico parece pequeño. Recordar que con un 3:1, cada kg de fuerza manual genera 2,5 kg reales de tensión en la línea (descontando rozamiento). Monitorizar la flecha continuamente durante el tensado y parar en cuanto se alcance el valor correcto.

## Tabla Comparativa de Sistemas de Polipasto

Sistema	VM teórica	VM real aprox.	Poleas necesarias	Prusiks necesarios	Aplicación
<b>2:1 simple</b>	2:1	~1,7:1	1 fija + 1 móvil	1 anti-retroceso	Cargas hasta 40 kg
<b>3:1 Z-rig</b>	3:1	~2,5:1	1 fija + 1 móvil	2 (anti-ret. + tracción)	Cargas hasta 80 kg
<b>6:1 compuesto</b>	6:1	~4,0:1	2 fijas + 2 móviles	3 (ant. + 2 tracción)	Cargas > 80 kg. Camillas.

## Lista de Verificación Pre-Polipasto

#	Elemento a verificar	Responsable	Estado
1	Anclaje del polipasto: ACEER, resistencia adecuada para la carga total del sistema.	Jefe equipo	OK / NOK
2	VM del sistema verificada: número de ramales en bloque móvil confirma el 3:1 o 6:1.	Operador	OK / NOK
3	Prusik anti-retroceso [C]: instalado, bloquea al tirar hacia abajo, desliza al empujar.	Operador	OK / NOK
4	Prusik de tracción [E]: por encima del anti-retroceso. Polea móvil conectada y libre.	Operador	OK / NOK
5	Poleas: roldanas giran libremente. Planchas sin deformación. Mosquetones bloqueados.	Operador	OK / NOK
6	Carga correctamente conectada y embalada. Peso estimado compatible con el sistema.	Jefe equipo	OK / NOK
7	Zona de trabajo libre bajo la carga. Personal en posición correcta.	Jefe equipo	OK / NOK
8	Prueba de carga previa: izar la carga 20–30 cm y verificar que el sistema retiene al soltar.	Operador	OK / NOK
9	Comunicación establecida entre todos los puestos. Señales acordadas.	Todos	OK / NOK

## Resumen del Bloque 7

El polipasto transforma un problema de fuerza bruta en un problema de técnica y tiempo. Con el equipo estándar de un voluntario de protección civil y el conocimiento de cómo construir un Z-rig o un 6:1, es posible izar cargas de hasta 120 kg con dos personas trabajando de forma coordinada.

La clave de un polipasto eficiente está en tres elementos: un anclaje sólido que aguante la carga multiplicada, un anti-retroceso fiable que retenga la carga durante el reset, y un ciclo de tirado (jalado) y reset bien ejecutado que maximice el recorrido por ciclo. Estos tres elementos, bien aprendidos y practicados, son suficientes para resolver la mayoría de las situaciones de izado que se presentan en operaciones de protección civil.

**NOTA:** Con el Bloque 7 quedan completados los siete bloques técnicos de esta guía. El Bloque 8 recoge los protocolos operativos generales: chequeo pre-operación, trabajo en parejas, comunicaciones y el procedimiento de emergencia para voluntario bloqueado o lesionado.

## BLOQUE 8: PROTOCOLOS DE OPERACIÓN

Los protocolos de operación son el pegamento que une todos los bloques anteriores. El mejor equipo, los mejores nudos y los mejores anclajes del mundo no garantizan una operación segura si no hay una estructura de trabajo clara que defina qué se verifica, cuándo, quién lo verifica y qué se hace si algo sale mal. Los protocolos convierten el conocimiento técnico individual en una actuación coordinada y predecible del equipo.

Este bloque recoge los procedimientos estándar que enmarcan cualquier operación vertical de protección civil: el chequeo pre-operación, la estructura de trabajo en parejas, el sistema de comunicaciones en el terreno, el protocolo de emergencia para voluntario bloqueado o lesionado, y el parte de incidencias post-operación.

### 8.1 Chequeo Pre-Operación

El chequeo pre-operación es la verificación sistemática y documentada de todos los elementos críticos antes de que ningún voluntario se ponga en situación de riesgo. Se realiza en tres momentos distintos: en la Base antes de salir, al llegar a la zona de operación y justo antes de iniciar cada maniobra. Ninguno de los tres puede saltarse aunque se disponga de poco tiempo.

#### Nivel 1: Chequeo en Base (antes de salir)

Se realiza cuando se prepara el equipo para una operación. Su objetivo es garantizar que el material que sale del almacén está en condiciones de uso y es el adecuado para la operación prevista.

- **Inventario completo:** verificar que se lleva todo el equipo necesario. Para una operación de descenso y ascenso en pareja: 2 arneses, 2 cascos, 2 ID de Petzl, cuerdas suficientes para el vano más profundo previsto + 10 m de margen, 4 mosquetones de seguridad mínimo, 4 anillas de prusik, 2 pares de guantes, eslingas para anclajes y protectores de cuerda.
- **Inspección de cada elemento:** seguir el protocolo de inspección del apartado 1.6. Anotar en la ficha de equipo la fecha y el resultado.
- **Compatibilidad del equipo:** verificar que el diámetro de las cuerdas es compatible con los descensores y las poleas que se llevan. Un ID S con una cuerda de 11 mm en el límite superior de su rango necesita más fuerza en la palanca: tenerlo en cuenta.
- **Equipo de comunicaciones:** las radios están cargadas, el canal está programado y el volumen ha sido verificado. Llevar pilas de repuesto.
- **Botiquín de primeros auxilios:** presente y completo. Incluir manta térmica, vendas, tijeras y material para inmovilización básica.

