RIESGOS NATURALES

GUÍA PARA COMPRENDER, OBSERVAR Y PROTEGERSE EN LA MONTAÑA

Esta publicación va dirigida a los gestores y responsables de la administración del territorio (local, comarcal, provincial, regional o nacional), los técnicos que trabajan en el medio rural, los informadores y los creadores de opinión (medios de comunicación), los promotores de actividades en el campo y todas las personas que hacen uso de la montaña, para que dispongan de mayor información a la hora de considerar los riesgos naturales en su toma de decisiones. Porque un mayor nivel de conocimiento es la mayor garantía de una disminución en el futuro de los daños que pueden generar los riesgos naturales.

CONTENIDOS

PRESENTACIÓN 4

LOS RIESGOS NATURALES 6
¿Qué es un riesgo natural?
Factores de los riesgos naturales
Conceptos importantes en relación a los riesgos naturales

A LURTE: CENTRO DE REFERENCIA DE LOS RIESGOS NATURALES DE MONTAÑA 12
¿Quienes somos?
¿Dónde estamos?
¿Cómo contactar con nosotros?
¿Qué hacemos?
¿Cómo se puede colaborar?
Área de interpretación, formación y divulgación de los riesgos naturales de montaña y la cultura del riesgo
Área de estudios como centro de referencia en riesgos de montaña
El monte protector en alta montaña
El monte de los Arañones
Rutas por las obras de defensa frente a riesgos naturales del valle de Canfranc (Huesca)

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS NATURALES 20
Zonas donde existe la necesidad de realizar un análisis y evaluación de riesgos naturales
Metodología general para el análisis y evaluación de riesgos
Situación de riesgo

MEDIDAS ANTE LOS RIESGOS 22
Medidas predictivas
Medidas preventivas
Medidas correctoras
Plan de autoprotección/Plan de emergencia
Emplazamientos para acampadas a evitar
Principales recomendaciones para hacer en el caso de que se manifieste un riesgo

LOS PROFESIONALES DE LOS RIESGOS NATURALES 28
El carácter multidisciplinar de los riesgos naturales
¿Qué es el 112?
Titulaciones/profesiones más relacionadas
El Observatorio de la Montaña
El convenio de Montañas Seguras
El GREIM
LA UME (Unidad Militar de Emergencias)
Operativo aragónes frente a los incendios forestales

LA NORMATIVA EN LOS RIESGOS NATURALES 34
Decreto 74/2018
Normativa autonómica
Normativa estatal
Normativa internacional

LOS INCENDIOS FORESTALES 36
¿Cómo se inicia un incendio forestal?
Falsas creencias
La propagación del fuego
Incendios y paisaje
La amenaza de los megaincendios
La protección de un emplazamiento próximo al monte
Especies con buen comportamiento frente al fuego
Especies muy inflamables en época de peligro
Mapa diario de peligrosidad

LAS AVENIDAS E INUNDACIONES 42
¿Dónde existe riesgo de inundaciones?
Avenidas torrenciales
Avenidas fluviales
Buscando emplazamientos seguros
Cómo se mitiga el riesgo por avenidas e inundaciones
Medidas no estructurales
Medidas estructurales

LOS MOVIMIENTOS DE TERRENO 48
Principales tipos de movimientos del terreno
Factores condicionantes
Factores desencadenantes
Confección de mapas de peligrosidad
Métodos de evaluación del riesgo
Evaluación del nivel de peligro por movimientos de terreno
Medidas de prevención frente a los movimientos del terreno
Medidas de defensa frente a los movimientos del terreno

LOS ALUDES DE NIEVE 54
El manto nivoso
A qué se considera un alud de nieve
¿Por qué hay aludes de nieve?
¿Dónde existe riesgo de aludes de nieve en Aragón?
¿Cómo se caracteriza el peligro de aludes?
Factores de peligro
Evaluación del peligro de aludes de nieve
Situaciones nivometeorológicas favorables para los aludes
Tipos de aludes de nieve
Necesidad de una respuesta rápida tras un alud
Actuaciones preventivas frente a aludes de nieve
Actuaciones de defensa frente a los aludes de nieve

OTROS RIESGOS 60
Riesgo por caída de árboles
Riesgo por fenómenos climatológicos especialmente adversos
Riesgo por rayos
Riesgo tecnológico
Riesgo por cercanía a vías de comunicación

El Instituto Aragonés de la Juventud, organismo autónomo adscrito al Departamento de Ciudadanía y Derechos Sociales del Gobierno de Aragón, ofrece a todos los interesados en organizar campamentos y colonias en nuestra Comunidad Autónoma esta nueva publicación. El objetivo principal es ofrecer información en relación a los riesgos naturales que potencialmente pueden amenazar a las actividades juveniles de tiempo libre que se quieran desarrollar en Aragón.

En el año 2018 se declararon 479 actividades en el territorio aragonés, con 35.324 participantes. Unas cifras que han tenido estos últimos años un crecimiento sostenido, y que ponen en valor la importancia de estas actividades para el desarrollo personal y colectivo de los jóvenes, así como de la importancia que le otorga la sociedad a este tipo de actividades.

El pasado año se aprobó el nuevo reglamento, Decreto 74/2018, de 24 de abril, de las actividades juveniles de tiempo libre en la Comunidad Autónoma de Aragón. Esta normativa surge tras un amplio proceso abierto de participación con las distintas instituciones implicadas en el desarrollo de estas actividades juveniles en el tiempo libre y especialmente del trabajo conjunto con entidades promotoras de las mismas.

En esta normativa se incorporan novedades como la previsión específica de las actividades de aventura, la reducción de la ratio de menores por monitor, la creación de la figura del responsable de seguridad y la incorporación de un anexo relativo a un sistema de evaluación de los distintos tipos de riesgos.

En este decreto, en su capítulo II, artículo 7, apartado 2, se establecen unas condiciones que deben reunir los terrenos donde se pretendan ubicar las tiendas de campaña y otras estructuras fijas o móviles y que en principio permitirían descartar ubicaciones que pudieran generar riesgos a los campistas.

En el apartado 4 de este artículo 7 se propone que de forma voluntaria los promotores de estas actividades vayan un paso más y certifiquen, con apoyo en un estudio técnico específico, la aceptabilidad del emplazamiento en relación a todos los riesgos naturales (inundaciones, incendios forestales, movimientos del terreno, caída de árboles, rayos, proximidad a vías de comunicación, etc.).

En el artículo 18 de este capítulo II se describe la nueva figura del "responsable de seguridad" que tendrá la responsabilidad de velar y supervisar las medidas de seguridad y el plan de emergencia de la actividad juvenil.

El anexo III recoge la metodología que se propone para valorar las condiciones de aceptabilidad de un emplazamiento frente a los diferentes riesgos mayores. Se distingue una primera posible situación de aceptabilidad directa para todos los riesgos que podría ser desarrollada sin necesidad de la participación de un especialista en riesgos, y seguidamente la metodología para el análisis y evaluación de los riesgos en el resto de situaciones.

Con esta publicación se ofrece a los promotores de estas actividades una información básica para el conocimiento de todos los aspectos relacionados con la "cultura del riesgo" y en relación a los distintos riesgos naturales para facilitar la correcta elección de los emplazamientos donde desarrollar estas actividades y poder ser conscientes, en su caso, de las mejoras necesarias a desarrollar en aquellos para reducir los niveles de riesgo residual.

Adrián Gimeno Redrado
Director gerente del Instituto Aragonés de Juventud

A Lurte vio la luz definitiva en el año 2013 como un proyecto del Ayuntamiento de Canfranc con el objetivo de erigirse en un centro de referencia para la gestión de riesgos de montaña. La ubicación de este centro en Canfranc no es baladí pues en su término, y en ambas márgenes de la ubicación de la Estación Internacional de Canfranc, se encuentra el monte de Arañones, donde se acometieron a principios del siglo pasado el conjunto de obras de protección frente a aludes de nieve de mayor importancia, en esa época, de toda Europa y que aún hoy constituyen el más valioso patrimonio de obras de defensa contra riesgos naturales de la península ibérica.

La idea de crear este centro nace de la preocupación que se tiene, en un territorio como el valle de Canfranc, sobre la importancia de conocer, investigar y actuar para prevenir y protegerse de las posibles afecciones por los riesgos naturales que amenazan tanto a personas como a bienes en terrenos de montaña. Por ejemplo, en el arco alpino existe un pormenorizado y sistemático registro de eventos extremos como aludes y movimientos del terreno que permiten avanzar de forma extraordinaria en el conocimiento del funcionamiento de los mismos y de sus potenciales consecuencias.

Para las montañas de Aragón es necesaria la existencia de una entidad pública que tenga esta vocación de coordinar y planificar la recogida de datos de eventos extremos y A Lurte ha iniciado este trabajo. También en materia de protección frente a riesgos naturales se han realizado multitud de obras y es necesario revisar su adecuado mantenimiento y mejora de las mismas, y en este campo también A Lurte ofrece sus servicios a distintas instituciones de forma centralizada y desde el territorio.

Pero quizás la labor que con mayor empeño y dedicación, durante estos ya 6 años de funcionamiento, ha llevado a cabo A Lurte, es la divulgación y formación en materia de la "cultura del riesgo" y la transmisión de unos conocimientos básicos sobre los principales riesgos naturales que ocurren en las áreas de montaña. Estas enseñanzas están dirigidas a la población en general, escolares, universitarios, montañeros, responsables institucionales, turistas, etc.

A Lurte ha instalado en su sede, el edificio habitado más antiguo de Canfranc Estación, un centro de interpretación con multitud de recursos que ha estado centrado hasta el año 2018 en la Nivología y los Aludes de Nieve, pero que desde el año 2020 amplía sus contenidos a todos los riesgos naturales mayores (incendios forestales, inundaciones y movimientos del terreno). Entre estos nuevos recursos que dispondrá el centro se encuentra esta publicación que se ha realizado conjuntamente con el Instituto Aragonés de Juventud, con la que se quiere aportar una visión iniciática, a un nivel asequible para el público en general, sobre los riesgos naturales que con mayor intensidad han afectado y afectarán a los pobladores y visitantes de nuestra montaña pirenaica.

La vocación a futuro del centro A Lurte es continuar con su labor formativa y de divulgación en materia de riesgos naturales en montaña porque se considera que debe ser la principal política para la prevención de los mismos. Y es una labor principal del Centro colocar en la agenda de la sociedad en general y de las instituciones, la necesidad de atender y considerar esta materia para la gestión del territorio de cara a reducir los potenciales efectos de estos eventos extremos cuya amenaza se verá incrementada en el futuro por los efectos del cambio climático.

Invitar finalmente a los lectores de esta publicación para que visiten el Centro de Interpretación y transiten por las rutas temáticas con las que, en relación a los riesgos naturales, cuenta el municipio para poder disponer de una primera aproximación a la realidad de los riesgos naturales de montaña en un entorno emblemático.

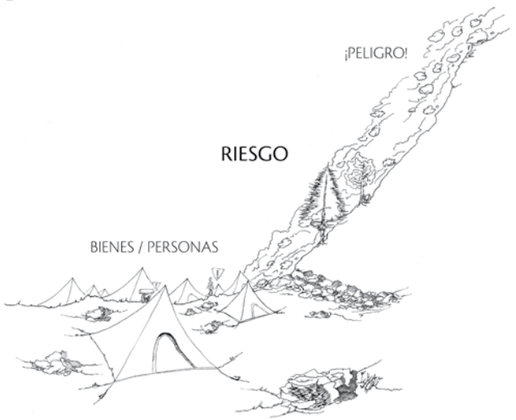
Fernando Sánchez Morales
Alcalde de Canfranc
Inés Veintemilla Izuel
Responsable de A Lurte

LOS RIESGOS NATURALES

¿Qué es un riesgo natural?

No hay región en el mundo que no se haya visto, o que no se vaya a ver, afectada por un fenómeno natural de carácter adverso provocado generalmente por una **situación meteorológica o un fenómeno geológico extraordinario**. Las consecuencias, tanto materiales como en relación a la afección a las personas, de estos fenómenos suelen contar con la participación del ser humano en relación a la amplificación o reducción de sus efectos por el uso que hace del territorio.

El concepto de riesgo natural está relacionado con la probabilidad de que una localización concreta pueda verse afectada por un fenómeno natural adverso y que este pueda suponer **una pérdida económica, un daño ambiental y unas afecciones a las personas**. Para estimar el nivel de riesgo hay que considerar, por un lado, la probabilidad e intensidad potencial del fenómeno adverso conjuntamente con la posibilidad de generar daños.



Para encontrar una situación de riesgo debe existir cierta probabilidad de que en un territorio se puede producir un evento extremo adverso que pueda alcanzar un emplazamiento **(peligrosidad o susceptibilidad)**, que un bien material, ambiental y/o personal se pueda ver afectado por aquel **(nivel de exposición)** y que se produzca cierto nivel de daños **(función de su vulnerabilidad)**.

A Lurte se ocupa especialmente de los **riesgos naturales predecibles**, es decir, de aquellos en que se puede llegar a estimar su probabilidad temporal de ocurrencia para una determinada intensidad. Fenómenos como por ejemplo la caída de un meteorito es actualmente

de previsión temporal y espacial técnicamente muy complicada, mientras que la estimación de la posible ocurrencia de una precipitación de determinada intensidad en una cuenca sí se considera que es posible. Hay algunos riesgos, como los incendios forestales, en los que la mano del hombre puede intervenir de una forma muy importante, lo que los hace de pronóstico temporal más imprevisible, pero son riesgos que sí permiten discriminar las situaciones de mayor peligrosidad y las medidas para reducirla.

Los principales riesgos predecibles que amenazan a los emplazamientos de montaña en Aragón son: los incendios forestales, las inundaciones, los movimientos del terreno, la caída de árboles, el efecto del viento, el desprendimiento de aludes, la afección por proximidad de vías de comunicación, la caída de rayos, otros riesgos tecnológicos, etc.

ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DEL RIESGO

Es conveniente trabajar con enfoques globales para la gestión de riesgo de una materia sujeta a importantes incertidumbres. En este sentido se propone seguir los siguientes pasos:

- Realizar un **análisis** del mismo apoyado en **métodos ya existentes** que se hayan podido contrastar y probar (importancia del registro y estudio de eventos extremos históricos). Estos métodos de análisis deben ser comparables (trabajando con parámetros de medida homogéneos) y se deben fijar *a priori*.

- Es preciso desarrollar procesos de **evaluación** perfectamente estructurados y lógicos con una clara definición de los pasos a seguir buscando la efectividad y eficiencia de los mismos.

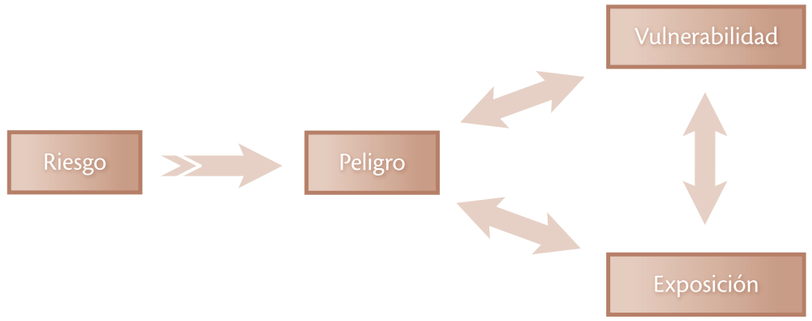
- Se deben **marcar** claramente los **objetivos finales** a obtener y organizar con claridad el proceso final de decisión y de valoración de los resultados. En este sentido puede ser interesante incluir un análisis tipo DAFO.

- Los riesgos naturales y todas las circunstancias que los rodean no permanecen estáticos, por ello los resultados del análisis y evaluación deben estar sujetos a un **proceso continuo de revisión y mejora,** que es particular para cada uno de los riesgos.

La metodología de análisis y evaluación de riesgos naturales contenida dentro del anejo II del Decreto 74/2018, de 24 de abril, de las actividades juveniles de tiempo libre en Aragón, sigue la estrategia de gestión de los riesgos que aquí se propone. En el cuadro inferior se observan las situaciones en las que se considera que no debe profundizarse en la evaluación de determinados riesgos por considerarse como de aceptabilidad directa.

Factores de los riesgos naturales

Un factor de riesgo es todo aquello que condiciona o influye en la intensidad de los efectos, en el alcance del daño o en la ocurrencia del riesgo. El conocimiento de los factores de riesgo es fundamental para la predicción y prevención de los mismos. La magnitud de un riesgo depende de los siguientes factores: **peligrosidad, exposición y vulnerabilidad.**



R = P x E x V

Riesgo = Peligro x Nivel de exposición x Vulnerabilidad

Riesgo natural	Criterios de aceptabilidad directa
Inundaciones	La sección hidráulica más desfavorable es superior a secciones de referencia del territorio que se consideran difícilmente inundables en base a estudios y simulaciones para precipitaciones máximas en función del tamaño de cuenca y la topografía del cauce.
Movimientos del terreno	No existen evidencias en la cuenca de riesgo de fenómenos adversos. No nos encontramos con factores condicionantes y desencadenantes desfavorables en las laderas del entorno del emplazamiento.
Incendios forestales	En una distancia de como mínimo 50 metros del perímetro exterior del emplazamiento nos encontramos con una vegetación de baja carga de combustible y combustibilidad y hay una situación favorable para la evacuación de las personas a zona segura.
Caída de árboles	La altura máxima del arbolado que potencialmente puede afectar al emplazamiento tiene menos de 7 metros y no presenta el arbolado ninguna muestra clara de inestabilidad frente al viento.
Aludes de nieve	La altitud de las cumbres y laderas del entorno, susceptibles de ser punto de origen de aludes que puedan afectar al emplazamiento, se encuentran por debajo de los 1.600 metros de altitud absoluta.

PELIGROSIDAD

Es la **probabilidad de que ocurra un fenómeno natural adverso de cierta intensidad** en un territorio y en un periodo de tiempo determinado. Intenta caracterizar la potencial combinación de alcance, intensidad y frecuencia que puede suponer una amenaza natural en una determinada área objeto de estudio.

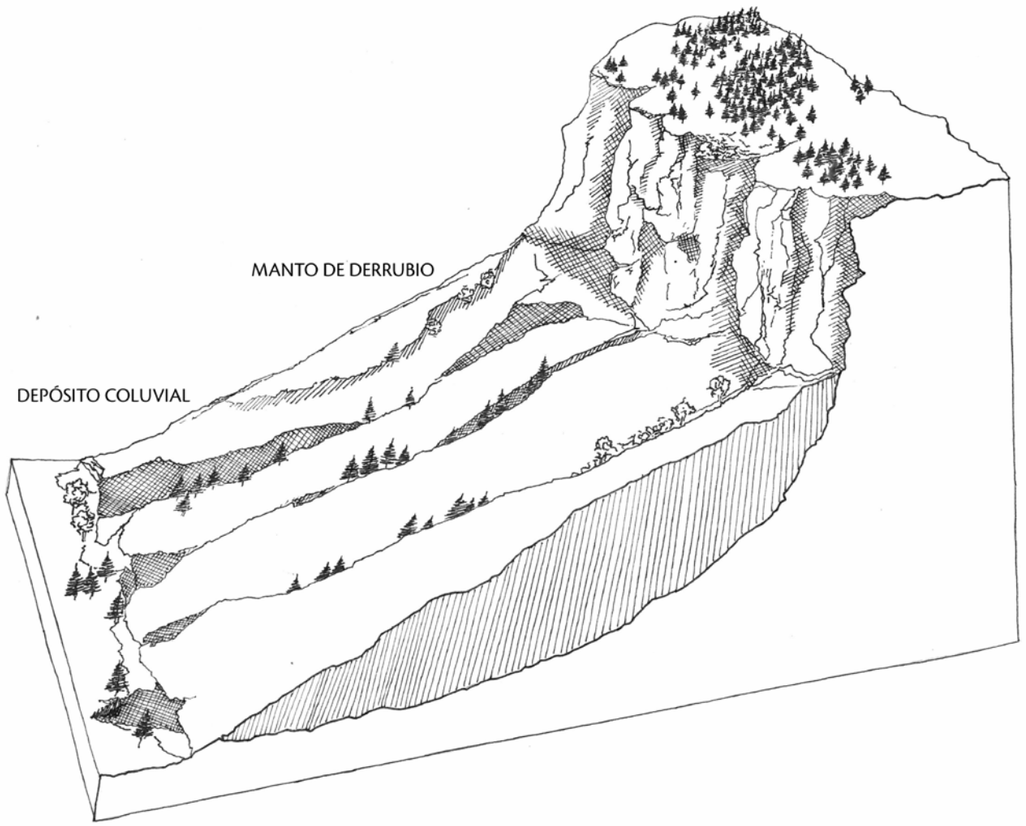
Generalmente el alcance está relacionado con la extensión estimada para eventos máximos para distintas frecuencias temporales. En relación a su frecuencia se atiende a su periodo de retorno y con respecto a la intensidad se estima el grado de severidad que puede alcanzar este fenómeno al impactar sobre un bien o persona que se cruce en su trayectoria.

