Curso de Capacitación

REDSUMA



Manejo Defensivo de Vehículos 4x4 en Alta Montaña y Faenas Mineras

Módulo 4:

Rescate, Emergencias y Técnicas Off-Road Avanzadas.

---

redsuma.cl

Introducción: La Filosofía del Rescate en Ambientes Hostiles

El entorno de la alta montaña y las faenas mineras representa uno de los escenarios más desafiantes para la operación de vehículos livianos y pesados. A diferencia de la conducción en carretera o en entornos urbanos controlados, el operador en la minería se enfrenta a una combinación letal de variables geográficas y climáticas: hipoxia por altitud, temperaturas extremas bajo cero, superficies de adherencia variable (hielo negro, barro, nieve profunda) y, quizás lo más crítico, el aislamiento.

Este módulo, "Rescate, Emergencias y Técnicas Off-Road Avanzadas", no es simplemente una guía sobre cómo sacar un vehículo atascado; es un tratado sobre la gestión de crisis. En la industria minera, la seguridad es el valor intransable que guía todas las operaciones. Por lo tanto, el rescate vehicular deja de ser una maniobra improvisada para convertirse en una operación de ingeniería planificada, donde la física, la metalurgia y la medicina de emergencia convergen.

Cuando un vehículo 4x4 queda inmovilizado a 4.000 metros sobre el nivel del mar, la situación puede escalar rápidamente de un incidente mecánico a una emergencia de supervivencia. La falta de oxígeno afecta la capacidad cognitiva del conductor (disminuyendo la capacidad de juicio), mientras que el frío extremo amenaza la integridad física de los ocupantes en cuestión de minutos si no se gestiona adecuadamente la exposición.

El propósito fundamental de este texto es profesionalizar la respuesta ante la inmovilización. Desterraremos mitos arraigados en la cultura popular del "off-road" recreativo que, aplicados en la industria, han costado vidas. Estableceremos la diferencia técnica absoluta entre remolcar y rescatar, analizaremos la física de los materiales elásticos frente a los rígidos y detallaremos los protocolos médicos para preservar la vida humana mientras llega la ayuda especializada. Al finalizar este módulo, el estudiante no solo sabrá operar un grillete o una eslinga, sino que comprenderá las fuerzas de toneladas que estos elementos administran y la responsabilidad legal y ética que conlleva su uso.

1.Física del Rescate: Diferencias Críticas entre Eslingas Estáticas y Cinéticas

Para operar con seguridad en el rescate vehicular, es imperativo abandonar la terminología vaga. En el lenguaje coloquial, a menudo escuchamos términos como "cuerda", "linga", "cincha" o "faja" utilizados indistintamente. Sin embargo, en la ingeniería de rescate, la distinción entre un elemento estático y uno cinético es tan vital como la distinción entre el pedal del freno y el acelerador. Confundirlos es la causa raíz de las fallas catastróficas de equipos y daños estructurales en los vehículos.



1.1. La Eslinga Estática: Ingeniería de Tracción Constante

Las eslingas estáticas, conocidas técnicamente en la industria como correas de remolque o estrobos (cuando son de cable de acero), están diseñadas para no estirarse.

Generalmente fabricadas de fibras de poliéster de alta tenacidad (Dacron) o polietileno de ultra alto peso molecular (Dyneema) en aplicaciones modernas, estas herramientas poseen un coeficiente de elongación extremadamente bajo, típicamente inferior al 3-5% bajo carga máxima de trabajo.

1.1.1. Principios Físicos de la Operación Estática

La física detrás de una eslinga estática es la de la transferencia directa de fuerza. La ecuación fundamental que rige su uso es la Segunda Ley de Newton $F = m \cdot a$, pero aplicada en un contexto de tracción casi cuasi-estática.

Cuando un vehículo tractor (A) tira de un vehículo averiado (B) con una eslinga estática, la fuerza ejercida por A se transmite instantáneamente a B. No hay almacenamiento de energía en el sistema de conexión. Si el vehículo A acelera bruscamente, el "tirón" se convierte en una carga de impacto (shock load). Dado que la eslinga no se estira para absorber este trabajo $W = F \cdot d$, la fuerza **F** debe ser inmensa para compensar la distancia **d** cercana a cero en la que ocurre la transferencia de energía.