## Nivel 2: Reconocimiento de la zona (al llegar al terreno)

Al llegar a la zona de operación y antes de empezar a montar nada, el equipo realiza un reconocimiento visual del terreno. Este reconocimiento no debe acelerarse aunque haya urgencia operativa: un anclaje mal elegido por no haber evaluado el terreno es mucho más peligroso que los minutos invertidos en el reconocimiento.

- **Evaluación del vano:** profundidad o longitud del descenso, pendiente, presencia de aristas, obstáculos en la trayectoria (vegetación, resaltes, zonas de tierra suelta).
- **Identificación de anclajes:** localizar los puntos de anclaje disponibles en la zona superior. Evaluar al menos dos opciones para cada cuerda (trabajo y seguridad) antes de elegir.
- **Evaluación de riesgos asociados:** personas o vehículos en la zona de caída potencial, riesgo de caída de objetos desde arriba, condiciones meteorológicas (viento, lluvia, temperatura), visibilidad.
- **Plan de rescate preliminar:** antes de comenzar, definir qué se hará si un voluntario queda bloqueado o lesionado. ¿Dónde está el acceso alternativo más cercano? ¿Qué cuerpos especializados hay de guardia? ¿Cuál es el tiempo estimado de respuesta?
- **Establecimiento del perímetro de seguridad:** delimitar y señalar la zona de operación para evitar la entrada de personas ajenas. En entornos urbanos, coordinar con la policía local si es necesario.

## Nivel 3: Verificación pre-maniobra (justo antes de cada descenso)

Es el check-list de 10 puntos del Bloque 4 aplicado a cada descenso individual. Se realiza en voz alta entre el operador y el asegurador, elemento por elemento, sin omisiones. Ver lista completa en apartado 4.6.

**NOTA:** La lista de verificación pre-maniobra está disponible también en el Anexo C de esta guía en formato de tarjeta plastificada para uso en campo.

### 8.2 Trabajo en Parejas: Roles y Responsabilidades

La norma fundamental de las operaciones verticales de protección civil es que nunca se trabaja solo. El mínimo es siempre la pareja. Esta norma no es burocrática: es el principal mecanismo de seguridad del sistema. La verificación cruzada, el aseguramiento activo y la capacidad de respuesta ante una emergencia dependen de que haya siempre un segundo voluntario presente y atento.

## Distribución de roles en la pareja

Momento	Operador (el que desciende/asciende)	Asegurador (el que queda arriba)
<b>Pre-operación</b>	Prepara y ajusta su propio equipo. Verifica nudos propios.	Verifica arnés, ID y prusik del operador. Confirma anclajes.
<b>Inicio del descenso</b>	Realiza prueba de carga. Emite señal LISTO PARA DESCENDER.	Confirma verificación. Emite DESCENSO AUTORIZADO.
<b>Durante el descenso</b>	Controla la palanca del ID. Mantiene el prusik activo. Comunica posición.	Mantiene la cuerda de seguridad tensa. Controla visualmente. No abandona posición.
<b>Llegada al fondo</b>	Confirma EN TIERRA. Bloquea ID. Realiza el trabajo.	Recibe confirmación. Mantiene las cuerdas en posición. Queda disponible.
<b>Ascenso</b>	Convierte al sistema de prusiks. Inicia ascenso. Comunica progreso.	Recoge progresivamente la cuerda de seguridad. No la suelta.
<b>Llegada arriba</b>	Confirma EN ZONA SEGURA. Desmonta sistema propio.	Asiste al operador al superar el borde. Ayuda a desmontar.
<b>Post-operación</b>	Inspecciona su equipo. Anota incidencias.	Inspecciona su equipo y el sistema colectivo. Completa el parte.

### Intercambio de roles

En operaciones con varios descensos o cuando el equipo lleva tiempo operando, los roles de operador y asegurador pueden intercambiarse entre los miembros de la pareja. El intercambio se hace siempre entre maniobras, nunca durante una maniobra activa, y con una verificación de equipo completa para el nuevo operador antes de comenzar.

### Cuando hay más de dos voluntarios

En operaciones con tres o más voluntarios, la estructura básica de pareja (operador + asegurador) se mantiene. Los voluntarios adicionales asumen roles de apoyo:

- **Tercer voluntario:** gestiona las comunicaciones con el mando operativo, controla el perímetro de seguridad y está disponible para asistencia en caso de emergencia.
- **Cuarto voluntario:** puede descender como segundo operador con su propio sistema independiente, o quedarse arriba como segundo asegurador en operaciones con carga de camilla.

**IMPORTANTE:** Nunca se reduce el equipo mínimo de dos personas para una operación vertical, aunque haya presión de tiempo o escasez de personal. Si solo hay un voluntario disponible en el momento, la operación se espera o se solicita refuerzo. Una operación en solitario en entorno vertical es un riesgo inaceptable.

### 8.3 Sistema de Comunicaciones en el Terreno

La comunicación en una operación vertical tiene tres niveles: entre los miembros del equipo de cuerdas (operador y asegurador), entre el equipo de cuerdas y el mando operativo, y entre el mando operativo y los servicios de emergencia externos (bomberos, GREIM, 112). Cada nivel tiene sus herramientas y sus protocolos.