Para caracterizar este factor en un territorio se realizan los denominados **mapas de peligrosidad,** que reflejan los distintos alcances estimados para distintos periodos de retorno (por ejemplo 10, 50, 100 y 500 años) combinados con las intensidades estimadas del fenómeno (muy alta, alta, media, baja).

Para que se materialice un peligro es necesaria la conjunción de unos factores condicionantes y otros desencadenantes.

Los **factores condicionantes** agrupan a las características físicas del entorno (pendiente, vegetación, desarrollo altitudinal, geología, exposición, características de la cuenca, etc.) y el papel que puedan jugar, a favor o en contra, para la posible manifestación del peligro. Tienen una naturaleza pasiva y de permanencia en el territorio si no se modifica ostensiblemente la naturaleza física del mismo. Son las características principales a considerar para la elaboración de los mapas de peligrosidad.

Los **factores desencadenantes** corresponden a sucesos temporales (fenómenos meteorológicos o geológicos, actuaciones humanas, etc.) que modifican desfavorablemente el comportamiento del entorno en donde se puede iniciar un evento peligroso y lo activan. Son factores activos y que pueden presentar una gran variabilidad en cortos periodos de tiempo que favorezcan el desencadenamiento de un evento extremo como



FLUJO DE TIERRAS O DERRUBIOS

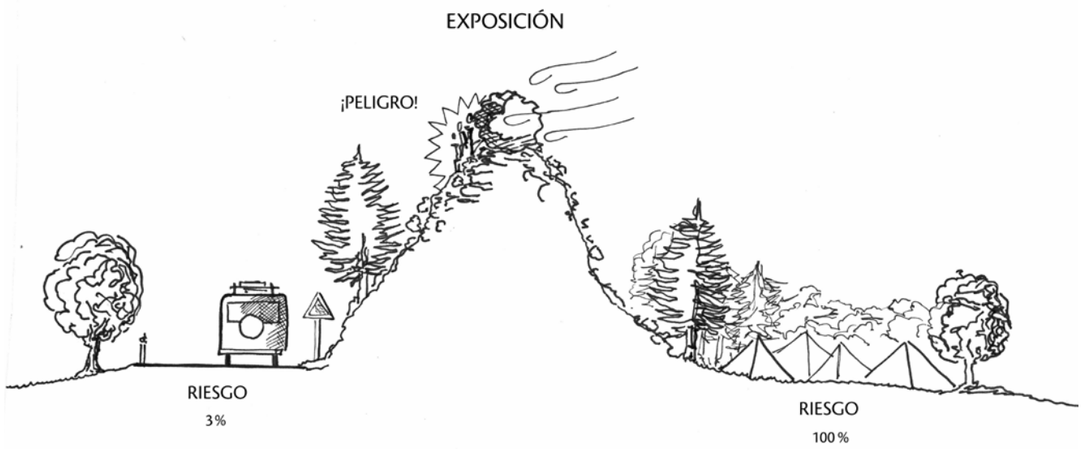
sucede con: fuertes precipitaciones, intensos vientos, un terremoto, una voladura o excavación, un rayo, etc. También pueden tener su origen o amplificación en la acción humana, como sucede en el caso de incendios forestales provocados, roturas de presa, desestabilización de taludes en explotaciones mineras, etc.

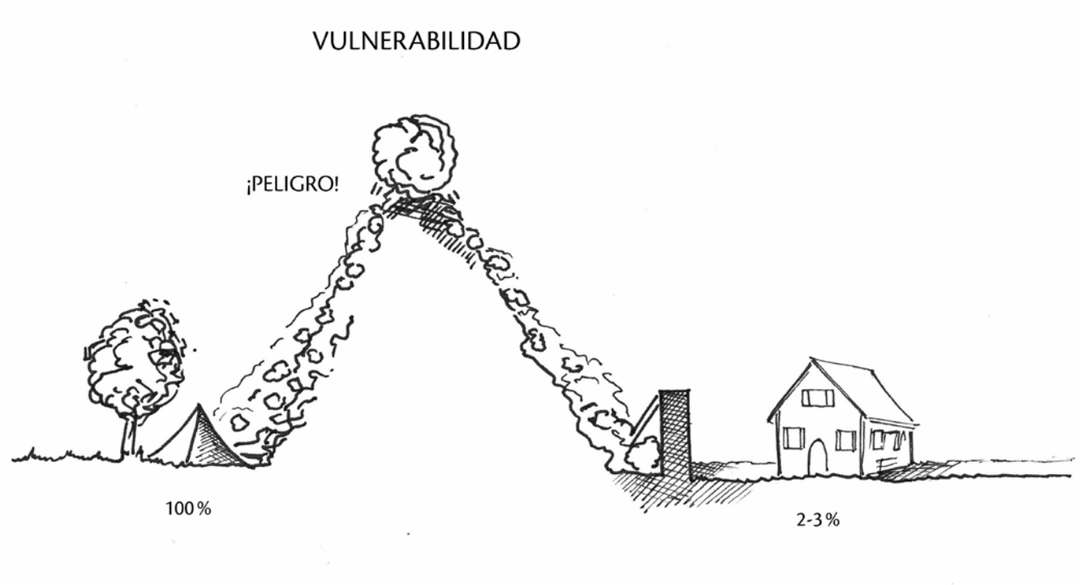
Para poder estimar adecuadamente la peligrosidad en un territorio es muy conveniente contar con un registro y **estudio pormenorizado de eventos extremos reales** que haya ocurrido. Ello permitirá calibrar con precisión los programas de modelización de estos fenómenos, lo que ayudará a mejorar la predicción temporal, espacial y de intensidad de los fenómenos potenciales adversos que se pueden dar en un territorio.

EXPOSICIÓN

Estimación del número de personas, o la cantidad y valor de los bienes materiales, que pueden verse afectadas por un determinado **suceso adverso**. Este factor depende principalmente del uso temporal del territorio y de la propia movilidad de los potenciales bienes amenazados. Se diferencia a este respecto entre bienes estáticos (edificios, carreteras, líneas eléctricas…), bienes semi-móviles (caravanas, *mobile homes*, ganado…) y móviles autónomos (personas, coches…). **Es el factor del riesgo sobre el que es más económico y, en teoría, sencillo, actuar** para evitar la pérdida de vidas humanas.

Para reducir este factor se debe evitar la coincidencia de la ocurrencia del evento extremo con el uso en este momento del territorio por personas. Para ello lo más seguro es **prohibir o limitar el uso** del territorio potencialmente alcanzable por el peligro en el **plazo temporal** en que se considera que se puede desencadenar el fenómeno adverso. También para reducir el nivel de exposición está el recurso de la **evacuación** de las áreas que se estima que pueden verse potencialmente afectadas. Eso es posible para riesgos como las avenidas fluviales y los grandes incendios forestales, para los que se puede predecir su evolución una vez iniciados y para los que deberemos contar con un buen sistema de alarma, alerta y evacuación.





VULNERABILIDAD

Este factor está relacionado con el potencial de daños que puede llegar a ocasionar (a un bien, una persona o un entorno natural) el verse alcanzado por **un peligro de una determinada intensidad**. Es importante diferenciar para cada riesgo la distinta vulnerabilidad que presentan los distintos bienes y grupos de personas. Los factores asociados a la vulnerabilidad son la fragilidad y la resiliencia.

Para caracterizar la vulnerabilidad se trabaja generalmente con **gráficos** que representan la relación existente entre los **niveles de intensidad** que puede alcanzar el fenómeno y el **umbral de daños** esperables (probabilidad de pérdida de vidas humanas o de infringir importantes daños a bienes, pérdida económica, nivel de afección a infraestructuras, daños medioambientales, etc.).

Para la caracterización del nivel de vulnerabilidad se suele recurrir a **escalas cualitativas** o en algunos casos a la estimación de la proporción de personas o bienes potencialmente afectables o el nivel de daños esperables, donde el 100 % sería la pérdida total del bien o la muerte, en el caso de personas.

En el caso de las vidas humanas hay un importante componente de vulnerabilidad que depende mucho de las capacidades y destrezas físicas del grupo de personas afectadas, como sucedería en el caso de incendios forestales e inundaciones, serían *a priori* más vulnerables personas menores, con movilidad reducida o de mayor edad.

La sensibilidad máxima de la sociedad actual se centra principalmente en intentar reducir al máximo la posibilidad de que se produzcan pérdidas de vidas o que se afecte gravemente al funcionamiento de las sociedades humanas.

En el caso de la potencial afección a bienes es importante estudiar los aspectos físicos de comportamiento frente al impacto, la vulnerabilidad estructural y funcional en el caso de edificios, etc. Para su valoración se suele acudir al grado de cumplimiento de las infraestructuras con respecto a los códigos de construcción. Hay una serie de infraestructuras que son **especialmente vulnerables** por sus funciones o el personal que acogen frente a los riesgos naturales como son: hospitales, escuelas, campamentos, residencias de ancianos, guarderías, depósitos de agua, etc.

Dentro del término vulnerabilidad destaca el concepto de la **resiliencia**, que estima la capacidad de recuperación o adaptabilidad de un territorio o una sociedad o una persona individual que se han visto afectados por un fenómeno natural especialmente adverso. Sociedades bien organizadas y que han convivido con determinados riesgos, como la japonesa en relación a los terremotos, presentan una gran resiliencia con respecto a este riesgo. Por el contrario, sociedades con débil funcionamiento de las instituciones, de la organización social y política, más difícilmente se recuperan de las catástrofes.

Otros conceptos importantes en relación a los riesgos naturales

CONSTANCIA HISTÓRICA

Agrupa la información existente en relación a eventos extremos ocurridos en el pasado y para ello se consulta y registra la existencia de antecedentes orales, gráficos

y/o escritos de las características de los propios fenómenos y/o de los efectos producidos en determinadas ubicaciones expuestas a riesgos naturales. Para que estos registros sean útiles, deben presentar unas garantías suficientes y deben ser corroborados por los propios estudios y simulaciones de situaciones extremas que se desarrollen en el ámbito estudiado. Es esencial **conocer lo que ocurrió en el pasado para predecir lo que puede suceder en el futuro** y actuar para limitar los potenciales daños. Existe en este sentido un importante déficit en Aragón de bases históricas bien estudiadas de eventos naturales adversos acaecidos y en este campo es necesario implementar actuaciones siguiendo el modelo de los Alpes.

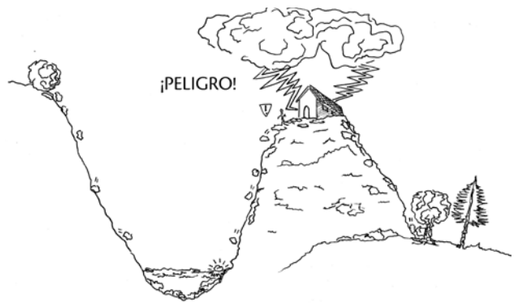
CUENCA DE RIESGO

Corresponde a un determinado territorio donde se considera que los condicionantes geográficos y físicos del mismo se comportan de una forma relativamente homogénea y/o proporcional con respecto a un **determinado fenómeno natural adverso** como pueden ser: aludes de nieve, movimientos del terreno, avenidas, etc. Corresponde generalmente con una comarca, una determinada formación geológica o un valle que presenta unas condiciones naturales y geográficas muy próximas. La definición de la cuenca de riesgo nos permite estudiar el fenómeno en su globalidad y poder trasladar sucesos extremos ocurridos dentro de esta cuenca a diferentes laderas con solo discriminar las posibles particularidades que pueda tener cada situación. Con respecto a las inundaciones, suelen corresponder con cuencas hidrográficas o parte de ellas.

EL RIESGO "CERO" NO EXISTE

En relación a la mayoría de riesgos naturales, y sobre todo en montaña, es muy complicado encontrarse con una **situación de ausencia o probabilidad remota de ocurrencia de determinados riesgos** por la convergencia de territorios accidentados, fenómenos meteorológicos adversos, usos extensivos del suelo, etc.

En muchos casos el disminuir un cierto nivel de riesgo residual es muy complicado e intentar eliminarlo completamente sería como prohibir coger el coche para que no haya accidentes de tráfico. Incluso aún actuando frente al riesgo con medidas de mitigación no se puede garantizar la no ocurrencia y afección por eventos especialmente catastróficos que obligarían para la protección frente a los mismos a desembolsos económicos prohibitivos.



En la montaña el riesgo cero no existe

A LURTE: CENTRO DE REFERENCIA DE LOS RIESGOS NATURALES DE MONTAÑA

¿Quiénes somos?

El Centro de Referencia de Riesgos en Montaña A Lurte es gestionado desde el 1 de septiembre de 2018 por la empresa **Pirinea Desarrollo Rural**. Esta empresa aragonesa, que en el año 2020 va a cumplir 25 años de labor profesional continuada, cuenta con una fuerte especialización en materia de riesgos naturales de montaña desarrollados especialmente en Aragón. Ha llevado a cabo más de 800 trabajos relacionados con los riesgos naturales y la protección civil abordando una gran variedad de estudios en este campo: análisis y evaluación de los riesgos naturales de emplazamientos, redacción y dirección de proyectos de defensa frente a riesgos naturales, la propia ejecución de trabajos de protección frente a aquellos, desarrollo de normativas de la materia, formación especializada, redacción de planes de autoprotección, estudio e implantación de planes de protección civil, etc.

También participa en este proyecto la empresa local **Sargantana**, que ha sido la promotora del proyecto desde el inicio de su andadura. Esta empresa lleva más de 30 años trabajando en Aragón y especialmente en el Pirineo aragonés, en diferentes materias relacionadas con la educación ambiental, la interpretación del patrimonio, el desarrollo rural y turístico sostenible, la prevención de riesgos naturales y la planificación territorial… Ha desarrollado también una intensa labor en materia de formación y divulgación, realizando continuas acciones formativas que tienen que ver con todas estas temáticas. Es un pilar fundamental en este proyecto de A Lurte por su capacidad didáctica y metodológica de cara a la comunicación al público en general, y por su especialización en materia de formación profesional y desarrollo de proyectos europeos.

Pero sin duda alguna el **pilar fundamental** de esta iniciativa es el **Ayuntamiento de Canfranc,** que apostó en su día por la conversión de la antigua casa de ingenieros en un centro de referencia de los riesgos de montaña del Pirineo aragonés. Esta actividad se inició en el **año 2013** centrada principalmente en el tema de la nivología y los aludes de nieve y para los próximos tres años tiene su objetivo principal en la ampliación de su campo de acción al resto de riesgos de montaña y seguir consolidando su labor de edición de boletines de nieve para el valle. Tiene como principales áreas de trabajo las relativas a la documentación y estudio de los riesgos de montaña en estas latitudes y por otro lado la divulgación y formación a la población de estos conocimientos.

¿Dónde estamos?

A Lurte tiene su sede en el edificio más antiguo de la población de Canfranc Estación que cuenta con una planta baja y dos plantas superiores en donde se localizan: su centro de interpretación, sus aulas para la formación, su centro de documentación y sus oficinas. La dirección postal del centro es la plaza Forestales, 22880 **Canfranc-Estación (Huesca).**

¿Cómo contactar con nosotros?

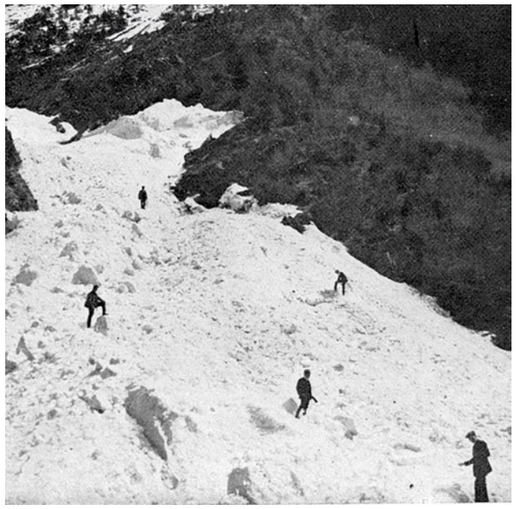
Puedes contactar con nosotros directamente a los teléfonos móviles 615138351 o 606810070 o al 974232229. Para tener una información actualizada sobre las actividades que desarrolla el centro se puede consultar la web ***www.alurte.es*** y contactar con nosotros a través de las redes sociales.

¿Qué hacemos?

A Lurte desarrolla su trabajo actualmente organizado en dos grandes áreas claramente diferenciadas. La primera dirige sus esfuerzos al campo de la **difusión y formación** a la población en general y a la juventud en particular (con la visita de colegios, institutos y estudiantes universitarios) de los riesgos naturales de montaña y la cultura del riesgo. La segunda centra su trabajo en el **estudio de los riesgos naturales** y sus principales medidas de mitigación conjuntamente con la recopilación y catalogación de eventos extremos y documentación existente en relación a los riesgos de montaña.

¿Cómo se puede colaborar?

A Lurte tiene una profunda vocación de servicio público para la prevención y protección frente a los riesgos naturales en montaña y está abierto a la colaboración y participación abierta de personas en la consecución de sus objetivos. En este sentido se organizan actividades formativas y divulgativas durante todo el año que podrán continuar si se mantiene la participación y se puede contar con distintos patrocinios institucionales o de empresas privadas. También se ha iniciado un proceso de captación de **voluntarios** para la celebración de actividades de concienciación a la población, desarrollo de trabajos piloto de protección frente a riesgos, inventario de eventos naturales extremos que se hayan producido en el Pirineo, etc.



Área de interpretación, formación y divulgación de los riesgos naturales de montaña y la cultura del riesgo

En esta área se desarrollan las siguientes actividades:

- **Gestión, mantenimiento y mejora constante** del **Centro de Interpretación** de Riesgos de Montaña ubicado en el edificio A Lurte de Canfranc Estación. Constituye el único centro español dedicado a la interpretación del conjunto de riesgos que amenazan a la montaña.

- Diseño y actualización constante de diferentes propuestas para la **visita guiada** al centro para distintos grupos escolares (primaria, secundaria e instituto) y distintos grupos de potenciales visitantes (turistas, universitarios, profesionales de los riesgos, etc).

- El centro cuenta con personal para llevar a cabo estos programas específicos de visita y con total disponibilidad todo el año para acordar la fecha para su realización. El coste económico de las mismas es muy asequible.

- También se desarrolla, en el mismo centro, o se tiene la opción de desplazar su desarrollo a otros centros escolares, talleres relacionados con el conocimiento de los riesgos naturales y la cultura del riesgo.

- Se ofrece la posibilidad de trasladar el material expositivo sobre los distintos riesgos a centros por toda la geografía aragonesa para dar a conocer el centro, iniciar en la "cultura del riesgo" a centros educativos y todo tipo de asociaciones e invitar a la visita a Canfranc Estación para completar la formación.

- Como complemento a la visita al centro se cuenta con la posibilidad de contratar un guía para la **visita interpretativa** por las obras de defensa contra aludes y de corrección hidrológica-forestal del entorno de Canfranc y su valle.