$F_{impacto} = E_{cinética} / d_{elongación}$

Si la distancia de elongación $d_{elongación}$ es casi cero (como en una eslinga estática), la Fuerza de Impacto tiende al infinito. En la práctica, algo debe ceder para absorber esa energía: el metal del chasis, el gancho de remolque o la propia eslinga, que fallará catastróficamente.

1.1.2. Usos Correctos y Limitaciones

Las eslingas estáticas y los estrobos son herramientas esenciales, pero su uso se limita estrictamente a:

1. **Remolque en superficie firme:** Mover un vehículo averiado (con ruedas libres) desde el punto de falla hasta el taller o zona segura, siempre manteniendo la eslinga tensa y evitando tirones.
2. **Extensiones de Winch:** Cuando el cable del cabrestante no alcanza el punto de anclaje, se usa una eslinga estática para cubrir la distancia faltante sin introducir elasticidad peligrosa en el sistema de cable de acero.
3. **Aseguramiento de Carga o Estabilización:** Para evitar que un vehículo vuelque lateralmente durante una maniobra compleja.

Peligro Crítico: Jamás se debe utilizar una eslinga estática para intentar "arrancar" un vehículo atascado mediante impulso (carrera). La rigidez del material transmitirá el golpe directamente a la estructura del vehículo, pudiendo descuadrar el chasis, activar los airbags por el impacto detectado por los acelerómetros, o arrancar los puntos de anclaje convirtiéndolos en proyectiles.

1.2. La Eslinga Cinética: Almacenamiento y Liberación de Energía



La eslinga cinética, también llamada cuerda de recuperación dinámica o "Snatch Strap", es la herramienta reina del rescate en terrenos de baja adherencia como arena, nieve profunda o barro arcilloso. A diferencia de su contraparte estática, está fabricada predominantemente de **Nylon 6.6** (poliamida), un polímero que permite una elongación estructural de entre el **20% y el 30%** de su longitud total antes de alcanzar su límite elástico.

1.2.1. Física de la Recuperación Cinética

El funcionamiento de la eslinga cinética se basa en la transformación de la energía cinética en energía potencial elástica y su posterior liberación controlada.

- **Fase de Carga (Energía Cinética):** El vehículo de rescate se conecta al vehículo atascado dejando varios metros de holgura en la cuerda (formando una "S" en el suelo). El vehículo de rescate acelera, ganando velocidad y, por ende, energía cinética $E_k = 1/2 \cdot m \cdot v^2$.
- **Fase de Transición (Energía Potencial):** Cuando la cuerda se tensa, no detiene al vehículo de rescate en seco. En su lugar, comienza a estirarse. La energía del movimiento se transfiere a la estructura molecular del Nylon, almacenándose como energía potencial elástica. Esto frena suavemente al vehículo de rescate mientras la tensión aumenta progresivamente, no instantáneamente.

- **Fase de Liberación (El Efecto "Gomera"):** Una vez que el vehículo de rescate se ha detenido (o ha transferido toda su energía), la cuerda intenta retornar a su longitud original. Esta fuerza de contracción se suma a la tracción que el vehículo de rescate pueda tener, aplicando una fuerza suave, sostenida y multiplicada sobre el vehículo atascado.

Este proceso permite que un vehículo liviano (como una camioneta 4x4 estándar) rescate a un vehículo más pesado o profundamente atascado, ya que no depende únicamente de la fricción de sus neumáticos contra el suelo (que en hielo o barro es casi nula), sino de la inercia acumulada durante la fase de aceleración.

1.2.2. Ventajas Tácticas en Alta Montaña

En la alta montaña, la tracción es el recurso más escaso. Sobre hielo o nieve compactada, el coeficiente de fricción μ es extremadamente bajo. Si intentamos un rescate estático, las ruedas del vehículo rescatista patinarán inmediatamente antes de generar la fuerza necesaria para vencer la resistencia del vehículo atascado.

La cuerda cinética permite al vehículo de rescate generar **momentum** en una zona de tracción precaria antes de que la carga se aplique completamente. Este "impulso" rompe la succión del barro o la inercia estática de la nieve profunda, "despegando" al vehículo atrapado sin el trauma mecánico de un golpe seco.