#### Comunicación interna del equipo (operador — asegurador)

Las señales verbales estandarizadas se han descrito en el Bloque 4, apartado 4.4. En este apartado se recogen las normas generales de comunicación que aplican a todas las operaciones:

- **Confirmación obligatoria:** toda orden debe ser confirmada por quien la recibe antes de ejecutarla. El silencio no es confirmación. Si no hay respuesta, repetir la orden. Si no hay respuesta tras la repetición, asumir problema de comunicación y aplicar protocolo de pérdida de contacto.
- **Vocabulario reducido y preciso:** usar solo las señales verbales acordadas. Evitar frases ambiguas como 'espera', 'un momento' o 'casi'. Las únicas respuestas válidas son la orden confirmada o 'ENTENDIDO NO PUEDO' (seguido de explicación).
- **Protocolo de pérdida de contacto verbal:** si se pierde la comunicación verbal directa, pasar a radio. Si falla la radio, aplicar el sistema de tirones (1 = para, 2 = continúa, 3 = emergencia). Si tampoco es posible el sistema de tirones, el protocolo por defecto es detener toda maniobra y esperar hasta que se restablezca la comunicación o llegue apoyo.

#### Comunicación con el mando operativo

El equipo de cuerdas mantiene contacto periódico con el mando operativo durante la operación. El mando no interfiere en las decisiones técnicas del equipo de cuerdas, pero debe estar informado en todo momento para poder activar recursos adicionales si es necesario.

Momento	Quién comunica	Contenido del mensaje
<b>Inicio de operación</b>	Jefe de equipo	Confirmación de inicio. Descripción del punto de operación. Estimación de duración.
<b>Inicio de cada descenso</b>	Jefe de equipo	Identificación del operador. Sistema instalado y verificado. Inicio del descenso.
<b>Operador en tierra</b>	Jefe de equipo	Operador llegó al fondo. Situación en la zona inferior. Tiempo estimado de trabajo.
<b>Inicio de ascenso</b>	Jefe de equipo	Operador comienza el ascenso. Sistema de prusiks activo.
<b>Operador en zona segura</b>	Jefe de equipo	Operador ha llegado arriba. Sistema desmontado. Estado del material y del voluntario.
<b>Fin de operación</b>	Jefe de equipo	Operación completada. Equipo a salvo. Resumen de incidencias si las hay.

**CONSEJO:** Establecer una frecuencia de radio exclusiva para el equipo de cuerdas, diferente del canal general de la operación. Esto evita que las comunicaciones internas del equipo interfieran con las comunicaciones del mando o de otros equipos en el terreno.

## 8.4 Protocolo de Emergencia: Voluntario Bloqueado o Lesionado

La emergencia más frecuente en operaciones verticales de protección civil es un voluntario que queda bloqueado en la cuerda y no puede continuar el descenso ni el ascenso por sus propios medios. Esto puede ocurrir por lesión, agotamiento extremo, atasco del sistema, pánico o pérdida del equipo. El protocolo siguiente está diseñado para ser ejecutable por el asegurador con el equipo estándar disponible en la operación.

### Condiciones para activar el protocolo

- El operador emite la señal de EMERGENCIA o no responde a dos llamadas consecutivas.
- El asegurador observa que el operador está inmóvil durante más de 3 minutos sin comunicación.
- La cuerda de trabajo o de seguridad presenta movimiento anómalo (sacudidas irregulares, tensión inusual).
- El operador comunica que está lesionado o que no puede continuar por sus propios medios.

### Protocolo de respuesta: cinco fases

**FASE 1 ESTABILIZAR** El asegurador bloquea la cuerda de seguridad de forma permanente. Si tiene un dispositivo de aseguramiento (ID, Grigri), lo bloquea. Si asegura manualmente, ancla la cuerda a un punto fijo con un nudo de freno (nudo de mula). La carga del operador queda retenida sin esfuerzo activo del asegurador.

**FASE 2 COMUNICAR** El asegurador intenta comunicarse con el operador: voz, radio, sistema de tirones. Si obtiene respuesta, evalúa la situación con el operador y decide si el operador puede resolver autónomamente (con guía verbal) o si necesita intervención exterior. Si no hay respuesta, avanza directamente a la Fase 3.

**FASE 3 NOTIFICAR AL MANDO** El asegurador o el tercer voluntario (si está presente) notifica al mando operativo: posición del operador, última comunicación recibida, estado aparente y tipo de incidencia. El mando activa los recursos: 112, Bomberos, GREIM según la gravedad. El asegurador NO abandona su posición para hacer esta llamada: la delega o usa radio.

**FASE 4 ACCESO AL OPERADOR** Si el operador no puede resolver autónomamente y los servicios especializados tardarán, el asegurador puede intentar el acceso al operador. Esto requiere descender por la cuerda de seguridad con un sistema de descenso propio hasta llegar a la posición del operador. Esta maniobra solo se realiza si el asegurador tiene formación y equipo suficiente para ello, y si el mando lo autoriza. Nunca improvisada.

**FASE 5 RESCATE O ESPERA HASTA APOYO ESPECIALIZADO** Si el acceso es exitoso y el operador puede ser asistido in situ (ajuste del sistema, extracción del atasco, asistencia médica básica), el asegurador lo asiste y ambos ascienden conjuntamente. Si la situación supera las capacidades del equipo, mantener al operador estabilizado y esperara la llegada de bomberos o GREIM. Comunicar al operador que el apoyo está en camino.