- También desarrolla a lo largo del año **jornadas y campañas de concienciación** en relación a los riesgos naturales para las instituciones locales y comarcales.

- Impartición de **cursos** de: **observador nivometeorológico,** autorrescate en montaña, seguridad en terreno de aludes (STA) nivel 1 y 2, psicología aplicada a situaciones de rescate de accidentados y de emergencias en la nieve, responsable de seguridad en carreras de montaña, etc.

- Organización e impartición de **jornadas** dirigidas para la formación en materia de riesgos naturales y redacción de planes de emergencia de los **responsables de seguridad** de las acampadas y colonias juveniles conjuntamente con el Instituto Aragonés de Juventud.

- Divulgar desde la **web** *www.alurte.es* la necesidad de tener "una cultura del riesgo" que llegue a toda la población y a las distintas instituciones públicas y privadas que operan en zonas de montaña.

- Preparación y puesta en marcha de **campos de trabajo** nacionales e internacionales para la concienciación y divulgación de conocimientos sobre los riesgos naturales y para las actuaciones para su corrección y protección dirigidas a estudiantes de bachiller, de formación profesional y universitarios con ciclos formativos relacionados con la gestión y la realización de actividades en el territorio y el estudio de los riesgos naturales en general.

- Poner en marcha una **red de voluntarios** para la concienciación y divulgación de los riesgos naturales que afectan a áreas de montaña. A este respecto es muy importante la labor a desarrollar en relación a la protección de nuestros pueblos de montaña frente a los incendios forestales.

Área de estudios como centro de referencia en riesgos de montaña

- Durante estos seis años de funcionamiento de A Lurte se han emitido durante el periodo invernal un mínimo de tres **boletines semanales de peligro de aludes de nieve** para el alto valle del río Aragón. Se está actualmente en negociaciones para ampliar este servicio a otros valles pirenaicos por la buena acogida que ha tenido el mismo, profusamente usado por esquiadores de travesía, esquiadores y toda clase de excursionistas en el periodo invernal.

- El centro tiene vocación de confeccionar y hacer un seguimiento de una **base catastral de avalanchas y otros riesgos** naturales especialmente adversos que hayan ocurrido en el Pirineo aragonés en función de la disponibilidad de personal del que vaya disponiendo y el apoyo económico con el que cuente. Se trata de centralizar en un único ente la información existente y que se pueda ir recogiendo de todos estos riesgos para su consulta y estudio por profesionales de los riesgos.

- Se ha iniciado este año la creación, en una de las salas del edificio, de un **centro de documentación** y biblioteca en materia de riesgos naturales de montaña. Inicialmente se contará con una base documental aportada por la empresa Pirinea, pero se está solicitando la colaboración de todas las entidades relacionadas de alguna manera con la gestión de los riesgos naturales para que puedan aportar documentación de interés para su catalogación.

- Desarrollo de **programas formativos** con emisión de certificado homologado de **profesionalidad** sobre varias titulaciones como:

  - Balizamiento en pistas, señalización y socorrismo en espacios esquiables, conocido como "píster".

  - Prevención de incendios y mantenimiento de infraestructuras protegidas.

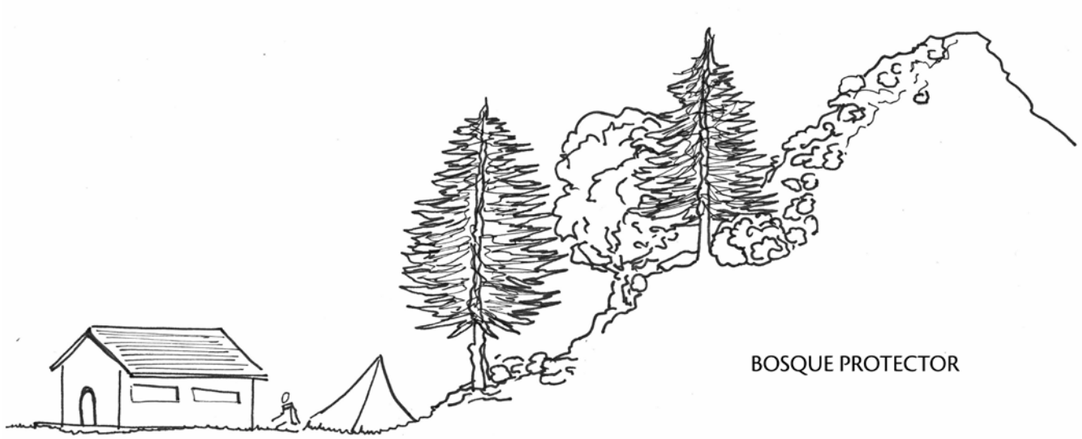
  - Control y protección del medio natural.

- Celebración, con carácter anual, de unas **jornadas sobre riesgos naturales** que se ofrecerán a un destinatario profesional y/o universitario relacionado con el estudio y/o la gestión de los riesgos naturales de montaña.

- Preparación y oferta de **estancias formativas** en el centro para estudiantes universitarios que puedan colaborar en los proyectos de investigación que lleve a cabo el centro para los distintos riesgos naturales o para colaborar en los propios proyectos que se puedan proponer por distintas universidades.

- **Colaboración con distintas instituciones,** de carácter público o privado, relacionadas con la gestión del territorio y la protección frente a los riesgos naturales en montaña como: Diputación Provincial de Huesca, Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad, Servicios de Protección Civil comarcales, regional y nacional, Federación Española y Aragonesa de Montaña, asociación nacional y aragonesa de empresas de turismo activo, Instituto Aragonés de Juventud, Servicio de Restauration Terrain en Montagne (RTM), UME, grupo ARAMÓN, etc.

- A Lurte trabaja para liderar la existencia de una **política efectiva de conservación y mejora de los "Montes Protectores"** tanto para Aragón como para el resto de España. Se va a iniciar este camino con la elaboración y puesta en marcha de un plan de actuaciones para la mejora del "monte de Arañones" de Canfranc.



El monte protector en alta montaña

Las zonas de montaña, debido a la pendiente de sus laderas y a la severidad de su clima, han sido históricamente zonas expuestas a fenómenos naturales adversos como aludes de nieve, avenidas torrenciales y toda una amalgama de fenómenos en la capa más superficial de la litosfera: "los movimientos de tierra".

Todos los montes tienen una **función protectora** pero destacan especialmente algunos de ellos en los que esta función es **predominante** con gran diferencia con respecto al resto y son los que se denominan como "montes protectores". Son incorporados a esta clasificación montes que vegetan sobre laderas de fuerte pendiente, sobre terrenos fácilmente erosionables, en los que unas cubiertas vegetales, mayoritariamente arboladas, bien conservadas, son cruciales para limitar los potenciales efectos de los riesgos naturales. Estos montes se han visto protegidos en los últimos siglos en los países más desarrollados principalmente en torno a las **cuencas de los embalses,** las laderas en torno a **infraestructuras viarias y poblaciones** en las áreas montañosas, estaciones de esquí, **parques naturales,** etc.

Los **aludes** de nieve se producen en la montaña por la desestabilización del manto nivoso que provoca el inicio de su desplazamiento ladera abajo hasta que la menor pendiente y el rozamiento del terreno equilibra la fuerza gravitacional. La existencia de **formaciones arbóreas adultas** en el área de inicio está demostrada que es a largo plazo **la medida más efectiva** para reducir el riesgo de aludes de nieve.

Los **torrentes** atraviesan generalmente en parte de su recorrido materiales poco consistentes que, en caso de fuertes precipitaciones, erosionan la cuenca y transportan los materiales hasta las zonas inferiores y de menor pendiente (cono de deyección) donde se depositan. Estos terrenos de deposición se encuentran en el fondo del valle y en ellos se suelen localizar viales, cultivos o incluso edificios que se ven expuestos a graves afecciones. En algunas de estas áreas se llevaron a cabo trabajos de **corrección hidrológico-forestal** que minimizan el riesgo con la **repoblación** de las cuencas, creación de un monte protector, y con una serie de obras en torno a los cauces para limitar su potencial destructivo.

En el **valle de Canfranc** se localiza el **conjunto de obras de corrección hidrológico-forestal** de torrentes de montaña y de **defensa contra aludes de nieve más importante de España** y, con respecto a obras acometidas en la primera mitad del siglo pasado, de mayor interés histórico de Europa. La mayor concentración de estas obras y las de más interés se localizan en el monte de los Arañones, que comprende las laderas que delimitan el valle a la altura de la Estación Internacional de Canfranc.

El monte de los Arañones

El bosque protector de los Arañones **defiende** al núcleo y a la **Estación Internacional de Canfranc-Estación** frente a los riesgos de aludes, avenidas torrenciales y movimientos del terreno. Todos estos riesgos supusieron desde los primeros momentos una amenaza para los trabajos de acondicionamiento de esta infraestructura internacional que nos comunicaba con Europa. Las actuaciones realizadas **desde 1910** han supuesto en el valle de Canfranc una modificación radical del paisaje con la consecución de un denso **bosque mixto de más de 100 años,** con una variedad de especies forestales de montaña realmente singular, en donde había principalmente pastos.

Para la realización de todas estas actuaciones se construyeron más de **90 kilómetros de caminos,** viveros, refugios, fuentes, canteras y otras obras auxiliares repartidas por todo el monte de los Arañones. También se movilizaron, de modo manual y con uso de caballerías, más de **400.000 toneladas de piedras** para realizar muros, muretes, diques vacíos, protección de caminos, etc. Del mismo modo se utilizaron más de **10 millones de árboles** para realizar una de las mayores y más exitosas repoblaciones forestales en alta montaña de España.

En este monte se llevó a cabo de forma experimental y con razonable éxito el diseño y **primera construcción** de los denominados **"diques secos",** que ha sido durante mucho tiempo una importante contribución de la ingeniería española al avance de la ciencia forestal europea en la defensa frente a aludes de nieve. El conjunto de obras acometidas en el monte motiva que se trabaje para su declaración dentro de una figura de protección y puesta en valor que permita a la población conocerla y obligue a las autoridades competentes a su protección y promoción cultural.

Rutas por las obras de defensa frente a riesgos naturales del valle de Canfranc (Huesca)

Desde el valle de Canfranc, y especialmente desde la Estación Internacional de tren, se pueden llevar a cabo decenas de salidas circulares por las laderas que limitan el valle y los montes circundantes. En el término municipal de Canfranc existen más de **300 kilómetros, entre caminos y sendas,** que nos aproximan a las impresionantes obras de ingeniería civil que se construyeron en sus laderas. Son caminos diseñados por ingenieros con la ayuda del clisímetro que permiten llevar pendientes mantenidas por debajo del 10 %. El firme de estos caminos suele ser de tierra, su trazado es en zigzag (que es muy intenso en determinadas áreas de mayor pendiente) y con tramos singulares abiertos en roca en forma de túnel. Para la construcción de estos caminos se ha recurrido en muchos tramos a la construcción de muros de piedra de brillante ejecución y gran adaptación al terreno. Se mantiene actualmente toda esta red por el ayuntamiento, lo que facilita la visita a la mayor concentración de obras de protección frente a aludes de España de la primera mitad del siglo xx y una de las más importantes de Europa.

Al acceder por estos caminos a las **cabeceras** de estas laderas encontramos **muros, rastrillos** de hormigón, piquetas, **redes, aterrazamientos, fajas,** etc., cuyo objetivo principal es la estabilización del manto nivoso. Por debajo de estas obras observamos un tupido bosque que en buena parte debe su origen a la labor repobladora realizada en la primera mitad del siglo xx que se ha mezclado con la vegetación autóctona. De mayor a menor altitud encontramos las siguientes especies: pino negro (*Pinus uncinata*), alerce (*Larix decidua*), picea (*Picea abies*), pino silvestre (*Pinus sylvestris*), haya (*Fagus sylvatica*), abeto (*Abies alba*), abedul (*Betula pendula*), álamo temblón (*Populus tremula*), etc. Este bosque tiene una función de protección permanente y a largo plazo frente a aludes, caída de rocas y la erosión. Finalmente, en los cauces de los torrentes nos encontramos puntualmente con los **diques secos** en buena parte de su longitud y con obras de encauzamiento con diques transversales en su área inferior ya junto a la estación.

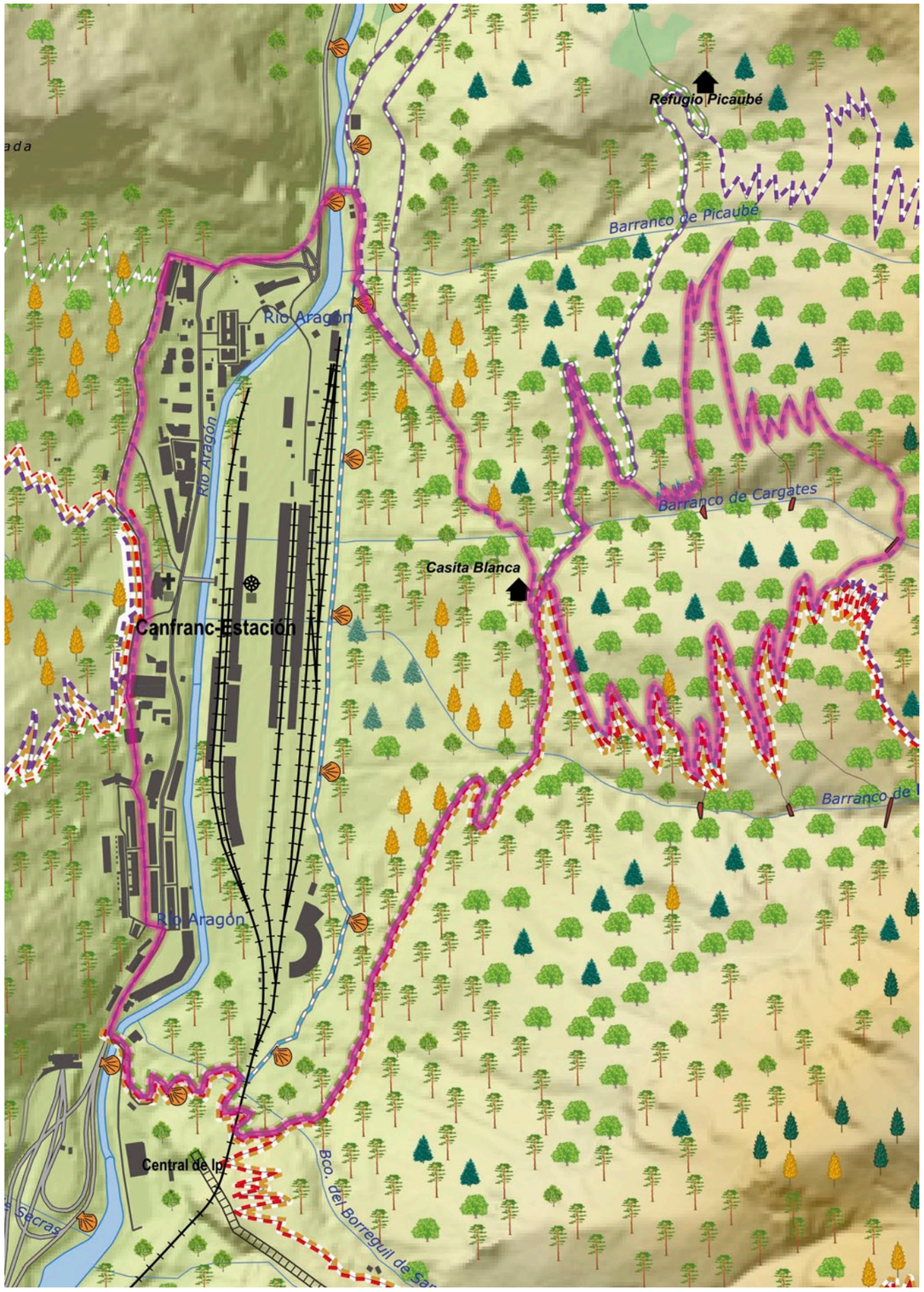
En el mapa que se presenta en la siguiente página se observa una de las rutas de mayor interés para visitar esta joya de la ingeniería civil en el medio natural que constituye el conjunto de obras de defensa frente a aludes del monte de Arañones. La ruta propone la ascensión por la margen izquierda del barranco de San Epifanio con la posibilidad de aproximarnos a los diques secos que se encuentran en la zona media de su cauce. El descenso se propone por el barranco de Cargates, donde también es posible la aproximación a sus diques secos y otras obras auxiliares. Desde la ruta se observa la existencia de antiguos viveros volantes (como el de la *casita blanca*) donde se intentaba aclimatar a las plantitas antes de su instalación en el monte. También se observa la importante diversidad de bosques y vegetación que caracteriza estas laderas, y que es ejemplo de la impresionante y aplaudida integración paisajística de esta gran obra civil. Mientras se asciende se contempla el importante esfuerzo de ejecución que supuso la construcción de los viales por la necesidad de construir muros de piedra en laderas muy pendientes e incluso la apertura de túneles a pico y pala cuando el camino se topaba con afloramientos rocosos.

A continuación se presentan los datos MIDE de esta ruta propuesta.

MIDE

Horario	**2 h 55 min**
Desnivel de subida	**400 m**
Desnivel de bajada	**400 m**
Distancia horizontal	**8,9 km**
Tipo de recorrido	**circular**
Severidad del medio Hay más de un factor de riesgo	**2**
Orientación en el itinerario Sendas o señalización que indican la continuidad	**2**
Dificultad en el desplazamiento Marcha por caminos de herradura	**2**
Cantidad de esfuerzo De 1 a 3 horas de marcha efectiva	**2**

Condiciones de verano, tiempos estimados según criterio MIDE, sin paradas.



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS NATURALES

Por las propias consecuencias que los riesgos naturales generan es muy importante trabajar con la comunidad científica y técnica para intentar aproximar y, en cierta medida, unificar las metodologías que se deben seguir para el análisis y evaluación de los riesgos naturales en un intento de mitigar su acción y optimizar la gestión de los recursos. En esta dirección en **Aragón** ya se cuenta, desde el año 2004, con una normativa en relación al análisis y evaluación de los riesgos naturales que ha supuesto **un hito en la consideración técnica de esta materia**. Esta metodología también se ha seguido, con su correspondiente actualización, en el nuevo decreto normativo 74/2018 en materia de acampadas y colonias juveniles en relación a la consideración de los riesgos naturales.

Zonas donde existe la necesidad de realizar un análisis y evaluación de riesgos naturales

- En las **zonas de montaña**, y en relación a multitud de riesgos (inundaciones, movimientos del terreno, incendios forestales, rayos, etc.), es complicado que nos encontremos con emplazamientos que presenten una situación de **aceptabilidad directa o de nivel de riesgo muy bajo o remoto**. Ello obliga a tener que realizar un análisis y evaluación del nivel con respecto a los distintos riesgos en que se pueda encontrar un determinado emplazamiento.

- En las áreas no montañosas nos encontramos generalmente con una situación más favorable y podemos encontrarnos en algunos casos con emplazamientos que presentan una aceptabilidad directa frente a un gran número de riesgos, pero ello no exime tener que realizar un chequeo general de la situación con respecto a todos los riesgos para justificar la no necesidad de profundizar en el estudio.

Metodología general para el análisis y evaluación de riesgos

- Se recomienda que el análisis y evaluación de riesgos sean realizados por un **equipo multidisciplinar** especializado que permita caracterizar las situaciones de amenaza del emplazamiento con respecto a todos los riesgos y pueda plantear, en su caso, las soluciones que pueda considerar como más adecuadas para hacer aceptable el nivel de riesgo.

- El estudio se inicia con un primer análisis de cada uno de los riesgos para poder descartar o no aquellos cuya **posibilidad de ocurrencia se pueda considerar como remota o muy baja**. Esta apreciación se realiza en función del análisis de datos históricos del emplazamiento o situaciones asimilables y del estado de la ciencia, la técnica y el conocimiento general en el momento de su valoración. En el caso de considerarse remota la ocurrencia del riesgo, la metodología permite descartar la ejecución de análisis de mayor enjundia.