1.3. Comparativa Técnica y Selección de Equipo

Para el operador en faena, la distinción visual y técnica es vital. A continuación, se presenta una tabla detallada para la selección correcta del equipo:

Característica	Eslinga Estática (Remolque/Estrobo)	Eslinga Cinética (Rescate/Dinámica)
Material Base	Poliéster (Dacron) / Acero / Dyneema	Nylon 6.6 (Poliamida Doble Trenzado)
Elongación %	3% – 5% (Mínima)	20% – 30% (Alta)
Comportamiento Físico	Transmisión directa de fuerza	Almacenamiento y liberación de energía
Aplicación Principal	Remolque en plano, anclaje de winch	Desatasco por impulso ("Snatch")

Uso Prohibido	Tirones con carrera (Riesgo de rotura)	Remolque larga distancia (Abrasión/Fatiga)
Color/Identificación	Generalmente colores sólidos (Amarillo/Naranja), cintas planas rígidas	A menudo cuerdas trenzadas (Soga) o cintas con bucles reforzados
Factor de Seguridad	Cargas constantes	Picos de carga dinámicos

Nota de Seguridad: Nunca se debe unir una eslinga cinética con una estática mediante un grillete metálico para ganar longitud. Si el sistema falla, el grillete en el medio se convierte en un proyectil mortal. La unión debe hacerse "gaza con gaza" (loop to loop) utilizando un interpositor (como un cargador enrollado) para evitar que se suelden por fricción, o mediante grilletes textiles.

2. Peligros Mortales en Maniobras de Rescate

La energía potencial almacenada en una eslinga tensada es comparable a la de una bomba lista para detonar. Si un componente del sistema falla, esa energía se libera instantáneamente, acelerando cualquier pieza metálica suelta a velocidades que superan la de una bala de bajo calibre. En la historia de la operación 4x4, la mayoría de las fatalidades no ocurren por el atascamiento en sí, sino por errores en la maniobra de recuperación.

2.1. Prohibición Absoluta de la Bola de Remolque

El error más común, y lamentablemente el más letal en el mundo del 4x4 aficionado y profesional, es utilizar la bola de remolque (el "coco" de arrastre) como punto de anclaje para una maniobra de rescate, especialmente cuando se utilizan eslingas cinéticas. **Esta práctica está terminantemente prohibida en cualquier estándar de seguridad minera y vial.**

2.1.1. Análisis Ingenieril del Fallo

Para entender por qué falla, debemos analizar las fuerzas para las que fue diseñada la bola de remolque:

- **Diseño:** Está diseñada para soportar una carga de tracción **horizontal constante** (arrastrar un remolque con ruedas libres) y una carga **vertical** de compresión (el peso de la lanza del remolque).
- **La Falla:** No está diseñada para soportar **cargas de impacto** ni fuerzas de **cizallamiento** (corte). Durante un rescate cinético, la eslinga puede deslizarse hacia arriba en el cuello de la bola, aplicando una fuerza de palanca inmensa.

- **Mecanismo de Ruptura:** El acero, sometido a fatiga previa por el uso normal, sufre una fractura por cizalladura en la base del cuello. Esto ocurre en milisegundos durante el pico de tensión del tirón.

2.1.2. El Efecto Proyectil (Slingshot Effect)

Cuando la bola se rompe, la eslinga (que en ese momento está estirada y cargada con toneladas de energía potencial) actúa como una resortera gigante. La bola de acero, que pesa aproximadamente 1–2 kg, es acelerada hacia el vehículo de rescate.

- **Trayectoria:** La bola viaja en línea recta hacia el punto de origen de la fuerza.
- **Impacto:** A la velocidad de liberación elástica, la bola posee suficiente energía cinética para atravesar el portón trasero de una camioneta, perforar los asientos traseros, atravesar el apoyacabezas del conductor y salir por el parabrisas delantero.
- **Consecuencias Humanas:** Existen múltiples casos documentados forenses donde el conductor del vehículo de rescate ha fallecido instantáneamente por impacto craneal debido a una bola de remolque proyectada. Es un evento de violencia extrema e instantánea.

Regla de Vida: Si un vehículo no tiene puntos de recuperación adecuados, **nunca** ceda a la tentación de poner la eslinga en la bola. Es preferible dejar el vehículo atascado y buscar maquinaria pesada o cavar durante horas, que arriesgar una vida en una maniobra con bola de remolque.

2.2. Riesgos de Proyección y Puntos de Anclaje Improvisados

La desesperación por salir de un atascamiento lleva a los conductores a improvisar puntos de anclaje. Esto es un error grave. Los vehículos modernos tienen múltiples componentes que parecen sólidos pero no son estructurales.