**IMPORTANTE:** *El asegurador que abandona su posición de control de la cuerda para ir a buscar ayuda o para iniciar un rescate sin haber asegurado permanentemente la cuerda está creando un segundo accidentado potencial. La secuencia correcta siempre es: primero asegurar la cuerda, después todo lo demás.*

## Emergencia médica en la cuerda

Si el voluntario sufre una lesión o un problema médico mientras está suspendido en la cuerda (caída de material encima, golpe contra la pared, síndrome de arnés), hay consideraciones específicas adicionales:

- **Síndrome de arnés:** si el voluntario queda suspendido en posición vertical sin poder mover las piernas durante más de 5–10 minutos, puede desarrollar síndrome de arnés: el retorno venoso de las piernas se bloquea y puede causar pérdida de consciencia e incluso la muerte. Síntomas: mareo, palidez, pérdida de fuerza. Actuación: el operador debe intentar poner las piernas en posición horizontal (apoyarlas en la pared, en una rama) para restablecer la circulación. El asegurador debe acelerar el rescate y avisar al 112.
- **Pérdida de consciencia en la cuerda:** si el operador pierde la consciencia estando suspendido, el prusik de seguridad mantiene su posición. El sistema no falla. Sin embargo, la recuperación debe ser rápida: activar el protocolo de emergencia inmediatamente y solicitar apoyo especializado.
- **Lesión en manos o brazos:** el operador puede quedar bloqueado sin poder operar la palanca del ID. En este caso, el asegurador puede bajar la cuerda de seguridad para que el operador se transfiera a ella y baje con ayuda desde arriba.

## 8.5 Parte de Incidencias y Registro Post-Operación

El parte de incidencias no es un trámite burocrático: es la herramienta que permite aprender de cada operación, mejorar los procedimientos y detectar problemas recurrentes antes de que se conviertan en accidentes. Debe completarse en las dos horas siguientes al final de la operación, cuando los detalles aún están frescos.

### Contenido mínimo del parte de incidencias

- **Identificación de la operación:** fecha, hora de inicio y fin, ubicación exacta, número de identificación de la operación (si existe), nombre del mando operativo.
- **Personal participante:** nombre y rol de cada voluntario (operador, asegurador, apoyo). Número de voluntarios totales.
- **Material utilizado:** código de identificación de cada elemento de seguridad usado (cuerdas, arneses, descensores, mosquetones). Número de descensos realizados por cada cuerda.
- **Descripción de las maniobras realizadas:** tipo de operación (descenso, ascenso, tirolina, polipasto), número de ciclos, cargas movidas.
- **Incidencias técnicas:** cualquier situación que no se desarrolló según el procedimiento estándar, aunque se haya resuelto sin consecuencias. Incluir qué ocurrió, cómo se resolvió y qué se aprendió.
- **Estado del material al finalizar:** resultado de la inspección post-operación de cada elemento. Cualquier material retirado de servicio debe quedar registrado con el motivo.
- **Propuestas de mejora:** observaciones del equipo sobre procedimientos, equipamiento o formación que podrían mejorar la eficiencia o la seguridad de futuras operaciones.

### Inspección post-operación del material

Antes de guardar el material en el almacén, cada elemento pasa por una inspección equivalente a la pre-operación. El objetivo es detectar daños producidos durante la operación que no eran visibles antes de salir:

- **Cuerdas:** pasar metro a metro. Buscar zonas rígidas, cambios de grosor, cortes o quemaduras producidas durante la operación (especialmente en los puntos de contacto con aristas o anclajes).
- **Arneses:** inspeccionar las costuras de carga (puntos de unión del cinturón con las perneras y la anilla ventral). Son las zonas más solicitadas y las que pueden mostrar desgaste después de uso intensivo.
- **Mosquetones:** verificar que los seguros no han sufrido deformación. Un mosquetón que no cierra correctamente después de una operación debe retirarse.

- ID de Petzl: limpiar el rodillo de tierra, barro y fibras de cuerda. Verificar que la palanca se mueve libremente y que el indicador de desgaste no ha avanzado.
- Prusiks y cordinos: inspeccionar las zonas de fricción. El glazado del cordino (zonas duras y brillantes) puede producirse durante una sola operación de ascenso largo.

**CONSEJO:** *Lavar las cuerdas con agua fría y jabón neutro después de operaciones en terrenos blandos (barro, tierra) antes de guardarlas. Las partículas de tierra y arena que penetran en la funda abrasionan el alma desde dentro durante el almacenamiento. Una cuerda seca y limpia dura significativamente más.*

## Check-List Maestro de la Operación Vertical

La siguiente tabla integra todas las verificaciones de la guía en una secuencia cronológica completa, desde la preparación en almacén hasta el cierre post-operación. Está diseñada para usarse como referencia de jefe de equipo.

#	Fase	Acción / Verificación
1	Almacén	Inventario completo del equipo según la operación prevista.
2	Almacén	Inspección individual de cada elemento (Bloque 1, apartado 1.6).
3	Almacén	Compatibilidad de cuerdas con descensores y poleas.
4	Almacén	Radios cargadas, canal programado, pilas de repuesto.
5	Terreno	Reconocimiento visual del vano: profundidad, pendiente, obstáculos.
6	Terreno	Identificación y evaluación de anclajes disponibles (ACEER, Bloque 3).
7	Terreno	Evaluación de riesgos asociados: personas en zona de caída, meteorología.
8	Terreno	Plan de rescate preliminar definido: acceso alternativo, tiempos de respuesta.
9	Terreno	Perímetro de seguridad establecido y señalizado.
10	Maniobra	Anclajes instalados y verificados (trabajo + seguridad independientes).
11	Maniobra	Cuerdas lanzadas: llegan al fondo +1 m, extremos con ocho simple.
12	Maniobra	Arnés operador: verificación cruzada por asegurador.
13	Maniobra	ID instalado: dirección correcta, placa cerrada, mosquetón bloqueado.
14	Maniobra	Prusik de seguridad: por encima del ID, mosquetón bloqueado, funciona.
15	Maniobra	Casco y guantes puestos. Señales verbales acordadas. Radio verificada.
16	Maniobra	Prueba de carga con pies en suelo. ID frena. Prusik tensa.
17	Descenso	Comunicación continua operador — asegurador. Protocolo de señales activo.
18	Descenso	Asegurador en posición, cuerda de seguridad bajo control.
19	Ascenso	Prusik de pecho (arriba) y prusik de pie instalados y verificados.
20	Ascenso	Conversión descenso → ascenso con sistema siempre activo (Bloque 5).
21	Post-op.	Inspección individual de todo el material usado.