- Para los riesgos que no se encuentran en una situación de **aceptabilidad directa** es obligada la realización de un estudio que permita analizar y evaluar la situación con respecto a cada riesgo. A partir de estos estudios se debe definir la situación para cada uno de los riesgos en que se encuentra la localización (riesgo residual bajo, medio o alto). Cada situación de riesgo precisa asimismo de la propuesta de una serie de **medidas de mitigación específicas.** Estas medidas deben hacer que este riesgo pueda considerarse de nivel aceptable o, en caso contrario, considerar la localización como de riesgo no aceptable, lo que supone descartarlo.

Situación de riesgo

- Tras el análisis del riesgo se procede a la **evaluación del riesgo,** que intenta estimar de forma conjunta la probabilidad y los potenciales daños que en un determinado periodo de tiempo pueden producirse por un fenómeno adverso en los bienes, las personas y el medio ambiente.

- Para la evaluación de los riesgos se puede recurrir al empleo de **métodos determinísticos** que, en el caso por ejemplo de movimientos del terreno y aludes, emplean **análisis mecánicos y modelos de estabilidad con base física** para determinar el factor de seguridad frente a estos fenómenos. Para su implementación se trabaja con programas de modelización apoyados en el estudio de eventos ocurridos en la cuenca de riesgo y que cuentan con un rica y precisa base de datos sobre los mismos. Su ámbito geográfico de uso es generalmente local.

- En muchos casos es difícil realizar una estimación cuantitativa del riesgo y se suele optar por su caracterización cualitativa. Esta se puede realizar con una evaluación de los distintos factores que se considera que intervienen en el fenómeno convenientemente categorizados y ponderados. Se trata de un método **semicuantitativo** que intenta objetivar al máximo la evaluación en función de la experiencia de ocurrencia de fenómenos adversos que se tiene en la cuenca de riesgo. También se puede recurrir al apoyo de un mapeo directo basándose en la **evaluación de un experto** o comité de especialistas del fenómeno en un determinado territorio. En cualquier caso, determinar la ponderación precisa (peso) que se quiere dar a cada uno de los factores es el principal desafío y por ello se precisa de especialistas para llevar adelante este trabajo.

- La obtención final de la situación de riesgo generalmente se obtiene mediante una **matriz** que cruza distintas situaciones de peligro con estimaciones de **vulnerabilidad y exposición.**

- Finalmente, la situación de riesgo generalmente obliga a proponer actuaciones que se diseñan para proteger bienes, y especialmente personas, ante un **evento de cierta intensidad cuya probabilidad de ocurrencia se considera baja o muy baja**. Con ello se consigue que la obra sea efectiva en un gran número de casos y muy improbable la génesis de daños personales. Esto supone que nos podemos encontrar con eventos extremadamente poco probables de cierta intensidad que podrían afectar al emplazamiento, por lo que queda con un cierto riesgo residual. Poderse defender frente a estos eventos extraordinariamente poco probables supone unas inversiones económicas que se considerarían no justificadas. Si este nivel de riesgo residual se considera aceptable socialmente se podría utilizar el emplazamiento y, en caso contrario, no.

- Generalmente se diferencian cuatro situaciones de riesgo para distintos periodos de retorno:

TOLERANCIA DEL RIESGO

Como se ha comentado, el riesgo no puede eliminarse completamente, por lo que en muchos casos se deberá **establecer un "límite"** donde se considera que el **riesgo residual** se puede considerar como admisible o **aceptable.** Este límite de tolerancia en algunos casos especiales puede ser muy diferente para un mismo riesgo, por ejemplo, un escalador extremo de alta montaña estará dispuesto a asumir un mayor nivel de riesgo frente a aludes de nieve que un grupo de excursionistas guiado, compuesto mayoritariamente por menores.

Este límite normalmente está condicionado por la complejidad técnica y económica que supone en un determinado momento reducir el nivel de riesgo. El objetivo, generalmente en el caso de campamentos, es conseguir que el emplazamiento esté exento de riesgo para la vida de las personas para un evento extraordinario para un periodo de retorno de generalmente unos 500 años.

Situación de riesgo	Descripción
Roja ▶	Las personas se encuentran muy amenazadas y se prevén daños catastróficos en los bienes.
Azul ▶	Las personas se encontrarían amenazadas y se prevén daños considerables en los bienes.
Amarilla ▶	Las personas no verían amenazadas sus vidas, normalmente, pero se deben prever potenciales daños en los bienes.
Blanca ▶	No es significativa la probabilidad de daños por el fenómeno natural adverso (en función del estado actual de la ciencia, de la técnica y del conocimiento humano) y en menor medida para las personas.

MEDIDAS ANTE LOS RIESGOS

El objetivo último de los estudios es diseñar, cuando es necesario, las **medidas de mitigación que hagan el nivel de riesgo aceptable**. Es decir, buscar una situación, tras la toma de medidas, en la que la probabilidad e intensidad de los daños esperables, riesgo residual, pueda ser asumido por la sociedad. Las medidas actúan generalmente **o bien sobre el peligro y/o sobre la exposición y/o sobre la vulnerabilidad**. Las principales medidas se pueden agrupar en:

Medidas predictivas

Son aquellas que tienen como objetivo alertar con **anticipación** dónde, cuándo y con qué intensidad va o puede ocurrir un **determinado suceso**. Las medidas predictivas precisan de un importante trabajo de: elaboración de mapas de peligrosidad, caracterización precisa de los precursores del suceso e instalación de **redes de vigilancia y monitoreo climático o geológico**. Hay riesgos, como el relativo a los terremotos, que actualmente son muy difíciles de predecir temporal y espacialmente cuándo se van a producir y otros que, sin poder determinar su ocurrencia, sí se puede estimar con cierto grado de precisión la probabilidad de que pueda ocurrir en determinado espacio temporal y espacial, como pueden ser los riesgos de avenidas, aludes o la caída de rayos. Los boletines de nieve que genera A Lurte estarían dentro de este grupo de medidas, así como toda su labor formativa en materia de estudio de riesgos naturales. Con respecto a estas medidas el papel más importante lo juegan nuestros servicios meteorológicos, que constantemente van incrementando su acierto predictivo y que deben estar especialmente vigilantes sobre la ocurrencia de fenómenos meteorológicos especialmente adversos.

Medidas preventivas

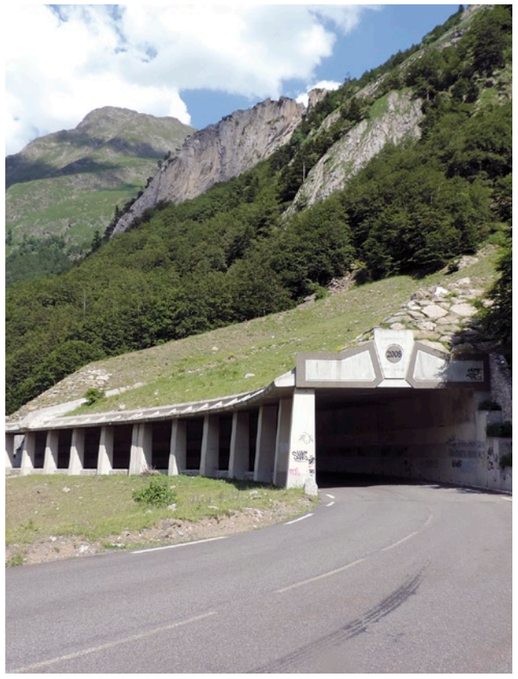
Aquellas que están **encaminadas a disminuir o evitar los daños** o consecuencias que pueden producir los diferentes riesgos actuando principalmente sobre el nivel de exposición o vulnerabilidad frente al riesgo considerado. Por un lado, nos encontramos con **medidas estructurales,** que podrían consistir en el reforzamiento de las edificaciones, la formación de la población en materia de autoprotección, etc., que buscan rebajar el factor de la vulnerabilidad. Por otro lado, están las **medidas no estructurales,** que utilizan el conocimiento, las prácticas o los acuerdos para reducir el riesgo reduciendo la exposición frente al mismo gracias a: la elaboración de mapas de riesgo, la **ordenación del territorio** (con reubicación de bienes y lugares de estancia de personas), la promulgación de normativas específicas en materia de riesgos, la instalación de **sistemas de alerta temprana y comunicación del riesgo**, elaboración de **planes de emergencia**, etc.). Dentro de este tipo de medidas se encuentran actuaciones como la elaboración de los planes de autoprotección o la formación que se hace desde el IAJ hacia los responsables de campamentos juveniles.

Medidas correctoras

Aquellas cuya finalidad es **evitar o disminuir**, de forma importante, **la frecuencia e intensidad** que puede alcanzar el fenómeno adverso **(peligro)**. Entre ellas caben destacar como medidas estructurales las **obras estabilizadoras** del fenómeno que se utilizan frente a los riesgos de aludes y movimientos del terreno principalmente y que impiden su propia ocurrencia. A estas medidas se las define también como "activas".

Otras medidas correctoras se consideran como pasivas pues no actúan directamente sobre el fenómeno, sino que **intentan mitigar sus efectos.** Hablamos, en el caso de aludes de nieve, de la construcción de galerías que limitan fuertemente el impacto de un alud sobre los vehículos o las obras de desviación de aludes o torrentes que evitan y limitan el potencial de daños por impacto del riesgo en cuestión.

Las **posibles medidas** que reducen el nivel de riesgo deben evaluarse y combinarse de forma óptima para alcanzar el nivel de seguridad aceptable para la sociedad respetando su **viabilidad técnico-económica, aprobación social y compatibilidad ambiental**. Es muy importante el estudio, la investigación, la formación y la



difusión de los avances técnicos que en relación a medidas estructurales o no estructurales vayan surgiendo, apoyadas en las tecnologías más modernas, que puedan contribuir de forma activa a la tarea de mitigación de los riesgos.

REPOBLACIONES FORESTALES PROTECTORAS

Los objetivos principales de las repoblaciones forestales en áreas de montaña eran y son: proteger y conservar en las mejores condiciones el suelo forestal frente a la erosión hídrica y eólica, proteger frente a los riesgos naturales, mejorar los paisajes y proveer de recursos madereros a los territorios. En cuanto al riesgo de aludes, la intercepción o captura de la nieve por parte de la copa de los árboles permite una mayor estabilización del manto nivoso sobre el terreno. A ello hay que unir que bajo el arbolado se produce una **transformación más estable de la nieve**. Las masas forestales más eficaces para la defensa frente a los aludes son formaciones arbóreas con **cierta irregularidad** (con distintas edades de los árboles), que tengan una **cobertura del terreno** lo más amplia posible (sin grandes huecos), con arbolado preferentemente de **hoja perenne** (pino negro, alerce, abeto, picea, pino silvestre) y con una **densidad alta** pero variable con la edad.

Plan de autoprotección / Plan de emergencia

El plan de autoprotección y el de emergencia suponen un ejercicio teórico de preparación y planificación previa a la posible ocurrencia de una situación de riesgo real. En primer lugar, se debe conocer los riesgos que pueden afectar a un emplazamiento y sus ocupantes, plantear, a continuación, la respuesta que se debe dar a las situaciones de emergencia y todo ello debe facilitar la actuación de los servicios de emergencia. El plan debe incluir también medidas para reducir las potenciales consecuencias de los desastres naturales y estas deben adaptarse de manera preventiva desde el primer momento.

Ambos planes deben **recoger** con claridad las **recomendaciones** claras de **cómo se debe actuar,** la distribución de **responsabilidades** en el operativo y los **grupos de actuación** que puede ser necesario **movilizar.**

PLAN DE AUTOPROTECCIÓN

El modo de desarrollar el plan de autoprotección es objeto de la **Norma Básica** (Real Decreto 393/2007) aplicable para los centros, establecimientos y dependencias, tales como campings, albergues, etc., dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.

Estructura de un plan de autoprotección:

- Identificación de los titulares y del emplazamiento donde se localiza la actividad.
- Descripción detallada de la actividad.
- Inventario, análisis y evaluación de los riesgos.
- Inventario y descripción de las medidas y medios de autoprotección propuestos.

- Programa de mantenimiento.
- Plan de actuación entre emergencias.
- Integración del Plan en otros de ámbito superior.
- Modo en que se va a implantar el Plan.
- Mantenimiento de la eficacia y actualización del Plan.

PLAN DE EMERGENCIA DE UNA ACTIVIDAD JUVENIL

En el caso de las actividades juveniles al aire libre en Aragón, el Decreto 74/2018 recoge la obligación de contar, como mínimo, con un plan de emergencias, el cual deberá incluir al menos los siguientes apartados:

1. Identificación de los titulares del emplazamiento y los promotores de la actividad.
2. Descripción detallada del emplazamiento y de sus instalaciones.
3. Identificación y clasificación de los riesgos que le afectan.
4. Estructura y organización del Plan de Emergencia.
5. Operatividad del Plan de Emergencia.
6. Implantación del Plan de Emergencia.
7. Directorio telefónico.

Dependiendo de las características del emplazamiento sería conveniente disponer de un plan de autoprotección.

EL PAPEL DEL DIRECTOR DE CAMPAMENTO

Es el máximo responsable del plan de emergencia y debe:

- Recibir los avisos y alertas del 112, autoridades, monitores, etc.
- Responsabilizarse de la elaboración del plan y conocerlo perfectamente.
- Activar y ejecutar el plan en caso de emergencia y decidir las actuaciones a seguir (activa la alarma, debe decidir si se evacua o se confina al personal, debe solicitar ayuda externa e informar a la familia cuando sea posible).
- Deberá centralizar la comunicación y notificaciones con el 112 y otras instituciones que intervengan en caso de emergencia. Deberá notificar el primer día de campamento de la correcta realización del simulacro.

EL PAPEL DEL RESPONSABLE DE SEGURIDAD

Su principal función es la de supervisión de las actuaciones preventivas, para lo que sería conveniente una persona con formación en los riesgos concernidos.

Con carácter previo al campamento, entre sus labores estarían supervisar y controlar las actuaciones preventivas, revisar *in situ* las dificultades y estado reciente de los recorridos que se tengan previstos llevar a cabo, disponer de los teléfonos de contacto de los participantes y de las administraciones y cuerpos y fuerzas de seguridad próximos a su área de acampada, conocer potenciales alojamientos temporales en caso de evacuación, etc.

Ya en el campamento debe difundir el plan de emergencia entre los participantes y coordinar el simulacro de evacuación. También deberá gestionar y evaluar los avisos y alertas emitidos por organismos oficiales, así como supervisar inicialmente y de forma periódica el estado de los equipos de servicios y materiales para las excursiones, los medios de transporte disponibles, etc.

En caso de que se inicie la evacuación por una emergencia, coordinará a los monitores y comprobará que todas las personas participan en la misma, determinará las necesidades logísticas en caso de realojo, verificará la idoneidad del espacio de realojo, colaborará con el director para informar a las familias, etc.

RESTO DE PERSONAL (MONITORES Y PERSONAL DE APOYO)

Su intervención es la de colaboración con el responsable o equipo de seguridad y pueden ayudar a: mitigar los riesgos, velar por la integridad física de los menores en su evacuación, difundir el plan de emergencia, dirigir a su grupo de menores en la evacuación, cooperar con los servicios asistenciales, cerrar las instalaciones, etc.

PARA PODER REALIZAR UNA EVACUACIÓN CONTROLADA ES NECESARIO:

- Disponer de un sistema efectivo de alarma que alcance a todo el emplazamiento y controlando especialmente el aviso a personas que tengan alguna incapacidad sensorial o cognitiva.
- Se procederá por grupos controlados a la convergencia por las vías de evacuación al punto de encuentro y los monitores harán de camión escoba.
- Desde el punto de encuentro se evacuará hasta la zona segura o de confinamiento y se permanecerá en comunicación con el 112 esperando instrucciones.

Emplazamientos para acampadas a evitar

A continuación, se van a presentar diferentes situaciones de emplazamientos con respecto a los distintos riesgos mayores (incendios, avenidas, etc.) que deben evitarse a toda costa por corresponder a ubicaciones de complicada aceptabilidad:

Con respecto al riesgo de **incendios forestales,** los emplazamientos que se sitúen dentro de un área forestal en la que durante buena parte del verano haya niveles altos de peligrosidad y que no cuenten con dos salidas diametralmente opuestas para su evacuación deberían ser evitados. También ubicaciones de media ladera hacia arriba en entornos accidentados con una vegetación densa y que presente continuidad tanto vertical como horizontal y que no cuenten con áreas cortafuego de suficiente anchura, ni con buenas condiciones para el confinamiento de las personas en el lugar, deberían ser descartadas.

Con respecto al riesgo por **avenidas** son especialmente peligrosos los emplazamientos próximos a cauces de naturaleza torrencial, que en muchas ocasiones pueden estar secos buena parte del verano, que recojan aguas de cuencas de moderada extensión, pero fuerte accidentalidad. En la proximidad de cursos de agua de mayor entidad es importante preguntar a la gente del lugar y documentarnos sobre la posible ocurrencia de graves avenidas. Debemos explorar la existencia de depósitos (acumulación de gravas, existencia de grandes bloques o arrastres de troncos o ramillas), la presencia de especies vegetales propias de zonas húmedas (sauces, cañizos, espadañas, tamarices, falsos tamarices, fresnos, chopos, olmos, etc.) y los usos del suelo (áreas no cultivadas en torno a los cursos fluviales) que nos alerten de la ocurrencia recurrente de avenidas.

En relación a las situaciones de mayor riesgo por **movimientos del terreno,** suelen estar relacionados con desprendimientos o deslizamientos rápidos que afectan al pie de laderas de importante pendiente en los que la presencia de testigos (grandes bloques, terreno accidentado con depósitos rocosos, daños a la vegetación, etc.) en el propio emplazamiento o en laderas de semejante naturaleza del entorno nos pondrán en alerta. También se puede consultar la existencia de cartografías de susceptibilidad a este riesgo que puedan existir con respecto a este territorio en cuestión o a la existencia de corredores desprovistos de vegetación que alerten sobre antiguos desprendimientos.

Finalmente, en relación al riesgo por **aludes,** este se debe considerar para los emplazamientos que se utilicen en época invernal y primaveral principalmente. Para su análisis es importante combinar la información cartográfica existente en el Gobierno de Aragón, en relación a áreas potencialmente afectables por aludes, con la consulta actualizada de los boletines de nieve que informan de la posibilidad temporal de que se desencadenen los mismos en un determinado territorio. Dada la escala de trabajo, especialmente extensa, de ambas informaciones en muchas ocasiones se precisará la consulta de un experto para afinar el análisis.

Con respecto a riesgos como **rayos** hay que ser conscientes de que solo la ubicación en el área de protección de un pararrayos nos permite garantizar la seguridad del campamento. No obstante, ubicaciones en altos relativos del terreno o terrenos de alta o media montaña y la existencia de elementos metálicos o de grandes árboles solitarios en la proximidad de la zona de acampada, son factores que incrementan el riesgo. En relación al riesgo por **fuertes vientos** se deben evitar emplazamientos: con arbolado inclinado y/o de elevada altura, próximos a torres eléctricas, con muros en mal estado u otros elementos vulnerables a la acción del aire. Tampoco son recomendables ubicaciones próximas a collados, a fuertes estrechamientos del valle y situadas en alta montaña donde la fuerza del viento se incrementa. La **proximidad a viales con tráfico rodado** debe evitarse cuando la acampada se sitúe a un nivel altitudinal inferior y la velocidad y la falta de protecciones o de señalización del vial pueda hacer posible la invasión del área de acampada por un vehículo descontrolado.

Tampoco es recomendable emplazarse en la proximidad de: estaciones de servicio, depósitos de combustibles, líneas eléctricas de alta tensión, canteras, carreteras con elevado tráfico y especialmente si es de mercancías peligrosas, áreas industriales, pueblos abandonados, etc.