2.2.1. Puntos Prohibidos

- **Ganchos de Transporte (Tie-down Loops):** La mayoría de los vehículos 4x4 salen de fábrica con pequeños bucles de acero soldados bajo el parachoques. Estos **NO son ganchos de rescate**. Están diseñados exclusivamente para sujetar el vehículo inmóvil en la cubierta de un barco o en un camión cigüeña durante su transporte logístico. No soportan tirones dinámicos y suelen arrancarse, convirtiéndose en proyectiles.
- **Componentes de Suspensión:** Anclar una eslinga a un brazo de control, una barra de dirección, un eje o una ballesta es garantía de daño mecánico severo. Se pueden doblar componentes críticos que dejarán al vehículo inoperable (ruedas apuntando en direcciones opuestas), transformando un simple atascamiento en una avería mecánica mayor en zona remota.
- **Parachoques Estándar:** Los parachoques modernos son plásticos con refuerzos ligeros para absorción de impactos menores. No tienen conexión estructural sólida para soportar tracción.

- **Barras Antivuelco (Roll bars):** A menudo son estéticas o tubulares ligeras. Tirar de ellas desde un ángulo alto puede causar un vuelco del vehículo atascado debido al alto centro de gravedad del punto de tiro.

2.2.2. Riesgo de Cizallamiento en Líneas de Tiro

Un peligro menos obvio pero igualmente mortal es la rotura de la línea por abrasión o corte. Si una eslinga o cable de winch roza contra una roca afilada o el borde de un parachoques metálico bajo tensión, puede cortarse instantáneamente. La liberación de energía resultante provoca el "latigazo" del cable, capaz de amputar extremidades o causar traumatismos severos a cualquier persona en el radio de acción.

3. Seguridad en la Maniobra: Equipamiento y Procedimientos

La seguridad no es un accidente; es el resultado de utilizar el equipo correcto de la manera correcta. En la minería, el estándar es utilizar elementos certificados (con factor de seguridad conocido) y seguir procedimientos de operación estandarizados.

3.1. Uso Correcto de Grilletes (Shackles)

El grillete es el eslabón fusor que conecta el vehículo con el sistema de recuperación. Su correcta selección y manipulación es crítica.



3.1.1. Grilletes de Acero (Bow Shackles)

Son los conectores más tradicionales. Para el rescate 4x4, se utilizan casi exclusivamente los grilletes tipo "Lira" o "Omega" (Bow Shackles), ya que su forma redondeada permite que la eslinga se acomode en diferentes ángulos sin reducir significativamente la resistencia de la pieza, a diferencia de los grilletes en "D" (Chain Shackles) que son para tiros rectos.

- **Certificación y WLL:** Un grillete seguro debe tener grabada en relieve (forjada) su capacidad de carga o **WLL (Working Load Limit)**. La medida estándar para camionetas mineras y 4x4 medianos es el grillete de **3/4 de pulgada** con un pasador de 7/8 de pulgada, que típicamente tiene una WLL de **4.75 Toneladas**.

- *Nota Técnica:* El WLL es la carga segura de trabajo. La carga de ruptura (MBS – Minimum Breaking Strength) suele ser 6 veces mayor (Factor de Seguridad 6:1), lo que significa que un grillete de 4.75T teóricamente rompe a las 28.5T. Sin embargo, nunca debemos acercarnos a ese límite.

- **Procedimiento de Ajuste (La Regla de la Media Vuelta):** Al colocar un grillete, se debe apretar el pasador a fondo con la mano y luego **aflojar media vuelta**.
  - *Razón Física:* Bajo la tensión extrema de un rescate, el arco del grillete se deforma elásticamente (se estira milimétricamente). Si el pasador estaba apretado a tope, la deformación bloqueará la rosca (gripaje). Al finalizar el rescate, será imposible abrir el grillete sin herramientas pesadas (cortafríos o galletas), inutilizando el equipo.
- **Orientación de Carga:** La carga siempre debe aplicarse en el arco del grillete y en el pasador, nunca lateralmente a través del cuerpo. La eslinga debe ir preferiblemente en el arco ("panza") y el pasador al punto fijo del vehículo para evitar que el movimiento de la eslinga desenrosque el pasador accidentalmente.



3.1.2. Grilletes Textiles (Soft Shackles)

La tecnología moderna ha introducido los grilletes textiles, fabricados con fibras de polietileno de ultra alto peso molecular (HMPE, Dyneema, Spectra). Estos están reemplazando rápidamente al acero en operaciones profesionales.