22	Post-op.	Material con incidencia retirado, etiquetado y registrado.
23	Post-op.	Parte de incidencias completado antes de las 2 horas.
24	Post-op.	Comunicación de fin de operación al mando operativo.

## Resumen del Bloque 8 y Cierre de la Guía

Los protocolos de operación no limitan la capacidad del voluntario: la estructuran. Un equipo que trabaja con protocolos claros reacciona más rápido ante lo inesperado porque no tiene que improvisar los pasos normales, solo los excepcionales. La rutina de la verificación, la comunicación y el registro libera capacidad mental para gestionar lo que sale del guion.

Esta guía ha recorrido, bloque a bloque, todos los elementos de una operación vertical de protección civil: el material y su mantenimiento, los nudos y sus aplicaciones, los anclajes y sus criterios, el descenso controlado, el ascenso autónomo, las tirolinas de material, los polipastos y los protocolos que los enmarcan. Cada bloque es un eslabón de la misma cadena.

La formación técnica recogida en esta guía es el punto de partida, no el punto de llegada. Las técnicas de cuerda se aprenden en el papel pero se consolidan en la práctica, con repetición, con supervisión y con la experiencia acumulada de operar en terreno real. Se recomienda que cada voluntario realice un mínimo de prácticas anuales supervisadas para mantener las competencias descritas en esta guía, y que solicite evaluación antes de participar en operaciones reales si lleva más de seis meses sin practicar.

**NOTA:** Los Anexos de esta guía (A: Ficha de inspección de material, B: Fichas de nudos en formato campo, C: Lista de comprobación plastificada, D: Glosario, E: Bibliografía) se encuentran a continuación y están diseñados para su uso directo en el terreno.

## ANEXO A FICHA DE INSPECCIÓN Y REGISTRO DEL MATERIAL

Reproducir una copia por cada elemento de seguridad. Archivar en el expediente de material de la agrupación. En el campo, llevar una copia plastificada por equipo.

IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO			
<b>Código interno:</b>	<i>Ej: CRD-001</i>	<b>Tipo de elemento:</b>	<i>Cuerda / Arnés / ID...</i>
<b>Marca y modelo:</b>		<b>Diámetro / talla:</b>	
<b>Nº de serie:</b>		<b>Fecha fabricación:</b>	<i>MM / AAAA</i>
<b>Fecha 1ª puesta en servicio:</b>	<i>DD/MM/AAAA</i>	<b>Estado actual:</b>	<i>Activo / Retirado</i>

REGISTRO DE USO				
Fecha	Operación / ejercicio	Nº descensos / ciclos	Responsable	Observaciones
<i>DD/MM/AAAA</i>				
<i>DD/MM/AAAA</i>				
<i>DD/MM/AAAA</i>				
<i>DD/MM/AAAA</i>				
<i>DD/MM/AAAA</i>				
<i>DD/MM/AAAA</i>				
<i>DD/MM/AAAA</i>				
<i>DD/MM/AAAA</i>				

REGISTRO DE INSPECCIONES				
Fecha	Inspector	Tipo inspección	Resultado	Acción tomada
<i>DD/MM/AAAA</i>		<i>Pre-op / Anual</i>	<i>OK / NOK</i>	
<i>DD/MM/AAAA</i>		<i>Pre-op / Anual</i>	<i>OK / NOK</i>	
<i>DD/MM/AAAA</i>		<i>Pre-op / Anual</i>	<i>OK / NOK</i>	
<i>DD/MM/AAAA</i>		<i>Pre-op / Anual</i>	<i>OK / NOK</i>	
<i>DD/MM/AAAA</i>		<i>Pre-op / Anual</i>	<i>OK / NOK</i>	

INCIDENCIAS Y RETIRADA		
Fecha	Tipo de incidencia	Descripción detallada
DD/MM/AAAA	Caída / Químico / Desgaste...	
DD/MM/AAAA	Caída / Químico / Desgaste...	
DD/MM/AAAA	Caída / Químico / Desgaste...	
<b>Fecha de retirada definitiva:</b>	DD/MM/AAAA	<b>Motivo:</b>

**NOTA:** Este registro cumple con los requisitos de trazabilidad exigidos para EPI de categoría III según el Real Decreto 773/1997 y la normativa europea aplicable. Conservar durante la vida útil del elemento más 5 años tras su retirada.

## ANEXO B FICHAS DE NUDOS — REFERENCIA RÁPIDA DE CAMPO

Fichas diseñadas para plastificar y llevar en el equipo. Cada ficha recoge la información esencial para verificar y ejecutar el nudo en condiciones de campo.