Principales recomendaciones para hacer en el caso de que se manifieste un riesgo

Es muy importante que tengamos en cuenta que para poder abordar satisfactoriamente la manifestación de un riesgo es transcendental estar preparado y prevenido frente a su posible ocurrencia y a este respecto el desarrollo y **conocimiento del plan de emergencias** es vital. Esta labor corresponde, en el caso de una acampada juvenil en Aragón, al **responsable de seguridad** quien necesita contar con estos conocimientos y entrenar, con simulacros, para saber cómo operar ante las diferentes situaciones que se puede encontrar, lo que le permitirá actuar con serenidad cuando se den. Hay que velar porque el material necesario (linternas, radio, botiquín, silbato, vehículos, material personal, etc.) esté en perfecto estado y disponible para su recogida ante eventos de emergencia que obliguen a evacuar de forma ordenada el emplazamiento. También se desarrollará una labor preventiva de información y alerta sobre la posibilidad de que se manifiesten estos eventos catastróficos naturales que normalmente están asociados a fenómenos meteorológicos extremos (supervisión de la predicción meteorológica de forma continuada). En todo este proceso la comunicación continua con el 1-1-2 es vital para estar informado y actuar correctamente.

Si nos vemos sorprendidos por **lluvias torrenciales** en el emplazamiento o en la cuenca de los cursos de agua del entorno, debemos respetar las siguientes recomendaciones: evacuar el entorno próximo a los cauces hacia zonas altas seguras; desconectar el suministro de electricidad o gas si pudiera verse amenazado; alejarse de cornisas, muros de carga, construcciones en mal estado o arbolado que corran riesgo; se deben evitar desplazamientos innecesarios y el cruce de cauces o vados con espesores de agua superiores a los 15 centímetros (en casos extremos estos cruces se harán con el apoyo de sistemas de seguridad y amarre de las personas); etc. De forma preventiva, en periodos previos a estos acontecimientos, se llevarán a cabo trabajos de limpieza de sumideros, desagües, canaleras, de las edificaciones y se trasladará al personal a zona segura y cubierta con antelación a su posible desencadenamiento cuando el nivel de amenaza sea elevado y el terreno sea potencialmente inundable.

Si hay riesgo de **tormentas** se deberá evacuar al personal a una zona cubierta que esté bajo la protección de un pararrayos. En cualquier caso se deberá evitar, cuando se prevea que comience la tormenta, la estancia en: altos relativos del terreno, la proximidad de árboles solitarios o grandes piedras o estructuras metálicas. El personal deberá desembarazarse de instrumental metálico y la ubicación en el interior de un vehículo se puede considerar una situación segura.

En el caso de verse amenazado por **fuertes vientos** hay que protegerse de elementos de peligro en el entorno del área de campamento como: arbolado, estructuras verticales como líneas eléctricas, muros o construcciones en mal estado o cubiertas movilizables por el viento, andamios, etc. El responsable de seguridad en el caso de un campamento debe estar muy pendiente de la posible ocurrencia de estos fenómenos mediante la consulta de pronósticos meteorológicos y la disponibilidad de medidores *in situ* (anemómetros) y de forma preventiva ordenar el realojo en zonas seguras de las personas cuando se puedan dar estas intensas ráfagas. Podrá también proponer el fijar y amarrar elementos que puedan ser movilizables por el aire de forma preventiva. En el caso de estructuras verticales, que se instalen o se encuentren en el emplazamiento, deberían contar con una garantía técnica de buen comportamiento frente al viento.

Antes de realizar una excursión por el monte deberíamos informarnos de la situación del mismo frente a **incendios forestales** y evitar salidas en días de peligro extremo. Esos días también se deberá extremar los cuidados para no iniciar un fuego y vigilar el posible inicio del mismo en el entorno forestal. Cuando surge un incendio forestal que nos pudiera afectar es muy importante informarse de la situación a través del 1-1-2 y proceder en su caso a la evacuación si así se nos comunica. Es importante realizarla conforme a las indicaciones de este servicio y a como esté reflejado en el correspondiente Plan de Emergencia (conocer perfectamente los viales de evacuación en función de la situación del incendio) y hacerlo de forma ordenada y tranquila. En el caso de no poder proceder a la evacuación y tener que **confinarnos en algún edificio** esté deberá estar convenientemente aislado de combustibles, tener un comportamiento ignífugo de su cubierta y fachadas, deberemos cerrar las puestas y ventanas y humedecer todo el entorno de la construcción. También será importante contar con hidrantes para poder actuar frente al incendio y contar con una disponibilidad de agua suficiente para protegerse. Si nos vemos en la tesitura de tener que escapar por el terreno del incendio se evitará a toda costa el hacerlo en sentido ascendente y por áreas escabrosas y accidentadas, se hará preferentemente por áreas con poca vegetación (incluso ya quemadas) y en dirección opuesta al viento dominante. En nuestra huida se respirará por la nariz con la protección de un paño húmedo. Es muy importante saber cómo actuar cuando el fuego afecta a un recinto cerrado o cuando una persona se ve directamente afectada.

LOS PROFESIONALES DE LOS RIESGOS NATURALES

El carácter multidisciplinar de los riesgos naturales

El estudio de los riesgos naturales debe abordarse desde una perspectiva **multidisciplinar** abarcando todas las vertientes y niveles de los mismos (desde el estudio de gabinete hasta las actuaciones de emergencias en caso de que se materialicen; pasando por la implementación de las medidas predictivas, preventivas y correctoras).

Los gabinetes especializados se encargan de la realización de los estudios de riesgos naturales y elaboran proyectos para la puesta en marcha de las **medidas de mitigación** necesarias para alcanzar un nivel de riesgo residual aceptable en un emplazamiento. Cabe destacar también la intervención de estos especialistas en la consideración de riesgos y la seguridad para diferentes **actividades deportivas** de turismo activo que se realizan en la montaña (escalada, senderismo, alpinismo, BTT, barranquismo, parapente, etc.).

LOS SERVICIOS DE PROTECCIÓN CIVIL

La Protección Civil es un servicio público esencial para el ciudadano, a quien sitúa en el centro de su acción pública, para contribuir de manera efectiva a su seguridad. Estos servicios conforman equipos multidisciplinares que tienen la capacidad y el objetivo de proteger a las personas y bienes, ofreciendo una respuesta adecuada ante los distintos tipos de emergencias y catástrofes, ya estén originadas por causas naturales o derivadas de la acción humana, de manera accidental o intencionada.

La *Ley 17/2015, de 10 de julio,* garantiza el buen funcionamiento del **Sistema Nacional de Protección Civil**.

En ella se engloban todas las partes que tienen algo que aportar a la Protección Civil, desde los voluntarios, hasta los responsables políticos de todas las administraciones. De esta forma se garantiza una respuesta coordinada y eficiente a través de las siguientes actuaciones:

- **Anticipación/previsión** (determinar y analizar los riesgos con su potencial incidencia espacial y temporal en el territorio).
- **Prevención** (medidas para evitar y mitigar los riesgos actuando principalmente con respecto a la exposición y vulnerabilidad de las personas).
- **Planificación** (elaboración y homologación de los Planes de Protección Civil).
- **Intervención/respuesta inmediata** (coordinar la actuación de los servicios públicos y/o los privados en caso de materializarse el riesgo).
- **Recuperación** (acciones y medidas para restablecer la normalidad tras la emergencia).
- **Evaluación e inspección** (la administración vela por el cumplimiento de la normativa vigente en materia de seguridad y autoproteccion a todos los niveles).

Todo ello se rige por los principios de colaboración, cooperación, coordinación, solidaridad interterritorial, subsidiariedad, eficiencia, participación, inclusión y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.

Web de Protección Civil: *http://www.proteccioncivil.es*

¿Qué es el 112?

El 1-1-2 (uno-uno-dos) es el **teléfono único de emergencias en Europa** y tiene por objeto recibir las demandas de auxilio para poder coordinar la asistencia más inmediata posible para los ciudadanos que se encuentren en una situación de riesgo personal o colectivo. Presta servicio las **24 horas** del día, los **365 días** del año y con solo una llamada te proporciona acceso directo y simultáneo a los servicios de bomberos, policía. Es un número muy fácil de recordar y gratuito para toda la Europa Comunitaria, si bien la llamada se recibe y se gestiona en cada país. Además, si no tienes cobertura de tu compañía, pero sí de alguna otra, igualmente podrás hacer una llamada al 1-1-2.

Al marcar el 1-1-2 tendrás que contestar a las preguntas del operador con la mayor claridad posible, facilitándole los datos que te pida y siguiendo sus instrucciones. Es importante hacer un **uso responsable** de este servicio para no ocupar una línea telefónica destinada exclusivamente a la atención de llamadas de emergencia.

La web del Centro de Emergencias 1-1-2 SOS Aragón, ubicado en el Edificio Pignatelli del Gobierno de Aragón (Zaragoza), es: ***https://112aragon.aragon.es/***

Titulaciones/profesiones más relacionadas

(Páginas siguientes)

Titulaciones	Riesgos naturales	Universidades públicas *(Formación presencial nordeste España)*
Grado en Ingeniería Forestal / Ingeniería del Medio Natural	Formación técnica y ejecución obras de defensa: incendios forestales; inundaciones; aludes de nieve; estabilidad del arbolado, corrección hidrológica forestal.	*Lleida; Politécnica de Madrid; Politécnica de Valencia; Pública de Soria*
Grado en Geología / Ingeniería Geológica	Formación técnica y ejecución obras de defensa: movimientos de tierra; aludes de nieve. Formación técnica: inundaciones, terremotos, etc.	*Zaragoza; Autónoma de Barcelona; País Vasco; Complutense de Madrid; Politécnica de Cataluña*
Grado en Ingeniería Civil	Formación técnica y ejecución obras de defensa: inundaciones y movimientos del terreno	*Zaragoza; País Vasco; Politécnica de Valencia; Politécnica de Cataluña; Politécnica de Madrid*
Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales y de Minas	Formación técnica y ejecución obras de defensa: riesgos tecnológicos; caída de rayos; incendios urbanos; movimientos de tierra	*Zaragoza; Politécnica de Madrid; Politécnica de Valencia; Navarra; Politécnica de Cataluña; País Vasco*
Grado en Geografía	Formación general: riesgos naturales	*Zaragoza; Lleida; Complutense de Madrid; Autónoma de Barcelona; País Vasco*
Grado en Ciencias Ambientales	Formación general: riesgos naturales	*Zaragoza (Campus Huesca); Girona; País Vasco; Autónoma de Barcelona; Valencia*
Máster en Incendios Forestales	Formación técnica y ejecución obras de defensa: incendios forestales	*Lleida; Politécnica de Madrid*
Máster en Gestión de Riesgos y Emergencias	Formación en materia de Protección Civil, visión integral en materia de intervención ante todo tipo de emergencias, visión general riesgos	*Universidad Autónoma de Barcelona*
Máster en Planificación y Gestión de Riesgos Naturales	Formación técnica y específica de GIS: riesgos naturales en general	*Universidad de Alicante*
Técnico Superior en Gestión Forestal y del Medio Natural	Formación práctica ejecución trabajos: incendios forestales; estabilidad arbolado	*C. P. I. F. P. Montearagón (Huesca); E. C .A. Instituto de Formación Agroambiental (Jaca); C. P. I. F. P. Movera (Zaragoza); C. P. F. I. P. Almazán (Soria)*

Profesiones	Riesgos naturales	Acceso
Unidad Militar de Emergencia (UME)	Actuación ante emergencias derivadas de todos los riesgos naturales, operativo a nivel nacional.	*Promoción interna dentro de las Fuerzas Armadas Españolas*
Protección Civil	Prevención, planificación y actuación ante todo tipo de riesgos; coordinación del operativo en emergencias y presencia en todo el territorio (en Aragón trabajan en: comarca, grandes urbes, provincias, autonomías, nacional)	*Voluntariado; concurso - oposición*
Bomberos	Prevención y actuación ante incendios urbanos; incendios forestales; inundaciones; control de la estabilidad del arbolado; riesgo tecnológico en el territorio (servicios provinciales en Aragón).	*Oposición*
Retenes forestales	Incendios forestales (retenes distribuidos por el territorio por su importancia forestal)	*Contratación empresa pública nacional TRAGSA*
BRIF (Brigadas de refuerzo en incendios forestales)	Personal altamente especializado en la extinción de incendios forestales para actuar en cualquier punto de España (nacional)	*Contratación empresa pública en Aragón SARGA*
Sanitario, médico, enfermero	Auxilio en emergencias derivadas de todo tipo de riesgos (comunidades autónomas)	*Oposición*
Cruz Roja	Auxilio en emergencias derivadas de los riesgos naturales (en Aragón, servicios comarcales)	*Voluntarios profesionales contratados*
Guardia Civil: Servicio de Protección de la Naturaleza (SEPRONA)	Vigilancia frente a posibles ocurrencias de riesgos; protección del medio ambiente en general (cuerpo de ámbito nacional)	*Promoción interna mediante especialización desde la Guardia Civil (tras 9 meses de academia y 1 año de eventual)*
Guardia Civil: Grupos de Rescate e Intervención en Montaña (GREIM)	Prevención, investigación y rescate en accidentes derivados de riesgos naturales en montaña	*Promoción interna mediante especialización desde la Guardia Civil (tras 9 meses de academia y 1 año de eventual)*
Confederación Hidrográfica	Planificación y prevención de los riesgos por inundaciones (en Aragón correspondería con la Confederación Hidrográfica del Ebro)	*Oposición*
Instituto Geológico y Minero de España (IGME)	Estudio e investigación de los riesgos por movimientos de tierra, terremotos, vulcanismo, inundaciones, dolinas (nacional)	*Oposición; becarios*

El Observatorio de la Montaña

Se trata de un **órgano de consulta, colaboración y participación** que tiene como objetivo el impulso de las políticas de seguridad en el medio natural y que ha sido promovido por el Departamento de Presidencia del Gobierno de Aragón. Este órgano está integrado por representantes de: la Comunidad Autónoma (entre otros el director gerente del Instituto Aragonés de Juventud), la Administración del Estado, entidades locales, federaciones deportivas, asociaciones empresariales del sector turístico y Aramón.

Sin perjuicio de las atribuciones de otros órganos en este ámbito, el Observatorio de la Montaña tiene por objeto las siguientes funciones:

- Recogida, explotación y **análisis de datos,** especialmente de tipo estadístico, relacionados con las **actividades en la montaña** y en cavidades del territorio aragonés.
- Análisis en profundidad de datos de accidentes de montaña en las distintas disciplinas que se practican: esquí, montañismo, escalada, barranquismo, espeleología, etc.
- Realizar estudios y proponer medidas para fomentar las **buenas prácticas** y la mejora de la seguridad en la actividad montañera y la prevención de accidentes.
- Impulsar la celebración de jornadas, seminarios, congresos y otras actividades divulgativas relacionadas con la seguridad en la montaña tanto para un público general como profesional.
- Potenciar e impulsar **la campaña "Montaña Segura",** que se erige como la principal herramienta de sensibilización, comunicación y formación en materia de prevención de accidentes en las actividades de montaña para las montañas aragonesas.

El convenio de Montañas Seguras

Se trata de un convenio de colaboración en el que participan los departamentos de Presidencia y Relaciones Institucionales (Servicio de Seguridad y Protección Civil) y de Ciudadanía y Derechos Sociales (Instituto Aragonés de Juventud) del Gobierno de Aragón, Aramón, la Federación Aragonesa de Montañismo y la Federación Aragonesa de Espeleología. Fruto de esta colaboración se ha venido desarrollando un convenio anual desde el año 1999, y desde el año 2012 la campaña se denomina "Montaña Segura". La campaña tiene como objetivo la prevención de los accidentes en el medio natural a través de la información y educación del practicante, buscando que este aplique de manera consciente y responsable los tres pasos que conducen a una práctica deportiva segura: planifica tu actividad, equipa tu mochila, actúa con prudencia.

En su nueva singladura este programa apuesta por tres líneas de trabajo diferenciadas que son:

- Creación de una Red de Informadores Voluntarios a pie de territorio.
- Actividades educativas con los menores, de cara a intentar conseguir montañeros más seguros en el futuro y centrando la labor en los monitores y directores de tiempo libre que realizan actividad senderista en campamentos juveniles.
- Divulgación virtual en internet y las redes sociales de consejos y materiales que mejoran la seguridad del practicante de actividades en el medio natural desde el espacio web ***www.montanasegura.com.***

EL GREIM

Se trata de una **unidad específica de la Guardia Civil** que actúa en zonas de montaña y otros lugares de difícil acceso, los **Grupos de Rescate Especial de Intervención en Montaña (GREIM).** Generalmente su labor se realiza con la colaboración del Servicio Aéreo de la Guardia Civil. Entre sus misiones más específicas están: el rescate de personas, la investigación de accidentes de montaña, la conservación de la naturaleza, la seguridad ciudadana en instalaciones deportivas de montaña, estaciones de esquí y competiciones deportivas y la colaboración en la prevención de accidentes y promoción de la seguridad en montaña.

Su **órgano central** está en **Jaca** y está compuesto por: la **Unidad Especial de Montaña** –que tiene por misión el apoyo a otras unidades de montaña así como la investigación y experimentación de nuevas técnicas y procedimientos de actuación y de material, vestuario y equipo– y el **Centro de Adiestramientos Específicos de Montaña (CAEM)** responsable de la formación del personal de montaña de la Guardia Civil.

Existen por las principales áreas de montaña españolas secciones, grupos y equipos del GREIM que se agrupan dentro de cinco áreas:

- Jaca (9) (Pirineo occidental y montañas de Aragón)
- Cangas de Onís (5) (Picos de Europa y Macizo Galaico)
- Granada (5) (Sierras andaluzas, Valencia, Baleares y Canarias)
- Navacerrada (5) (Sistema Central y Sistema Ibérico occidental)
- Viella (2) (Pirineo catalán)

LA UME (Unidad Militar de Emergencias)

Se trata de una unidad militar española que tiene por objetivo **complementar los servicios de emergencia de otras administraciones** (comunidades autónomas, comarcas, diputaciones provinciales, etc). Es una fuerza disponible de forma **permanente** y que tiene como misión la intervención en cualquier lugar del territorio nacional para contribuir a la seguridad y el bienestar de los ciudadanos en los supuestos de grave riesgo, catástrofe, calamidad y otras necesidades públicas. Nace en el año 2005 como unidad de primera intervención de las Fuerzas Armadas ante riesgos naturales como: avenidas, terremotos, deslizamientos de tierras, grandes nevadas, incendios forestales, fenómenos meteorológicos especialmente adversos, riesgos tecnológicos, contaminación, etc. No llevan a cabo tareas de prevención y su acción se realiza bajo la dirección de sus mandos. Entre sus puntos fuertes están su total **autonomía logística** para cualquier tipo de intervención, **flexibilidad** para actuar ante topo tipo de emergencias, **gran capacidad de respuesta** de forma continua, capacidad para interoperar con otros servicios de emergencia, etc. En Zaragoza se encuentra la Unidad Operativa IV, cuya área de trabajo destacado son los territorios de Aragón, Cataluña, Navarra, Euskadi y La Rioja.

Dentro de la unidad se ubica el **plan FORUME** (Formación de Unidades UME), que tiene la vocación de exportar esta forma de trabajar y organizarse para estados amigos y aliados con labores de formación y capacitación de personal en el extranjero y con la posibilidad de actuar en misiones internacionales frente a emergencias.