- **Seguridad por Ligereza:** Su principal ventaja es la seguridad. Pesan gramos. Si un grillete textil se rompe o se suelta, su masa es tan baja que tiene muy poca energía cinética, eliminando casi por completo el riesgo de proyectil letal. No matan.
- **Resistencia Superior:** A pesar de ser "cuerda", son más fuertes que el acero. Un grillete textil de diámetro equivalente a uno de acero puede tener una carga de ruptura de 15.000 kg o más.
- **Versatilidad:** Permiten conectar dos eslingas entre sí sin introducir un elemento metálico peligroso en la mitad de la línea. Son flexibles y no dañan la pintura o el chasis del vehículo

3.2. Amortiguadores de Línea de Tiro (Winch Dampers)

El amortiguador de línea es un componente obligatorio bajo el Estándar de Control de Fatalidades (ECF) en minería para cualquier operación de tracción con cable o eslinga.



3.3. Zonas de Despeje Seguro (Safe Clearing Zones)

Antes de iniciar cualquier tensión, el líder de la maniobra debe establecer y hacer respetar un perímetro de seguridad. La zona de peligro no se limita solo a la línea recta detrás de los vehículos.

- **El Radio de Seguridad:** Se debe despejar un radio equivalente a **1.5 veces la longitud de la línea desplegada** en todas las direcciones alrededor de los puntos de anclaje. Si usamos una eslinga de 9 metros, nadie debe estar a menos de 13.5 metros.
- **El Triángulo de la Muerte:** Es el espacio comprendido entre los dos vehículos y la línea de tiro. Bajo ninguna circunstancia debe haber personas en este espacio durante la tensión. Si la línea se rompe, barre este sector con fuerza letal.
- **Ubicación del Spotter (Observador):** Si es necesario un guía externo para dar instrucciones, este debe ubicarse lateralmente, fuera del radio de alcance del cable, y nunca pendiente abajo de un vehículo inestable. Debe tener comunicación visual o radial clara con los conductores.
- **Control de Espectadores:** En la era de las redes sociales, es común que pasajeros o terceros intenten acercarse para filmar. El operador debe detener la maniobra inmediatamente (Stop Work Authority) si alguien rompe el perímetro. Un video no vale una vida.

4. Protocolo de Emergencia: PAS y Gestión de la Hipotermia

A pesar de la prevención y la técnica, los accidentes ocurren. En un entorno de alta montaña, lejos de hospitales y servicios de emergencia (SAMU), el conductor 4x4 se convierte en el primer respondiente. Su actuación en los primeros minutos ("La Hora Dorada") determina a menudo la supervivencia de los heridos.



4.1. El Protocolo PAS: Proteger, Avisar, Socorrer

El protocolo PAS es el estándar internacional para la gestión de incidentes. Su orden es jerárquico y no debe alterarse: no se puede socorrer si no se ha protegido el lugar, pues se generarán más víctimas.

4.1.1. P – PROTEGER (Protect)

El instinto humano es correr hacia el herido. En la montaña, esto es un error fatal. Antes de actuar, deténgase y evalúe la escena (Evaluación 360°).

- **Seguridad de la Escena:** ¿Es seguro acercarse? ¿Hay riesgo de una segunda avalancha? ¿Caída de rocas? ¿Está el vehículo inestable al borde de un precipicio? ¿Hay derrame de combustible?

- **Aseguramiento:** Estacione su vehículo en una zona segura, encienda luces de emergencia y balizas. Si el vehículo accidentado está inestable, asegúrelo primero con el winche de su vehículo o con cuñas antes de intentar acceder a él.
- **Señalización:** Coloque triángulos reflectantes. En curvas ciegas o condiciones de baja visibilidad (niebla, nieve), las distancias de señalización deben duplicarse o triplicarse.

4.1.2. A – AVISAR (Alert)

Una vez asegurada la escena, se debe pedir ayuda inmediatamente. En la montaña, los minutos cuentan.