OCHO POR SENO			
<b>Resistencia</b>	~75–80 % de la cuerda	<b>Uso principal</b>	Lazo fijo para mosquetón / anclaje
1.	Doblar la cuerda formando un seno (doble cabo paralelo).		
2.	Con el seno, ejecutar un ocho simple: girar y pasar el seno por el ojo.		
3.	Peinar tirando del lazo y de los dos ramales.		
4.	Verificar: forma de 8 clara, lazo sin torsiones.		
<b>! El lazo es difícil de deshacer tras carga fuerte.</b>			

OCHO REMATADO			
<b>Resistencia</b>	~75–80 % de la cuerda	<b>Uso principal</b>	Encordamiento directo al arnés
1.	Ocho simple a 80–90 cm del extremo.		
2.	Pasar el extremo por la anilla del arnés.		
3.	Remontar el camino del ocho en sentido inverso, paralelo sin cruzar.		
4.	Peinar todos los ramales. Verificar simetría total.		
<b>! Ramales paralelos, nunca cruzados. Peinar completamente.</b>			

## OCHO EN LÍNEA

Resistencia	~75 % de la cuerda	Uso principal	Punto de carga en mitad de la cuerda
1.	Formar un seno en el punto deseado.		
2.	Doblar el seno hacia atrás una vuelta sobre los ramales.		
3.	Pasar el seno por el ojo formado.		
4.	Peinar: lazo perpendicular a la línea de carga.		

## AS DE GUÍA

Resistencia	~70–75 % de la cuerda	Uso principal	Lazo fijo a árbol / poste / estructura
1.	Formar un ojo fijo (el lago). Extremo libre = el conejo.		
2.	El conejo sale por debajo del lago.		
3.	Rodea el árbol (ramal largo) por detrás.		
4.	Vuelve a bajar por el lago.		
5.	Peinar. REMATE OBLIGATORIO con nudo simple en ramal largo.		

**!** SIN REMATE no es un nudo de rescate. El remate es parte inseparable.

## PESCADOR DOBLE

Resistencia	~65–70 % de la cuerda más débil	Uso principal	Unir cuerdas / crear anilla de prusik
1.	Extremos paralelos en sentido opuesto. 25–30 cm de cabo libre.		
2.	Extremo A: dos vueltas alrededor de ambas cuerdas, pasar por dentro.		
3.	Extremo B: igual en sentido contrario.		
4.	Acercar los dos cuerpos hasta que queden juntos y apretados.		
5.	Verificar: dos cuerpos con dos vueltas cada uno, extremos opuestos.		

**!** Prácticamente irreversible tras carga. Normal en anillas de prusik.

## NUDO MARIPOSA

Resistencia	~70 % de la cuerda	Uso principal	Lazo en mitad de cuerda, carga multidireccional
1.	Enroscar la cuerda tres veces en la mano abierta.		
2.	Tomar la vuelta central y pasarla por encima de las dos exteriores.		
3.	Pasar esa vuelta por debajo de las exteriores y sacar el lazo.		
4.	Retirar la mano y peinar tirando del lazo y de los dos ramales.		

**!** Admite carga desde cualquier dirección. Fácil de deshacer tras carga.

PRUSIK			
Resistencia	Variable según diámetro y vueltas	Uso principal	Bloqueador deslizante: ascenso y seguridad
1.	Pasar la anilla de cordino alrededor de la cuerda principal.		
2.	Pasar un extremo de la anilla por dentro del otro (1ª vuelta).		
3.	Repetir el paso (2ª vuelta). Para cuerda mojada: 3 vueltas.		
4.	Peinar: vueltas juntas y ordenadas.		
5.	Conectar mosquetón a AMBOS extremos de la anilla.		

**!** Cordino: 60–75 % del diámetro de la cuerda principal. Inspeccionar glazeado.

## ANEXO C LISTA DE COMPROBACIÓN PRE-OPERACIÓN — TARJETA DE CAMPO

Plastificar y llevar una copia por equipo. Usar verbalmente entre operador y asegurador antes de cada descenso. Ningún punto puede omitirse.

#	VERIFICACIÓN PRE-DESCENSO — completar en voz alta	Estado
1	ANCLAJE TRABAJO: ACEER cumplido, independiente del de seguridad.	OK / NOK
2	ANCLAJE SEGURIDAD: ACEER cumplido, independiente del de trabajo.	OK / NOK
3	CUERDAS: llegan al fondo +1 m. Extremos con nudo de ocho simple.	OK / NOK
4	CUERDAS: sin nudos intermedios, sin roces en aristas sin protector.	OK / NOK
5	ARNÉS: hebillas correctas, anilla ventral accesible y libre.	OK / NOK
6	ID DE PETZL: dirección correcta (flecha arriba), placa cerrada con clic, mosquetón bloqueado.	OK / NOK
7	PRUSIK DE SEGURIDAD: por encima del ID, desliza arriba, bloquea abajo, mosquetón bloqueado.	OK / NOK
8	CASCO puesto. GUANTES puestos.	OK / NOK
9	SEÑALES VERBALES acordadas. Radio verificada si aplica.	OK / NOK
10	PRUEBA DE CARGA con pies en suelo: ID frena al soltar palanca. Prusik tensa.	OK / NOK

SEÑALES VERBALES ESTÁNDAR	
<b>LISTO PARA DESCENDER</b>	Operador → Asegurador. Espera DESCENSO AUTORIZADO.
<b>DESCENSO AUTORIZADO</b>	Asegurador → Operador. Sistema verificado, puede comenzar.
<b>DESCIENDO</b>	Operador inicia el descenso.
<b>PARADA</b>	Cualquiera. Detención inmediata. Bloquear ID y cuerda de seguridad.
<b>EN TIERRA</b>	Operador llegó al fondo y está seguro.
<b>EMERGENCIA</b>	Cualquiera. Detener todo. Bloquear todo. Activar protocolo Bloque 8.

SISTEMA DE TIRONES (si falla la comunicación)	
<b>1 tirón</b>	PARA — Detener todo movimiento.
<b>2 tirones</b>	CONTINÚA / CONFIRMA — Puedes seguir / he recibido.
<b>3 tirones</b>	EMERGENCIA — Bloquear todo y activar protocolo de rescate.

## ANEXO D GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS

Definiciones de los términos técnicos usados en esta guía, ordenados alfabéticamente.