Operativo aragónes frente a los incendios forestales

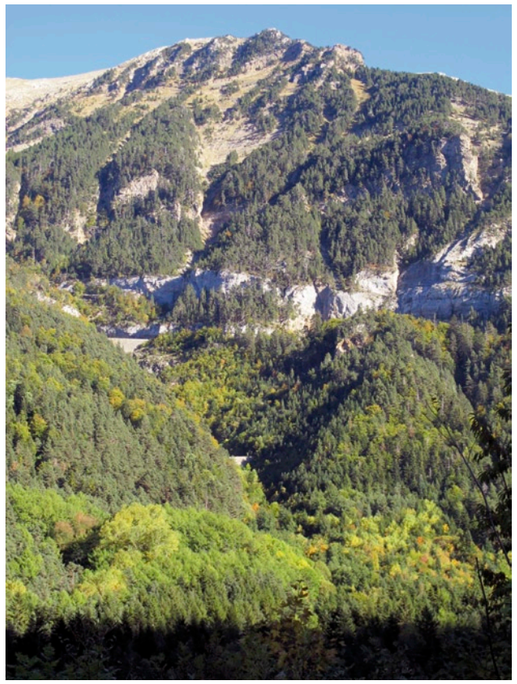
EL operativo de prevención y lucha contra los incendios forestales en Aragón en el año 2019 estaba compuesto de 57 **cuadrillas** simples, 5 dobles y 8 helitransportadas, lo que totaliza unos 500 **bomberos forestales.** Los principales trabajos que realizan son de **carácter preventivo** y están encaminados a actuar sobre el combustible forestal para reducir su continuidad horizontal y vertical principalmente en torno a los viales de comunicación y a distintas áreas a defender como poblaciones o entornos naturales especialmente valiosos. En el caso de iniciarse un incendio en su área, o ser necesaria su actuación en grandes incendios, son rápidamente movilizados para acudir a combatir el fuego. Cuentan para su labor de extinción con el concurso de 39 **autobombas** forestales públicas. Para la detención de los incendios se encuentran desplegados en la región 80 **puestos fijos de vigilancia.**

A este importante despliegue humano por todo el territorio con una importantísima labor preventiva, hay que sumar el **operativo aéreo,** que supone una herramienta complementaria de gran valor para la llegada de los primeros medios al incendio, para la inspección del territorio y especialmente para el combate en áreas de mala accesibilidad. El dispositivo aéreo aragonés durante el estío está conformado por 8 **helicópteros** con sus correspondientes brigadas helitransportadas. Todo este operativo se complementa con los centros de operaciones provinciales (CECOP) con sus emisoras, la red de alerta y comunicaciones, la disponibilidad de tres bulldozers movilizables, uno en cada provincia, etc.

Todo este despliegue operativo es dirigido y coordinado por el personal funcionario y laboral del Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad, que en el operativo contra incendios integra a 57 técnicos y a 400 agentes para la Protección de la Naturaleza con sus respectivos turnos de guardia personal para tener cubierto el cuadrante todo el año. El Ministerio para la Transición Ecológica tiene desplegado en Aragón un helicóptero Kamov, una BRIF, 2 aviones anfibio, etc. A todo este conjunto de medios, en caso de grandes incendios, se puede incorporar el resto de medios del ministerio disponibles en el territorio nacional.

LA NORMATIVA EN RIESGOS NATURALES

A continuación, se detalla la normativa aplicable a emplazamientos y actividades potencialmente expuestos a riesgos naturales que, en consecuencia, deben ser tenidos en cuenta previamente a su realización / autorización. Recogemos la normativa referente a la metodología para el análisis y evaluación de los riesgos naturales así como toda la relacionada con la protección civil y la autoprotección.



Decreto 74/2018

Este decreto actualiza la normativa en materia de actividades juveniles de tiempo libre y como novedad recoge perfectamente las condiciones que deben reunir los emplazamientos donde se pretenden ubicar los campamentos, para tener un nivel de seguridad aceptable frente a los distintos riesgos naturales.

Para poder garantizar y certificar esta situación de aceptabilidad de los diferentes riesgos se desarrolló en el **anejo III** de este decreto una **metodología para el análisis y evaluación de los riesgos naturales** en un determinado emplazamiento para los riesgos mayores (incendios forestales, inundaciones, movimientos del terreno y aludes de nieve) y para otros riesgos (caída de árboles, vientos, tormentas, proximidad de vías de comunicación, etc. Esta metodología facilita una primera posible situación para todos los riesgos de aceptabilidad directa que permite con unos datos básicos, al alcance de la mayoría de personas, poder descartar situaciones de riesgo remoto o de probabilidad muy baja. Esta normativa se puede considerar, en su desarrollo global, como vanguardista a nivel de España en la consideración de los riesgos naturales para este tipo de actividades.

Normativa autonómica

- Decreto 167/2018, de 9 de octubre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el **Plan Especial de Protección Civil de Emergencias por Incendios Forestales (PROCINFO).**
- Decreto 204/2017, de 19 de diciembre, del Gobierno de Aragón, por el que se regula la organización y el funcionamiento de las agrupaciones de **voluntarios de Protección Civil** de Aragón.
- Decreto 220/2014, de 16 de diciembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el **Plan Territorial de Protección Civil** de Aragón.
- Decreto Legislativo 1/2014, texto refundido de la Ley de **Urbanismo de Aragón**.
- Decreto 125/2004, de 11 de mayo, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de **Alojamientos turísticos al aire libre**.

- Ley 15/2003, de 17 de marzo, de reforma de la Ley 30/2002, de 30 de diciembre, de **Protección Civil y Emergencias** de Aragón.
- Orden de 30 de abril de 1996, del Departamento de Presidencia y Relaciones Institucionales, por la que se desarrolla la regulación de los **Planes de Emergencia de Protección Civil** de ámbito municipal, supramunicipal o comarcal, y de medidas de fomento.

Normativa estatal

- Código forestal 3: Incendios Forestales. Compendio de normativas más importantes en materia de **incendios forestales** a nivel estatal y autonómico.
- Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, por el que se aprueba la revisión del **Plan Hidrológico del Ebro** 2015-2021 y de otras cuencas hidrográficas.
- Ley 17/2015, del 9 de julio, de **Sistema Nacional de Protección Civil**.
- Resolución de 2 de agosto de 2011, de la Subsecretaría, por la que se aprueba el **Plan Estatal de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones**.
- Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de **evaluación y gestión de riesgos de inundación**.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del **Dominio Público Hidráulico**.
- Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la **Norma Básica de Autoprotección** de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la **Norma de Construcción Sismorresistente**. Parte general y edificación (NCSE-02).
- Real Decreto 407/2002, de 24 de abril, por el que se aprueba la Norma Básica de **Protección Civil**.
- Decreto legislativo 1/2001, de 20 de julio, en el que se aprueba el texto refundido de la **Ley de Aguas.**
- Real Decreto 1123/2000, de 16 de junio, por el que se regula la creación e implantación de **unidades de apoyo ante desastres**.

Normativa internacional

- Finalmente, a nivel internacional existe la norma **ISO 31000 para la Gestión de Riesgos,** que proporciona principios y guía exhaustivos para el análisis y evaluación de los riesgos.

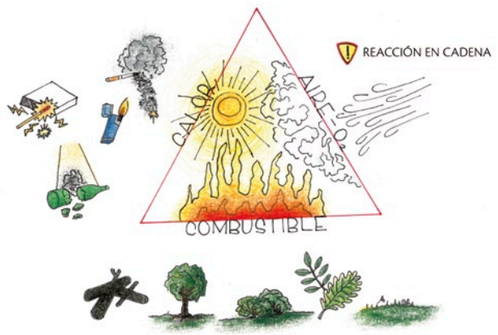
LOS INCENDIOS FORESTALES

El incendio forestal es un fuego que se extiende sin control por el monte quemando material vegetal natural (árboles y/o arbustos y/o pastos). En Aragón aproximadamente el 55 % de su superficie corresponde con terrenos forestales y en áreas de montaña estos porcentajes se aproximan, en muchas ocasiones, al 90-95 %.

Es un **riesgo muy asociado a la gestión del territorio,** siendo de especial relevancia en los medios mediterráneos y en los ambientes de montaña. La mayoría de los incendios forestales tienen una implicación, directa o indirecta, del hombre, por acción u omisión.

¿Cómo se inicia un incendio forestal?

Un fuego se produce debido a la existencia de una ignición (rayo, brasas mal apagadas, colilla, cortocircuito, etc.) que inicie el mismo en un combustible que presente unas condiciones adecuadas para su propagación (vegetación con elevado estrés hídrico y/o con abundante material seco). Para que evolucione el fuego es necesario disponer de los tres componentes del triángulo del fuego (aire, calor y combustible), para detenerlo es necesario actuar sobre uno de ellos.



TRIÁNGULO DEL FUEGO

Falsas creencias

TRAS UN INVIERNO O PRIMAVERA LLUVIOSOS HAY MENOS INCENDIOS

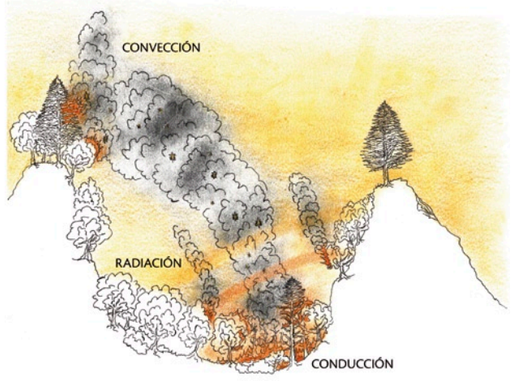
Tras una primavera especialmente lluviosa lo que se produce es un **crecimiento importante** del **estrato herbáceo** que durante el estío **se secará** y constituirá un perfecto medio de expansión del fuego, lo que obliga a extremar la precaución.

LOS INCENDIOS SE APAGAN ÚNICAMENTE CON LOS EQUIPOS DE EXTINCIÓN

En los primeros estadios los incendios son generalmente apagados por los medios de extinción hasta en un 98 %. Los grandes incendios tan solo pueden ser apagados dentro de **"ventanas de oportunidad"** que se dan cuando cambian a favorables las condiciones meteorológicas que permitan actuar con seguridad y eficacia a los medios de extinción.

LOS INCENDIOS SON DEL VERANO

En Aragón, como en otros territorios montañosos españoles, nos encontramos con dos claros máximos anuales con respecto a los incendios. Hay uno **primaveral** que está relacionado con **la negligencia** en los trabajos y las **quemas agrícolas** y pastorales y un segundo máximo, generalmente de fuegos de mayor intensidad, en el verano coincidiendo con la peor situación de estrés hídrico de la vegetación natural y la ocurrencia de tormentas secas en las sierras más interiores.



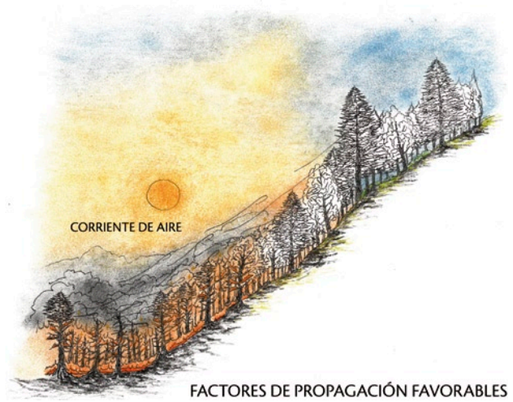
MECANISMOS DE PROPAGACIÓN

La propagación del fuego

El fuego se puede propagar de tres formas, generalmente de forma simultánea:

- Radiación. Que consiste en la transmisión en forma de onda calorífica a ciertas distancias sin contacto físico.
- Conducción. Que precisa del contacto físico de la llama con un nuevo combustible.

- Convección. Que se apoya en el aire que transporta pavesas incendiarias.



FACTORES DE PROPAGACIÓN FAVORABLES

FACTORES PARA LA PROPAGACIÓN DEL FUEGO

La orografía intrincada y especialmente la pendiente ascendente favorecen la transmisión del calor y sequedad desde el área quemada a la vegetación próxima situada a una cota superior, lo que acelera y facilita su entrada en combustión.

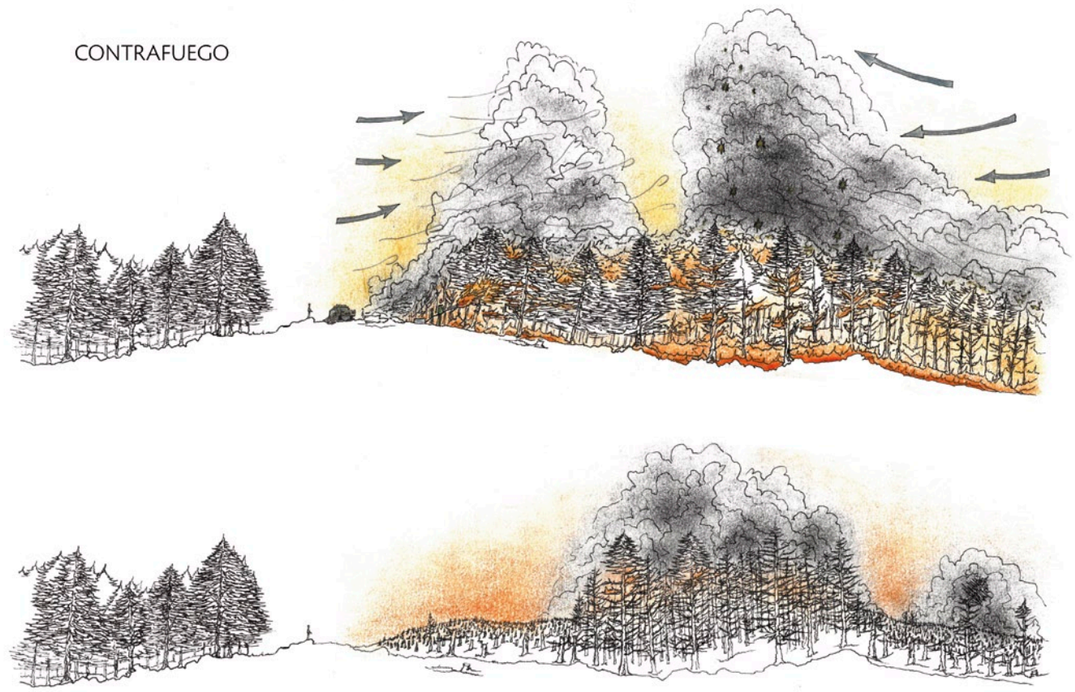
La situación meteorológica reciente condiciona de forma importante el estado de los combustibles y así, en periodos de baja humedad relativa, fuertes vientos y temperaturas elevadas, nos encontramos con situaciones de máximo peligro. En el clima mediterráneo estas condiciones se dan generalmente durante el verano.

La continuidad tanto horizontal como vertical de los combustibles disponibles (con condiciones de humedad relativamente baja) permite la rápida transmisión del fuego. Es el único de estos tres factores sobre el que podemos actuar y en el que se centran las actuaciones de prevención y lucha.

Una evolución desfavorable del tiempo atmosférico puede producir un cambio súbito en el comportamiento de un incendio y se debe tener muy en cuenta para poder combatir contra el fuego con seguridad y eficacia. Hay que tener presente también que los grandes incendios llegan a provocar un cambio en las propias condiciones microclimáticas.

La regla del 30. Cuando nos encontramos con temperaturas superiores a los 30º, con vientos de más de 30 km/hora y una humedad relativa por debajo del 30 % nos encontramos con una situación explosiva.

En la ilustración inferior se observa en dos fases el uso de **la técnica del contrafuego,** que consiste en la ignición de una línea de fuego entre un área relativamente segura, como un área de defensa o un cortafuegos, y el frente que avanza. Esta técnica permite ampliar la zona de defensa en poco tiempo y reducir la intensidad del frente.



Incendios y paisaje

El fuego ha tenido un papel crucial en el manejo del **paisaje natural y cultural** desde tiempos inmemoriales. Tradicionalmente esto ha llevado a la génesis y mantenimiento de forma activa por el hombre de un paisaje **en mosaico,** donde los bosques se encontraban fragmentados y donde periódicamente se usaba el fuego para mantener las discontinuidades de los pastos y cultivos, lo que reducía la amenaza de grandes incendios.

Durante el siglo xx se llevó a cabo un ambicioso **plan repoblador** en España y que afectó de lleno al Prepirineo y Pirineo aragonés. Se repobló mayoritariamente con pinar con altas densidades y se eliminaron muchas discontinuidades de cultivos y pastos plantando hasta las mismas casas. Ello contribuyó a reducir la erosión y transformar radicalmente el paisaje. Pero al no realizarse posteriormente los necesarios trabajos selvícolas de clara y diversificación de estas formaciones y al producirse un fenómeno progresivo de pérdida de los usos del suelo nos encontramos actualmente con un **paisaje con un peligro extremo ante incendios.**

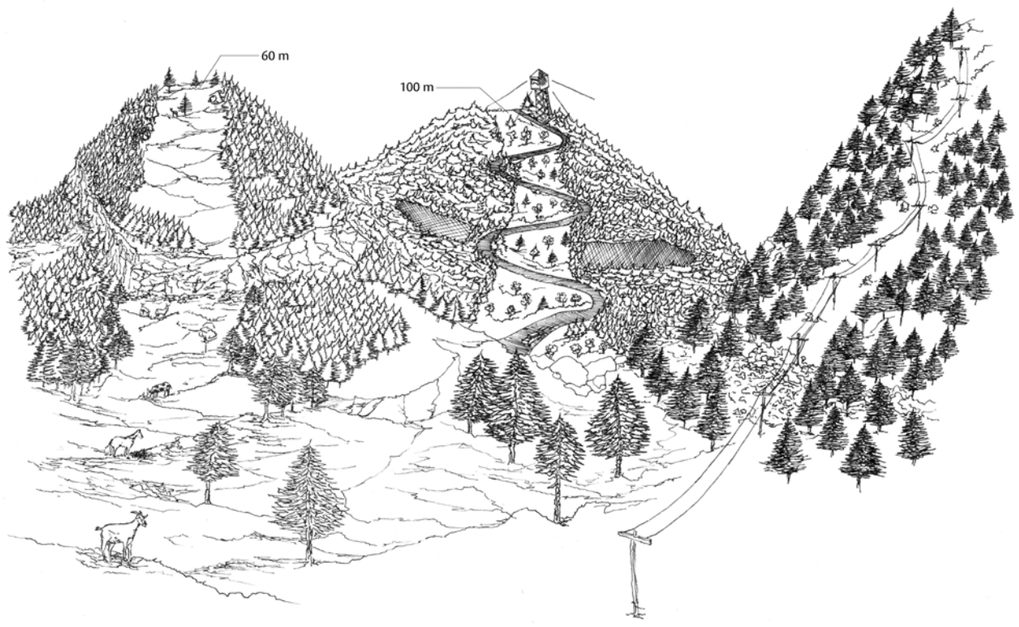
La despoblación del medio rural y la falta de aprovechamientos de los recursos de los montes es muy perjudicial para su protección. El diente del **ganado,** el **aprovechamiento de leñas y maderas** por el hombre y el **cultivo** de los valles son **imprescindibles** para mantener un paisaje menos peligroso y más resiliente frente a incendios. Hay que facilitar y promocionar estos usos si queremos preservar unos paisajes que dependen y ganan diversidad con la mano del hombre.