- **Canales de Comunicación:**
  - **Radio VHF/UHF:** Utilice la frecuencia de emergencia de la faena o canales de montaña preestablecidos.
  - **Teléfono Satelital:** En zonas sin cobertura celular, es la única vía confiable. Tenga a mano los números de emergencia de la faena, Socorro Andino o Carabineros.
  - **Dispositivos Satelitales (InReach/Spot):** Active el botón SOS si la situación es crítica.
- **Información Crítica a Transmitir:**
  a. **Identificación:** Quién llama.
  b. **Ubicación Exacta:** Coordenadas GPS (Latitud/Longitud). No confíe en referencias vagas como "cerca de la curva grande".
  c. **Naturaleza del Incidente:** Vuelco, choque, desbarrancamiento.
  d. **Número y Estado de Víctimas:** Conscientes/Inconscientes, atrapados mecánicamente.
  e. **Condiciones Meteorológicas:** Visibilidad, viento (dato vital si se requiere rescate aéreo).

4.1.3. S – SOCORRER (Succor)

Solo cuando la zona es segura y la ayuda está en camino, se atiende a las víctimas.

- **Evaluación Primaria (XABCDE):** Control de hemorragias exanguinantes (X), Vía Aérea (A), Respiración (B), Circulación (C), Déficit Neurológico (D), Exposición/Entorno (E).
- **No Mover:** En accidentes de alta energía (vuelcos 4x4), asuma siempre lesión de columna cervical. No extraiga a la víctima del vehículo a menos que haya un riesgo inminente de muerte (incendio, caída al vacío, asfixia incontrolable). La extracción sin inmovilización puede causar parálisis permanente.

4.2. Prevención y Tratamiento de la Hipotermia en Accidentes

En alta montaña, la hipotermia es el "asesino silencioso". Un herido politraumatizado pierde la capacidad de regular su temperatura corporal. El choque hipovolémico (pérdida de sangre) sumado al frío crea la "Tríada de la Muerte" (Hipotermia, Acidosis, Coagulopatía). Si el paciente se enfría, su sangre no coagula, y morirá desangrado por heridas que de otro modo serían manejables.

4.2.1. Fisiología de la Pérdida de Calor

El cuerpo pierde calor por cuatro mecanismos, todos exacerbados en un accidente en montaña:

1. **Conducción:** Contacto directo con el suelo frío o la nieve. Un herido tirado en el suelo pierde calor rapidísimo.
2. **Convección:** El viento (Wind Chill) roba calor de la piel y la ropa mojada.
3. **Radiación:** Pérdida de calor hacia el ambiente frío.
4. **Evaporación:** Sudor o ropa mojada por nieve derretida.



4.2.2. Signos de Hipotermia (Los "Umbles")

Debe saber reconocer la hipotermia antes de que sea severa. En inglés se usa la regla de los "Umbles":

- **Stumbles (Tropezones):** Pérdida de coordinación motora, caminar errático.
- **Mumbles (Balbuceos):** Habla confusa, arrastrada, incoherente.
- **Fumbles (Torpeza):** Manos torpes, no puede subir un cierre o abrochar botones (pérdida de motricidad fina).
- **Grumbles (Quejas):** Cambio de actitud, negación, irritabilidad o apatía extrema.

4.2.3. Manejo de la Hipotermia en Terreno

1. **Aislamiento del Suelo:** Es la prioridad número uno. Coloque algo entre la víctima y el suelo: alfombras del auto, asientos desmontados, cartones, ramas, mochilas. Detenga la pérdida por conducción.
2. **Barrera de Vapor (Burrito Wrap):** Envuelva a la víctima para evitar la pérdida de calor. El modelo ideal es: Capa impermeable (lona/plástico) + Capa aislante (sacos de dormir/mantas/ropa) + Fuente de calor externa + Víctima. Es vital cubrir la cabeza y el cuello.
3. **Calor Externo Activo:** Si es posible, aplique botellas con agua tibia (no hirviendo) envueltas en tela en zonas clave: axilas, ingles y cuello (donde pasan grandes vasos sanguíneos).
    - **Advertencia:** NUNCA frote las extremidades frías ni aplique calor directo en pies/manos congelados. Esto provoca que la sangre fría y ácida de las extremidades retorne al corazón ("Afterdrop"), pudiendo causar un paro cardíaco por shock térmico.
4. **Movilización Suave:** Un corazón hipotérmico es extremadamente irritable eléctricamente. Un movimiento brusco, golpe o poner a la víctima de pie repentinamente puede desencadenar una Fibrilación Ventricular. Mueva al paciente con extrema suavidad y manténgalo en posición horizontal.