**ACEER:** Acrónimo que recoge los cinco criterios de un anclaje seguro en rescate: Adecuado, Construido correctamente, Eficiente, Equidistribuido y Resistente al fallo en cadena.

**Alma:** Parte interna de una cuerda de construcción kernmantle. El alma de fibras paralelas o trenzadas aporta la resistencia a tracción. Protegida por la funda exterior.

**Anclaje de desvío:** Punto intermedio que cambia la dirección de la cuerda sin soportar la carga completa del sistema. Permite que la cuerda llegue verticalmente al operador aunque el anclaje principal no esté directamente encima.

**Anti-retroceso:** Elemento del polipasto que bloquea automáticamente la cuerda de carga cuando se suelta la cuerda de tirado (jalado), evitando que la carga baje durante la fase de reset. Puede ser un prusik o un ID de Petzl.

**Arnés de asiento:** Equipo de protección individual que rodea la cintura y los muslos, distribuyendo la carga de suspensión sobre las zonas del cuerpo que mejor la toleran. Tipo estándar para descenso y ascenso.

**Bloqueador:** Dispositivo mecánico que permite el movimiento de la cuerda en un sentido y bloquea automáticamente en el otro. Ejemplos: Tibloc, Micro Traxion, Ropeman.

**Cabo libre:** Longitud de cuerda que sobresale más allá del cuerpo de un nudo. Mínimo recomendado en rescate: 10 cm. Un cabo corto puede introducirse en el nudo bajo carga.

**Catenaria:** Curva que forma una cuerda tensa entre dos puntos por efecto de la gravedad. En una tirolina, la catenaria determina la flecha de la línea.

**Cordino:** Cuerda de pequeño diámetro (generalmente 4–8 mm) usada para fabricar anillas de prusik, eslingas ligeras y sistemas auxiliares. Su diámetro debe ser entre el 60 % y el 75 % del de la cuerda principal para que el prusik funcione correctamente.

**Cuerda dinámica:** Cuerda diseñada para absorber la energía de impacto de una caída libre mediante su elongación controlada. No se usa en operaciones de rescate de protección civil.

**Cuerda estática (semiestática):** Cuerda de elongación mínima (< 5 % con 80 kg según EN 1891 tipo A). Transmite la carga directamente al anclaje. Estándar en rescate y trabajos verticales.

**Descensor:** Dispositivo de fricción que controla la velocidad de descenso en rappel. El ID de Petzl es un descensor con función de bloqueo automático y antipánico.

**Peinar:** Acción de ajustar y ordenar un nudo recién hecho tirando de todos sus ramales hasta que quede compacto, simétrico y sin holguras internas. Un nudo no peinado puede perder hasta un 30 % de resistencia adicional.

**EN 1891:** Norma europea que regula las cuerdas de baja elongación para uso en técnicas de progresión vertical. El tipo A es para uso con personas; el tipo B para uso sin personas.

**Eslinga:** Banda o cuerda cerrada en bucle usado para conectar anclajes, construir sistemas multipunto o unir la carga a una polea. Las eslingas certificadas llevan marcado CE y son de poliamida, poliéster o Dyneema.

**Factor de caída:** Relación entre la longitud de caída libre y la longitud de cuerda entre el escalador y el punto de anclaje. Un factor de caída > 0,5 sobre cuerda estática puede dañar la cuerda y los anclajes.

**Flecha:** En una tirolina, distancia vertical entre la línea recta imaginaria entre los dos anclajes y el punto más bajo de la cuerda tensa. Una flecha correcta está entre el 5 % y el 10 % del vano.

**Funda:** Trenzado exterior de una cuerda de construcción kernmantle. Protege el alma de la abrasión y la luz UV. El estado de la funda es el principal indicador visual de daño en la cuerda.

**Glazado:** Fusión parcial superficial de las fibras de poliamida por efecto del calor generado por la fricción. Se manifiesta como zonas brillantes, rígidas y de diámetro reducido en el cordino de prusik o en la cuerda. Material glazado = material retirado de servicio.

**GREIM:** Grupo de Rescate e Intervención en Montaña de la Guardia Civil. Unidad especializada en rescate en montaña, alta montaña y barrancos de alta dificultad técnica.

**ID de Petzl:** Descensor de bloqueo automático fabricado por Petzl, certificado EN 12841 tipo B. Incorpora función antipánico (bloquea si se aprieta la palanca con exceso) y puede usarse como bloqueador en polipastos.

**Kernmantle:** Construcción de cuerda con alma (kern) de fibras longitudinales y funda (mantle) trenzada exterior. Estándar en cuerdas de rescate y alpinismo.

**kN (kilonewton):** Unidad de fuerza equivalente a aproximadamente 102 kg. Los valores de resistencia del equipo de rescate se expresan en kN. 1 kN  $\approx$  100 kg de fuerza.

**Nudo de fricción:** Nudo que funciona bloqueando por fricción contra una cuerda principal cuando recibe carga axial, y deslizando libremente cuando se le empuja lateralmente. El prusik es el más común.

**Péndulo:** Movimiento oscilante del operador en la cuerda, generalmente al perder el contacto con la pared en descenso libre. Puede producir impactos peligrosos con obstáculos laterales.

**Polea de roldana:** Polea con rodillo giratorio sobre eje. Reduce la fricción de la cuerda al cambiar de dirección. Las poleas con rodamiento de bolas tienen una eficiencia del 85–95 %.

**Polipasto:** Sistema de cuerdas y poleas que multiplica la fuerza aplicada a cambio de aumentar el recorrido de la cuerda. La ventaja mecánica (VM) indica el factor de multiplicación.