FALSA CREENCIA: ES SIEMPRE DAÑINO EL INCENDIO FORESTAL

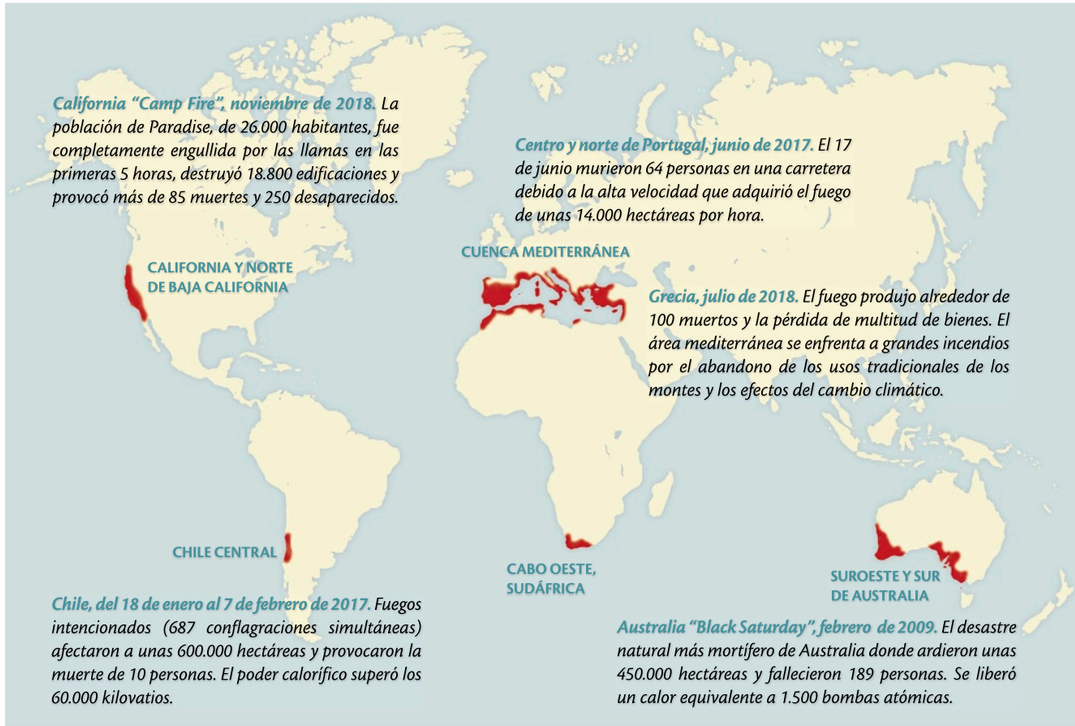
No hay que descartar en muchos casos el uso del fuego para controlar el fuego y mejorar los ecosistemas. Por ejemplo, en la extinción se suele utilizar la técnica del contrafuego, que consiste en la ignición de una línea de fuego entre la zona a asegurar y el frente que avanza y que ayuda a detenerlo. Se puede también **dejar avanzar algunos incendios,** especialmente fuera de períodos de peligro crítico, cuando se considera que pueden ayudar a quemar madera muerta y arbustos sin afectar al arbolado. Otra técnica posible es el **fuego controlado o prescrito** para rebajar la carga de combustible en áreas estratégicas para recuperar el pasto y disminuir la continuidad vertical y horizontal del bosque.

La mayor causa de los incendios son las negligencias o causas accidentales por descuidos humanos. Los incendios por causas naturales se deben principalmente a la afección por tormentas secas.

Los incendios pueden ser de **superficie** (queman el estrato herbáceo y matorral), de **copas** (alcanza las copas de los árboles) y de **subsuelo** (se propaga por la superficie alimentándose de materia orgánica seca, raíces o turba).



Paisaje protegido frente a incendios

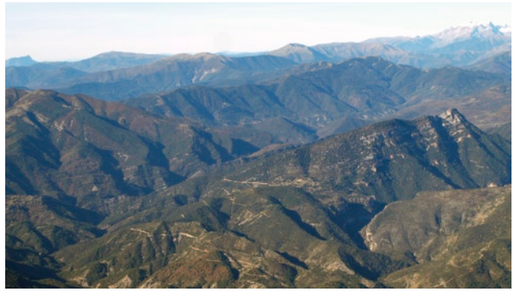


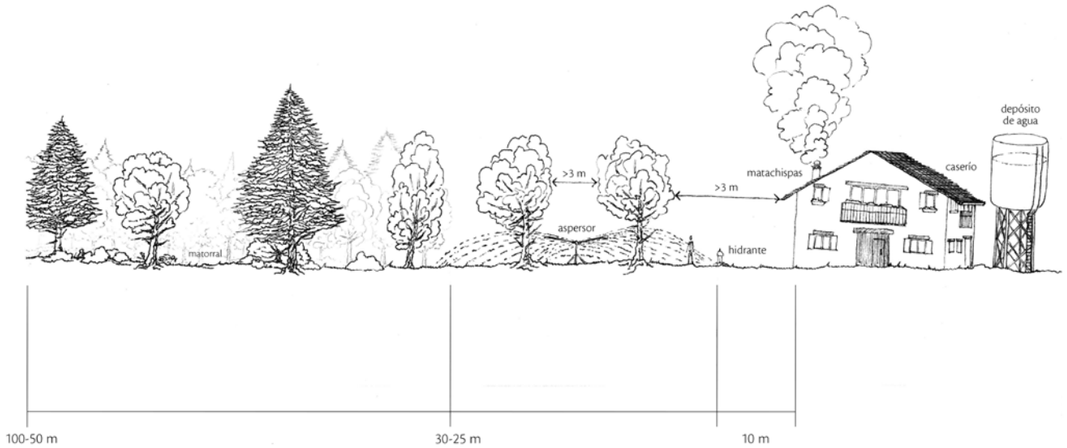
La amenaza de los megaincendios

En lugares como EEUU, Chile, Australia y áreas mediterráneas el **abandono de la gestión de los montes y áreas rurales** junto a las condiciones climáticas especialmente adversas, que se están produciendo por el **cambio climático,** están permitiendo que los incendios puedan adquirir **proporciones dantescas.** La sequedad y densidad de combustible disponible de las masas arboladas incendiadas hacen imposible su extinción y están facilitando la ocurrencia de **incendios de sexta generación,** el humo alcanza la troposfera como ocurre con las bombas atómicas, denominados coloquialmente "MEGAINCENDIOS".

Tristemente en California se concatenaron, con una diferencia de 8 meses, dos megaincendios récord. En el **incendio "Mendocino Complex",** en agosto de 2018, se ha estimado que se quemaron unas **185.800 hectáreas** en dos semanas infernales de vientos sostenidos y tras arrastrar una serie de 5 años de bajas precipitaciones. Las llamas alcanzaron los 90 metros de altura en algunos puntos, quemaron y se extendieron con una ferocidad desconocida (la vegetación entraba en combustión en apenas 5 minutos cuando lo normal es "que tarde entre 1 y 10 horas") saltando arroyos, cortafuegos y autopistas. En el momento álgido el fuego avanzó a razón de 21.000 hectáreas en 24 horas. En diciembre de 2017, el anterior megaincendio estuvo activo un mes y quemó unas 114.850 hectáreas Cuatro de los cinco incendios más grandes registrados en California han sido en la última década por la combinación de vientos sostenidos y una situación de abandono de los montes.

Las **condiciones actuales** que presentan buena parte de los **montes del Prepirineo y Pirineo aragonés** los hacen proclives a que los incendios puedan adquirir una magnitud y grado de **intensidad y virulencia nunca conocidos.** Serán incendios muy difíciles de controlar que podrían matar personas, carbonizar pueblos y transformar radicalmente los paisajes que ahora conocemos para varias generaciones, por las importantes dificultades que tendrán los terrenos para su recuperación. El cambio climático incrementa esta amenaza **por el agravamiento de los episodios climáticos extremos.**





La protección de un emplazamiento próximo al monte

Es imprescindible contar con un **plan de autoprotección,** con revisión anual, que debe estudiar el emplazamiento y su entorno más próximo en materias como: el potencial comportamiento frente al fuego de las distintas formaciones vegetales presentes, las vías de comunicación, las posibilidades de confinamiento, la orografía, los usos del suelo, los medios de extinción y su proximidad, etc.

Es vital para dar seguridad la **existencia de dos viales seguros** frente a incendios que lleven desde el emplazamiento, **con direcciones opuestas,** a áreas seguras. En el caso de existir una única salida, esta deberá contar con unas medidas excepcionales de protección frente a incendios en sus bandas laterales, a definir en función de las características del medio natural. En último caso se podrá optar por el confinamiento en edificios que deberán cumplir unas exigentes condiciones de: comportamiento frente al fuego, distancia suficiente frente a los potenciales combustibles del entorno y capacidad de acogida para el personal a proteger.

Para proteger un emplazamiento generalmente se suele recomendar establecer una serie de características sobre **tres círculos concéntricos** al emplazamiento que pasamos a caracterizar a continuación. Las distancias que se detallan serían para un terreno llano. En el caso de que sea inclinado se deberán incrementar estas distancias teniendo también en cuenta los combustibles forestales, la pendiente y la orientación de las laderas. A este respecto existen tablas y ciertas reglas para estimar las distancias que se deben considerar en cada caso.

El **primer círculo** comprende **hasta unos 10 metros** del perímetro exterior del emplazamiento, donde se recomienda:

- **Hidrantes** con presión suficiente para alcanzar la totalidad de las cubiertas de las edificaciones y toda la superficie de este primer círculo. Estará conectada preferiblemente a un depósito de gravedad con reservas suficientes para garantizar la protección ante un incendio intenso.

- No se dejará **ningún combustible ni depósito de combustibles inflamables.**

- La copa del **arbolado,** que será de **hoja caduca,** estará a un **mínimo de 3 metros de las edificaciones** y a esa misma distancia entre sí y se podará hasta entre unos 3 a 5 metros.

- **No debe existir vegetación arbustiva,** a excepción puntual de especies poco inflamables o pies singulares o protegidos.

- Dominará la **vegetación herbácea** cortada a menos de 10 centímetros y que preferiblemente esté verde en la época de peligro, por lo que debe contar con un sistema de riego automatizado.

- **El confinamiento en las edificaciones** exige que se debe contar con: contraventanas resistentes al fuego, tejados ignífugos y limpios, paredes aisladas y de buen comportamiento frente al fuego, chimeneas con matachispas, cierres para todos los orificios existentes, etc.

- Todas estas características deben cumplirse durante todo el periodo de peligro de incendios forestales y deben revisarse de forma concienzuda como mínimo una vez al año.

El **segundo círculo** se encontraría **entre los 10 y los 25 a 30 metros** del emplazamiento, se recomienda:

- Que el **arbolado sea mayoritariamente de frondosas y no presente continuidad de copas** (distancia mínima de 2 metros entre las copas) y se podará hasta un mínimo de 2 metros.

- **No continuidad horizontal de la vegetación arbustiva** o herbácea seca gracias al aprovechamiento ganadero o al trabajo de desbroce inmediatamente anterior al periodo de peligro.

- Eliminar la presencia de **especies pirófitas.**

- Evitar la existencia de madera o restos vegetales secos en el subpiso.

- **Eliminar el arbolado seco o muerto.**

- Todas estas características debe cumplirlas esta banda durante el periodo de alta peligrosidad frente a incendios y se revisará con carácter anual.

El **tercer círculo** se encontraría **entre los 25 y los 50 a 100 metros** del emplazamiento, se recomienda:

- Medidas para evitar un incendio de copas de gran intensidad, por lo que se deberá **reducir la continuidad** de las mismas con la existencia de: **cortafuegos, líneas de defensa en torno a accesos,** mantenimiento de prados, pastos, cultivos, etc.

- **Evitar la continuidad vertical** del sotobosque con las copas del arbolado, para lo que se actuará sobre los arbustos de mayor desarrollo y sobre el arbolado podando para evitar estos contactos.

- Favorecer a las especies de frondosas y la vegetación más resistente al fuego frente a las pirófitas en la composición de las formaciones vegetales de esta banda.

Especies con buen comportamiento frente al fuego

A continuación, se presentan unas especies forestales que se consideran que tienen un relativo buen comportamiento frente al fuego siempre que no sufran estrés hídrico y se encuentren en buen estado vegetativo. Son especies que se deben favorecer porque presentan o una baja inflamabilidad y/o una baja combustibilidad por su relativo **elevado contenido de humedad** en comparación con otras especies y la **ausencia de componentes volátiles inflamables,** son: madroño (*Arbustus unedo*), tamarices (*Tamarix* sp.), chopos (*Populus* sp.), sauces (*Salix* sp.), fresnos (*Fraxinus* sp.), nogal (*Juglans regia*), boj (*Buxus sempervirens*), haya (*Fagus sylvatica*), olivo (*Olea europea*), varias cistáceas (*Cistus albidus, laurifolius* y *salvofolius*), coscoja (*Quercus coccifera*), formación pratense mantenida verde, sosa (*Atriplex halimus*), cactus, cedro (*Cedrus* sp.), etc.

Especies muy inflamables en época de peligro

Se presenta una serie de especies que se comportan como muy inflamables durante el verano y, en algún caso, durante todo el año. Son especies que debemos eliminar del primer círculo de nuestro emplazamiento y reducir su presencia en las otras bandas de protección. Presentan **baja cantidad de humedad, mantienen ramas secas o tienen ramillas muy finas y/o desprenden sustancias volátiles muy inflamables** como las coníferas. En este grupo están especies como: brezos (*Erica* sp.), pino carrasco (*Pinus halepensis*), encina (*Quercus ilex*), tomillo (*Thymus vulgaris*), romero (*Rosmarinus officinalis*), zarza (*Rubus idaeus*), esparto (*Stipa tenacissima*), erizón (*Echinospartium horridum*), aliaga (*Genista scorpius*), lavanda (*Lavandaula stoehas*), etc.

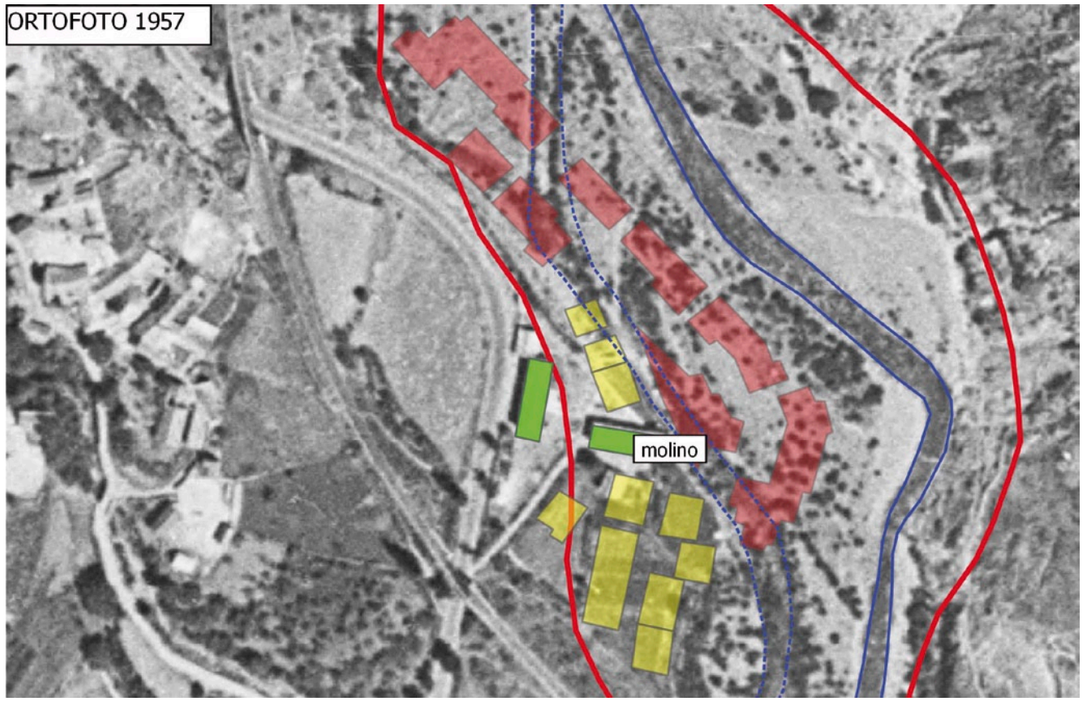
Mapa diario de peligrosidad

Lo actualiza diariamente el Departamento de Desarrollo Rural y da información de la situación de peligrosidad del entorno en el que se encuentra el emplazamiento. Es importante para evaluar posibles situaciones de prealerta en campas situadas próximas a formaciones forestales. Link: *http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/DesarrolloRuralSostenibilidad/AreasTematicas/MA_MedioForestal/IncendiosForestales/ci.01_NIVELES_ALERTA.detalleDepartamento*

LAS AVENIDAS E INUNDACIONES

¿Dónde existe riesgo de inundaciones?

Las inundaciones son un fenómeno muy extendido en todas las latitudes y provocan importantes daños materiales, así como la pérdida de vidas humanas de forma periódica. Generalmente el riesgo de inundación está **ligado a la ocupación y transformación del entorno fluvial** por el hombre que construye allí viviendas, naves, vías de comunicación, campings, acampadas, áreas recreativas y cultivos. En estos terrenos periódicamente el curso de agua recupera sus antiguos dominios y provoca serios daños.



Se ha dibujado sobre la fotografía aérea del año 1957 las áreas construidas y urbanas vigentes hasta el año 2012 en Castiello de Jaca hasta que unas fuertes inundaciones se llevaron una casa y reestablecieron la cordura. La línea roja corresponde a la delimitación de la zona inundable para el periodo de 500 años y la azul discontinua corresponde con un antiguo cauce secundario.

El fenómeno de las avenidas está asociado a un **periodo de tiempo de lluvias intensas** que dan lugar a escorrentías superficiales que pueden llegar a concentrar importantes caudales aguas abajo de donde se producen. En ambientes mediterráneos estas grandes precipitaciones están ligadas generalmente al fenómeno de ***"la gota fría"*** o a tormentas de gran intensidad. En este sentido en el Levante existen **registros históricos de más de 800 litros recogidos en 24 horas** (Oliva, Valencia, 3 de noviembre de 1987) que correspondería, aproximadamente, con la precipitación media por metro cuadrado que se recoge en el área durante dos años.

En algunos casos estas lluvias pueden sumarse a la **fusión del manto nivoso**, en las cabeceras de ríos de alta montaña, e incrementar los caudales asociados a la precipitación intensa que se esté produciendo y con ello multiplicar los potenciales daños.

Para el análisis del riesgo de inundaciones se debe **tener en cuenta los siguientes factores**:

- **El caudal máximo asociado a distintos periodos de retorno**. Este caudal está condicionado por las características de la cuenca aguas arriba del punto de estudio (la extensión de la misma, su pendiente media, la cobertura vegetal) y así como por las precipitaciones máximas estimadas para distintos periodos de retorno para el conjunto de la cuenca.

- En muchas ocasiones al aporte de agua hay que **sumarle el aporte de sedimentos**. Estos sedimentos pueden ser partículas pequeñas del orden de milímetros o enormes bloques. Los flujos de agua con enormes bloques suelen darse en cauces torrenciales donde los materiales son erosionados y transportados debido a una baja cobertura vegetal y a las fuertes pendientes de sus laderas.

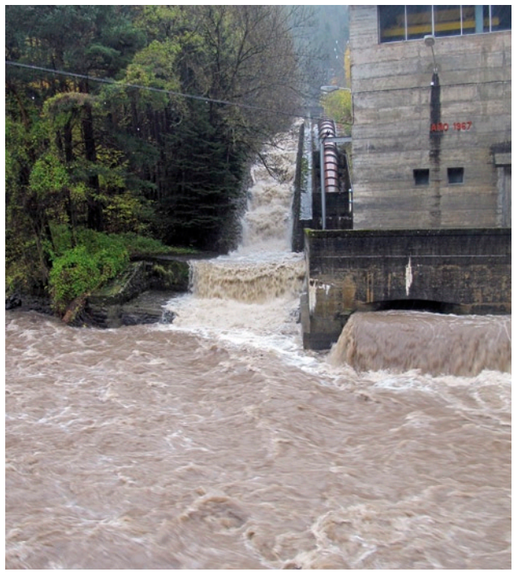
- Para la realización de la cartografía de zonas inundables se tiene en cuenta conceptos como la zona de flujo preferente, la vía de intenso desagüe y la zona de inundación peligrosa que se delimitan mediante estudios hidráulicos. La modelización de las avenidas permite determinar el calado (nivel de la lámina de agua) y velocidad del agua en las crecidas del curso fluvial para distintos periodos de retorno (10, 25, 50, 100, 500 años).

- **El tiempo de concentración del caudal máximo**. Es el tiempo estimado que transcurre desde que se produce el máximo del evento de precipitación en el perímetro de la cuenca hasta que alcanza el punto de estudio. Este factor está muy condicionado por las **características de la red hidrográfica aguas arriba** (ej. conectividad).

- **Características de las secciones críticas**. Las secciones críticas son aquellas que se consideran **más susceptibles de sufrir desbordamiento por: su menor sección y/o su menor pendiente y/o su mayor posibilidad de formar represamiento**. Por ello, los estudios de inundabilidad centran su análisis en estas secciones más vulnerables y para ello se estudian las características de la forma de estas y sus coeficientes de rozamiento (que estarán determinados por la vegetación y el material del lecho del río), para poder modelizar la circulación de las avenidas máximas de paso por los emplazamientos objeto de estudio.