5. Técnicas Off-Road Avanzadas de Autorescate

En la minería y exploración, a menudo trabajamos solos. El autorescate es la capacidad de liberar el vehículo utilizando solo los recursos a bordo, sin depender de un segundo vehículo.

5.1. Uso Avanzado del Winch (Cabrestante)

El winch no es solo un cable para tirar. Su uso técnico maximiza la eficiencia y seguridad.

5.1.1. La Polea de Reenvío (Snatch Block)

La polea es un multiplicador de fuerza. Si el winch no tiene fuerza suficiente para mover el vehículo, o si queremos reducir el estrés en el motor eléctrico:

1. Pasamos el cable por una polea anclada a un punto fijo (árbol/roca).
2. Devolvemos el gancho al propio vehículo (a un punto de chasis distinto al del winch).
3. **Resultado Físico:** Obtenemos una ventaja mecánica de **2:1**. El winch ejerce el doble de fuerza sobre el vehículo, a costa de recoger el cable a la mitad de la velocidad. Esto reduce el amperaje, calienta menos el motor y da más control.

5.1.2. Cambios de Dirección

A veces el único anclaje sólido no está frente al vehículo, sino a un lado. Tirar en ángulo sin polea apilará el cable en un lado del tambor, dañando el winch y las barras de unión.

- **Técnica:** Se ancla una polea en un punto frente al vehículo para que el cable salga recto del tambor, y desde la polea se dirige el cable hacia el anclaje lateral. La polea actúa como un punto de pivote.

5.2. Planchas de Desatasco (Traction Boards)

En nieve profunda o arena suelta, donde no hay árboles ni rocas para el winch, las planchas de desatasco (tipo Maxtrax o TRED) son la solución.

- **Técnica Correcta:**

1. **Palear:** Use la pala para despejar la nieve/barro frente a las ruedas y crear una pequeña rampa.
2. **Colocación:** Inserte las planchas agresivamente bajo el neumático, asegurándose de que los tacos de la goma enganchen los dientes de la plancha.
3. **Aceleración:** Este es el punto crítico. **Acelere muy suavemente**. Si las ruedas giran rápido (spin), derretirán los dientes de plástico de la plancha por fricción, inutilizándola y quemando el neumático. La tracción debe ser lenta y controlada hasta que el vehículo suba a la plancha y gane momentum.

5.3. Conducción en Hielo y Corrección de Derrapes

En alta montaña, el peligro a menudo no es quedarse atascado, sino perder el control en movimiento sobre hielo.

- **Sobreviraje (Ida de cola):** Si la parte trasera del vehículo intenta adelantar a la delantera (trompo), gire el volante **hacia** el lado donde se va la cola (contravolante). **NO toque el freno**. Mantener una aceleración neutra o muy suave ayuda a transferir peso atrás y recuperar la tracción. Mirar hacia donde quiere ir, no hacia donde apunta el vehículo.
- **Subviraje (Ida de trompa):** Si gira el volante y el vehículo sigue recto, ha perdido tracción delantera. **Enderece la dirección momentáneamente**. Esto puede parecer contraintuitivo, pero permite que las ruedas delanteras recuperen la relación estática con el suelo. Una vez que sienta agarre, vuelva a intentar el giro suavemente. Frenar a fondo solo empeorará el deslizamiento (incluso con ABS, que aumentará la distancia de frenado en superficie suelta).

Conclusión del Módulo

La operación en alta montaña exige un respeto profundo por las leyes de la física y la fragilidad biológica. El rescate vehicular no es un concurso de fuerza bruta, sino un ejercicio de precisión técnica. Como operadores profesionales:

- Priorizamos la **planificación** sobre la improvisación.
- Elegimos el **equipo certificado** (grilletes, eslingas cinéticas) sobre soluciones caseras peligrosas (bolas de remolque).
- Entendemos que nuestra primera misión en un accidente es **evitar nuevas víctimas** (Protocolo PAS).
- Sabemos que el frío mata tanto como el trauma, y gestionamos la **hipotermia** agresivamente.

La montaña no perdona la negligencia, pero recompensa la preparación. Mantenga su equipo inspeccionado, sus conocimientos frescos y su actitud siempre orientada a la seguridad ("Safety First").



REDSUMA

Manejo Defensivo de Vehículos 4x4 en Alta Montaña y Faenas Mineras

Módulo 4:

Rescate, Emergencias y Técnicas Off-Road Avanzadas.

redsuma.cl