**Prusik:** Nudo de fricción que bloquea sobre una cuerda principal por efecto de la compresión de sus vueltas cuando recibe carga. Nombre del alpinista austriaco Karl Prusik, que lo describió en 1931.

**Rappel:** Técnica de descenso controlado por una cuerda mediante un dispositivo de fricción. Sinónimo de descenso en cuerda o rapel.

**Reset (en polipasto):** Fase del ciclo de polipasto en la que se reposiciona el prusik de tracción (y la polea móvil) a la posición más baja posible para iniciar un nuevo ciclo de tirado (jalado). Durante el reset, el anti-retroceso retiene la carga.

**Seno:** Bucle o doblez formado en una cuerda sin cruzar los ramales. La base de la mayoría de nudos de lazo (ocho por seno, mariposa, ocho en línea).

**Síndrome de arnés:** Complicación médica grave producida por la suspensión prolongada en arnés de asiento con las piernas colgando sin apoyo. El retorno venoso de los miembros inferiores se bloquea, pudiendo causar colapso cardiovascular en 5–30 minutos. Requiere evacuación urgente y atención médica inmediata.

**Tirolina:** Sistema de cuerda tensa entre dos puntos a distinto nivel que permite el transporte de material de un extremo al otro mediante una polea corredora.

**Trolley:** Polea con planchas laterales que puede montarse en una cuerda ya tensada sin necesitar los extremos libres. Elemento deslizante de la tirolina.

**Ventaja mecánica (VM):** Relación entre la fuerza que ejerce el sistema sobre la carga y la fuerza que aplica el operador. Un sistema 3:1 aplica 3 kg de fuerza sobre la carga por cada kg de fuerza del operador.

**Z-rig:** Nombre coloquial del polipasto 3:1, por la forma en Z que describe la cuerda en el sistema. Es el sistema de ventaja mecánica estándar en rescate de campo.

## ANEXO E BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS DE FORMACIÓN CONTINUA

Referencias técnicas, normativa aplicable y recursos recomendados para la profundización y la actualización de conocimientos.

### Normativa europea de referencia

- **EN 1891:1998** — Cuerdas de fibras de baja elongación para uso en técnicas de progresión vertical (tipo A y tipo B). Organismo: CEN. Consultar versión vigente en AENOR.
- **EN 12841:2006** — Equipos de acceso por cuerda. Dispositivos de regulación de cuerda (tipo A bloqueador, tipo B descensor, tipo C ajustable).
- **EN 362:2004** — Equipos de protección individual contra caídas de altura. Conectores. Especifica requisitos y métodos de ensayo para mosquetones.
- **EN 361:2002** — Arnese anticaída de cuerpo completo.
- **EN 358:1999** — Cinturones de sujeción y retención y componentes del sistema.
- **EN 354:2010** — Equipos de protección individual contra caídas. Eslingas.
- **EN 12278:2007** — Montañismo y actividades relacionadas. Poleas. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
- **EN 959:2007** — Montañismo y actividades relacionadas. Anclajes de roca. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.

### Normativa complementaria

- **NFPA 1983:2017** — Standard on Life Safety Rope and Equipment for Emergency Services. National Fire Protection Association (EEUU). Referencia internacional ampliamente adoptada en protocolos de rescate profesional.
- **Real Decreto 773/1997** — Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. Establece los requisitos de información, formación y mantenimiento de los EPI.
- **Real Decreto 486/1997** — Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Aplicable a las instalaciones fijas de la agrupación.

## Manuales técnicos recomendados

- **Petzl Technical Notices** — Instrucciones técnicas completas de todos los productos Petzl, incluido el ID. Disponibles en [petzl.com/es](https://petzl.com/es) en versión actualizada. Lectura obligatoria para el ID de Petzl antes del primer uso.
- **CMC Rescue — Rope Rescue Technician**: Manual de referencia ampliamente utilizado en rescate profesional a nivel internacional. Aborda en profundidad los sistemas de polipasto, anclajes y técnicas de rescate en cuerda.
- **Technical Handbook for Professional Rescuers (Petzl)**: Manual específico de Petzl para profesionales del rescate. Disponible en formato digital en la web de Petzl. Cubre los sistemas descritos en esta guía con mayor profundidad técnica.
- **Guía Técnica de Trabajos Verticales (AENOR / INERCO)**: Referencia técnica española para trabajos en altura y acceso mediante técnicas de cuerdas. Util como complemento normativo.

## Recursos de formación continua

- **ENPC — Escuela Nacional de Protección Civil**: Ofrece cursos de técnicas de rescate y operaciones en entornos difíciles para voluntarios y profesionales de protección civil. Web: [proteccioncivil.es](https://proteccioncivil.es)
- **Asociaciones locales de montaña y escalada**: Las federaciones autonómicas de montañismo ofrecen cursos de técnicas de progresión vertical aplicables directamente a las maniobras descritas en esta guía.

## Nota sobre la actualización de esta guía

La normativa técnica y las recomendaciones de fabricantes se actualizan periódicamente. Se recomienda revisar esta guía al menos cada dos años y contrastar los criterios de equipamiento con las instrucciones vigentes de cada fabricante. Cualquier discrepancia entre esta guía y las instrucciones actualizadas del fabricante de un equipo específico debe resolverse a favor de las instrucciones del fabricante.

Las propuestas de actualización o corrección pueden dirigirse al responsable de formación de la agrupación, quien coordinará la revisión con el mando técnico.

---

*Fin de la Guía de Manejo de Cuerdas en Operaciones de Protección Civil*

---

Versión 1.0 | Uso interno | Agrupación de Voluntarios de Protección Civil