- Con todo ello y mediante **modelos hidráulicos** se pueden obtener estimaciones de: la altura de la lámina de agua en las zonas inundadas, la altura de resguardo de determinadas infraestructuras, la velocidad de la corriente, la duración de la inundación y el caudal sólido asociado.

- Los cauces de los **cursos de agua no son fijos**, sino que pueden cambiar de forma aguda ante sucesos extraordinarios, muy propio en barrancos, o de forma lenta y gradual a lo largo del tiempo como ocurre más frecuentemente en cursos fluviales.



Avenidas torrenciales

A continuación, se presentan los principales rasgos de las avenidas torrenciales:

Cuenca de recepción	Son cuencas de superficie moderada, **por debajo generalmente de los 120 km².** Las **laderas de la cuenca** suelen tener una **fuerte inclinación** como el cauce.
Tiempo de concentración	Por el moderado tamaño de la cuenca, tiene tiempos de concentración de las precipitaciones máximas **inferiores a las dos horas.** Esto supone una gran dificultad para la evacuación de la llanura de inundación ante una emergencia. Son las más mortíferas por el limitado tiempo que dan para la alerta, la alarma y la evacuación, que se debe hacer en minutos.
Características de las avenidas	Las **avenidas** que se producen en estos cursos son **súbitas, violentas y descontroladas** con una altura de lámina de agua muy variable, un **régimen elevado de velocidades,** un importante **caudal sólido** y con mucha fuerza de arrastre.
Prevención	**No suele existir una cartografía de inundabilidad** de estos cursos de agua en áreas de montaña, por lo que se precisa de un análisis y evaluación del riesgo específico de un emplazamiento para poder estimar su nivel de riesgo.
Causas	**Tormentas muy violentas y muy localizadas** que pueden tener una corta duración que pueden estar asociadas a fenómenos como la gota fría o las tormentas de verano y que son de difícil previsión espacio-temporal.
Ejemplos	Torrente Borne (Haute-Savoie, Francia), 1987; río Reraya (Marruecos), 1995; torrente de Arás (Huesca), 1996; torrente de Sant Llorenç (Mallorca), 2018.

En torno a los cauces torrenciales se producen lo que se conoce como **"inundaciones relámpagos".** Se concentran en cortos periodos de tiempo grandes cantidades de agua en un cauce que drena una pequeña cuenca de fuerte pendiente como ocurrió en Biescas en el año 1996. En ese caso la falta de mantenimiento de las obras en el cauce torrencial y su caída simultánea reforzó el transporte de sedimentos y con ello su potencial destructivo.

Casos como el de Biescas nos muestran que **no es nada recomendable** ubicar este tipo de usos del territorio, con alta ocupación humana, dentro de los **conos de deyección.** Ello aunque la labor humana haya acometido obras que puedan incrementar de forma importante la estabilidad de los cauces pues generalmente generan una "falsa seguridad" que desgraciadamente se descubre con ocasión de precipitaciones extremas que serán más habituales con el cambio climático.

También sucedió un fenómeno torrencial en Benasque en el año 2013 donde se combinaron las fuertes lluvias con la aceleración de la fusión de la nieve primaveral. En este caso las obstrucciones y presas que se conformaron provocaron una avenida tipo ola con una fuerza de impacto enorme.

Para reducir la altura de la lámina de agua que pueden alcanzar las avenidas se puede optar, siempre que se tenga autorización, con la reducción de los obstáculos que pueda encontrar el agua como vegetación muy densa, depósitos pétreos, pequeñas construcciones, muros transversales al río, etc.

A este fenómeno hay que añadirle el posible **efecto adverso** que se produce debido a la **obstrucción temporal del cauce,** que se puede dar por: el deslizamiento de laderas, colapso por obstrucción de puentes o estrechamientos de cauce por la concentración de desechos arbóreos u otros materiales que puedan transportar las aguas, etc. Un caso extremo de complicación es la posible avería, rotura o sobrecarga de presas que supone multiplicar la intensidad del fenómeno natural más adverso estimado (ej. Presa de Vajont, Italia, 1961). Todo ello debe ser considerado a la hora de analizar y evaluar este riesgo.

Avenidas fluviales

A continuación, se presentan los principales rasgos de las avenidas fluviales:

Cuenca de recepción	Son **cuencas grandes,** generalmente su área se sitúa **por encima de los 120 km²** y está compuesta de varias subcuencas de cauces secundarios que suman sus caudales.
Tiempo de concentración	El tiempo de concentración alcanza un **cierto número de horas o incluso días,** lo que permite tomar medidas de evacuación con seguridad.
Características de las avenidas	**La velocidad del agua es más moderada** que las avenidas torrenciales, con **mayores calados y menores cargas sólidas.** Por lo general, son avenidas de caudales mayores que las torrenciales. Su duración puede llegar a varios días y el efecto de los embalses puede ser importante en la ***laminación*** *de estas avenidas.*
Prevención	Se basa en los ***Sistemas Automáticos de Información Hidrológica*** **(SAIH)** para la ayuda en la predicción y gestión de las inundaciones. También se cuenta en cada cuenca hidrográfica de una ***Cartografía de Zonas Inundables*** y donde no hay habría que realizarla.
Causas	***Precipitaciones prolongadas*** *en el tiempo,* ***deshielo*** en la cabecera de las cuencas, amenaza de fuertes precipitaciones generalizadas por **gota fría,** etc.
Ejemplos	Río Tormes (Salamanca), 1626; río Turia (Valencia), 1957; río Llobregat (Barcelona), 1962; río Ebro (Zaragoza), 2015; Levante español, 2019.

En función de la mayor importancia de la nieve en el **régimen de caudales** de los ríos, se diferencian en los ríos aragoneses dos grandes grupos, los cursos nivo-pluviales (por ejemplo el Ésera y el Ara) y los **pluviales mediterráneos** (río Alcanadre o Jalón). En general los ríos tienen un régimen hidrológico en función principalmente de su cuenca y de las precipitaciones que se producen en ella.

El comportamiento del río no está marcado únicamente por las precipitaciones inmediatas sino también por las **aportaciones de las aguas subterráneas y las nieves,** que permiten modular e incluso permiten la permanencia de cierta lámina de agua tras periodos de fuerte sequía.

En nuestra geografía los **tramos fluviales** suelen ser **aluviales** pues discurren por materiales secundarios sueltos y granulares, generados por la propia erosión fluvial del río y que son fácilmente moldeables por las aguas, lo que da una gran libertad al curso fluvial. En Aragón se encuentran generalmente dos morfo-

Buscando emplazamientos seguros

Para garantizar la seguridad de un emplazamiento próximo a un curso de agua es muy importante analizar y evaluar la situación frente al riesgo de inundaciones del mismo. En áreas llanas, y con respecto a **grandes ríos,** las confederaciones hidrográficas suelen disponer de **cartografías detalladas** de las situaciones de riesgo de los terrenos situados en torno a los mismos. En las áreas de montaña, donde son especialmente densas las redes hidrográficas, no se suele disponer de cartografías de inundación y abundan especialmente los cursos de agua torrenciales, que son los que presentan mayor peligrosidad, por lo que hay grandes probabilidades de que un curso se sitúe próximo al emplazamiento o se tenga que cruzar para acceder al mismo. Si nuestro emplazamiento corresponde a un **terreno cultivado o urbanizado** que se encuentra alejado de los cursos de agua, se encuentra **sobreelevado** con respecto al cauce en varios metros y no hay constancia en muchos años de haberse visto afectado por avenidas, tendremos **muchas posibilidades** de estar en un **emplazamiento seguro** frente a inundaciones. Si por el contrario se encuentra próximo a un curso, encontramos depósitos de antiguas avenidas, como arenas o gravas relativamente recientes, y su vegetación denota una periódica influencia de las aguas altas del curso, debemos evitar instalarnos en el mismo. En **cursos de agua** que han sido **encauzados** se puede tener durante muchos años una **errónea sensación de seguridad** en su entorno con las potenciales graves consecuencias que ello supone. Cuando se tenga una mínima duda sobre un emplazamiento y su acceso, se deberá acudir a un experto para que pueda determinar la idoneidad del mismo.

Cómo se mitiga el riesgo por avenidas e inundaciones

A la hora de abordar cualquier riesgo es muy importante tener muy en cuenta que **más vale prevenir que curar.** Por ello en las propuestas que se presentan a continuación se pone especial énfasis en intentar evitar para uso por personas, especialmente si son muy vulnerables y para realizar la pernocta, de emplazamientos que se puedan ver afectados por avenidas antes que intentar minimizar sus potenciales efectos. Este conjunto de medidas preventivas se conoce como **no estructurales** y actúan especialmente sobre el factor de la exposición. En el caso de que sea complicado la elección de un emplazamiento alejado de cursos de agua o debamos proteger uno sobre el que se ha desarrollado una importante inversión, se podrán plantear también actuaciones estructurales mucho más costosas y de implicaciones medioambientales y de funcionamiento de los cursos de agua mucho más complejas.

Medidas no estructurales

La principal medida a tomar debe ir dirigida a la **zonificación de usos** en la llanura de inundación para evitar usos del territorio vulnerables, especialmente para las vidas humanas, en las áreas de intenso drenaje para avenidas extraordinarias. Para muchos de los cursos fluviales de Aragón se cuenta con una cartografía de riesgos, accesible electrónicamente, y para el caso de cursos torrenciales, en la mayoría de ocasiones, será necesario la generación de una cartografía específica sobre este riesgo para el emplazamiento en cuestión. Es importante tener en cuenta que se debe considerar tanto el área en uso como **el acceso** a la misma a la hora de abordar la idoneidad y situación de un emplazamiento.

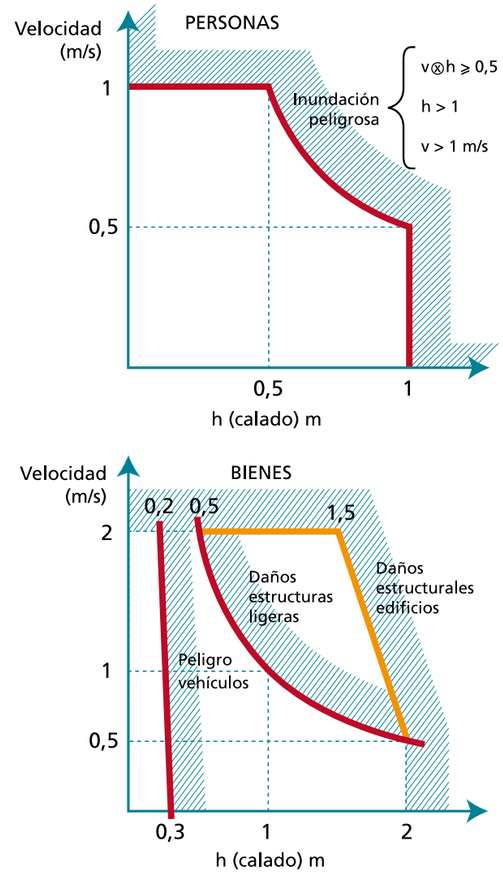
En el caso de emplazamientos junto a torrentes se debe contar con un adecuado **sistema de prealerta meteorológico** a reforzar, en el caso cuencas de barrancos de cierto tamaño, con un **sistema de sensores remotos** en puntos estratégicos del cauce para avisar de crecidas antes de que nos alcancen y facilitar con ello una evacuación ordenada a zonas seguras.

En los **cursos fluviales** un correcto manejo de las presas puede permitir una laminación de las avenidas y reducir con ello la punta de la crecida. En el caso de la cuenca del Ebro se cuenta con un **sistema automático de gestión de las avenidas en la cuenca, SAIH,** que busca gestionar la avenida para minimizar los daños especialmente a personas. Entonces se deberá estar atento a las consignas que den los Servicios de Emergencia ante eventos de fuertes precipitaciones en la cuenca.

Medidas estructurales

En algunas situaciones se ha optado por la apertura de **canales de derivación o de alivio de aguas altas** que incrementen la sección utilizable por el curso ante crecidas. Es importante que estos canales funcionen solo a partir de determinados caudales para no afectar al nivel freático y funcionamiento normal del cauce original. También se puede optar por la creación de áreas inundables que se sacrificarían, por su menor potencial de daños, en el caso de grandes avenidas para evitar la afección a espacios de mayor valor socioeconómico. Estos terrenos se pueden destinar al cultivo de chopos o de otros cultivos que no sean especialmente vulnerables frente a la inundación.

Para incrementar la sección también se puede optar por el **dragado del cauce** en el caso de tramos medios de ríos pues con ello se consigue una mayor capacidad de desagüe. En muchos casos estos dragados se deben llevar a cabo de forma recurrente por la actividad continua del río en estos tramos. En el caso de **cauces torrenciales** se pueden plantear **desbroces, claras y podas de la vegetación riparia** pues puede llegar a colapsar el cauce y provocar un incremento del rozamiento y una disminución de la sección efectiva de drenaje en estos estrechos cursos de agua.



Fuente: "Ingeniería de los ríos", Juan P. Martín Vide.

Se pueden **defender los márgenes** para estabilizar las orillas y evitar su erosión. Esta actuación se lleva a cabo muchas veces de forma paralela al dragado del cauce para proteger áreas urbanas, infraestructuras viarias o captaciones, zonas agrícolas, polígonos industriales, etc. Las **escolleras,** muros inclinados de bloques pétreos de gran tamaño y regularidad, es el medio más utilizado por su potencial de adaptación ante empujes y desplazamientos y su solidez. Otra opción más económica son las **motas de materiales sueltos,** que es conveniente protegerlas de la erosión. En los últimos años se recurre al uso de vegetación autóctona propia de espacios riparios y a otros materiales orgánicos (maderas, cañizos, mallas vegetales, etc.) para la confección de estas protecciones con soluciones de **bioingeniería.** Estas actuaciones tienen implicaciones en el funcionamiento del río que deben ser consideradas para evitar posibles efectos adversos y buscar el menor impacto ambiental y paisajístico de estos valiosos ecosistemas.

En el caso de actuaciones en **cauces torrenciales,** estas se abordan de forma integral con los **proyectos de restauración hidrológica-forestal** que proponen actuar tanto en la cuenca como en el cauce. En la cuenca se actúa principalmente con repoblaciones, cambios de uso del terreno y actuaciones cuyo objeto es limitar la erosión e intentar con todo ello laminar la escorrentía superficial incrementando la filtración y absorción por la vegetación del agua precipitada. También se incluyen actuaciones en el cauce para disminuir la erosión e inestabilidad del mismo con obras transversales, que reducen la velocidad y capacidad erosiva del curso, y obras longitudinales que estabilizan las orillas. Con todas estas medidas se reduce de forma importante el arrastre de sedimentos de estos cursos, lo que reduce su peligrosidad a corto y medio plazo. En España con respecto a estas obras existe un importante déficit de mantenimiento de las mismas que va en gran prejuicio de su funcionalidad a largo plazo.

Otra posible medida a tomar sería el **reforzamiento de la edificación y los sistemas de drenaje** del emplazamiento para minimizar los riesgos de colapso y afección a las estructuras y a la conservación de la funcionalidad de las estructuras donde hay personas.

LOS MOVIMIENTOS DEL TERRENO

Dentro de este riesgo se agrupa una serie de fenómenos relacionados con **procesos geodinámicos superficiales** que se producen en la corteza terrestre. Generalmente se trata de la **movilización de terrenos o materiales sueltos** (de piedras a grandes bloques) debidos a la rotura y/o el deslizamiento en un plano inclinado favorable a su desplazamiento, favorecido por las fuerzas gravitacionales. Engloba fenómenos de **naturaleza muy diversa**, de periodicidad de ocurrencia muy variada y umbrales de intensidad y potencialidad de daños muy amplios.

Pueden darse **movimientos lentos** cuyo desarrollo no es observable directamente, sino con la ayuda de testigos, y que son de pronóstico, en principio, más sencillo lo que facilita prevenir posibles daños. Dentro de este grupo estaría la reptación de suelos o sustratos rocosos, los deslizamientos lentos, creep, etc.

Pero también pueden ser **movimientos rápidos y discontinuos** que suponen mayor riesgo para la vida de las personas. Son fenómenos que una vez que se desencadenan son de desarrollo vertiginoso. Ejemplos comunes de estos fenómenos son roturas bruscas de materiales rígidos en un escarpe rocoso o pérdidas de estabilidad de material deformable en laderas con alto contenido de limos y arcillas. Dentro de este grupo integramos los desprendimientos de piedras y bloques, las avalanchas de rocas o derrubios, las coladas de barro, los hundimientos, las subsidencias, etc.

Principales tipos de movimientos del terreno

DESLIZAMIENTOS TRASLACIONALES

Movimientos de masas de suelo o roca que se desplazan ladera abajo desde un frente de rotura por un plano natural. Es característico de formaciones rocosas estratificadas y/o fracturadas donde la existencia de un plano natural inclinado que ofrece insuficiente resistencia (generalmente después de fuertes lluvias) facilita el desplazamiento de los materiales superiores. Afecta, pues, principalmente a rocas sedimentarias y la erosión al pie de las laderas suele ejercer como factor desencadenante.

DESLIZAMIENTOS ROTACIONALES

Son fenómenos rotacionales con menor incidencia que los anteriores y que están generalmente asociados a formaciones cohesivas y poco compactadas (como suelos) o macizos rocosos muy fracturados. Se producen en el Pirineo en depósitos morrénicos, esquistos, pizarras, el flysch, etc.

AVALANCHAS DE DERRUBIOS

Se trata de derrumbes repentinos de masas rocosas heterogéneas por laderas de fuerte pendiente inestabilizadas por distintos factores.

FLUJOS Y COLADAS

Se componen de una mezcla de agua, materiales gruesos (gravas y bloques) y materiales finos (arenas, limos y arcillas). Son fenómenos en los que el sustrato rocoso movilizado se comportaría casi como un fluido al saturarse de agua. Suelen canalizarse a través de torrentes y el agua es el principal agente desencadenante.

DESPRENDIMIENTOS

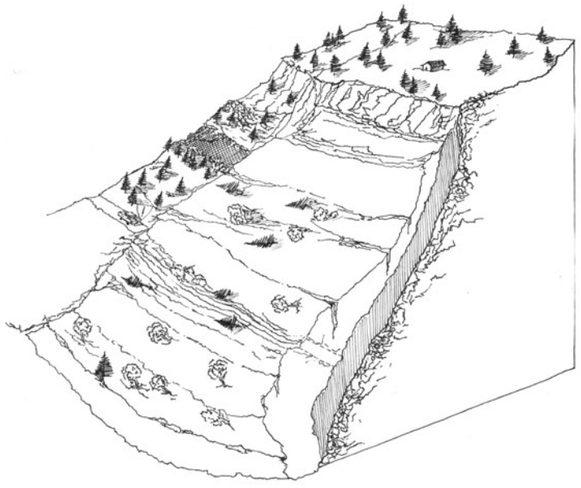
Corresponde con la caída, en parte libre, de piedras o bloques o un conjunto de derrubios por laderas de muy fuerte inclinación o escarpes verticales. Se produce en materiales muy estratificados o de alta esquistosidad con existencia de grietas y discontinuidades. Entre los factores desencadenantes encontramos: el fenómeno del hielo/deshielo, el empuje físico, las fuertes precipitaciones, los terremotos, erosión diferencial, etc.

HUNDIMIENTOS

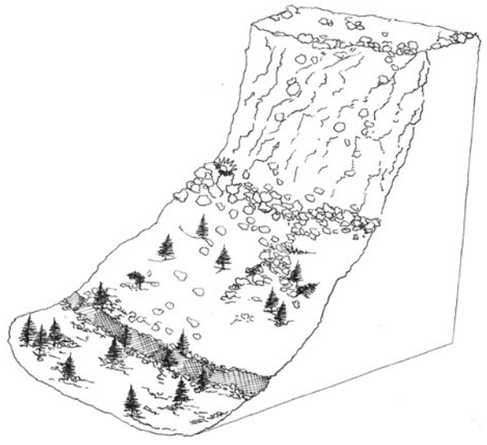
Son desplazamientos verticales del terreno, muy bruscos (descenso de metros en segundos) que se producen en terrenos con un subsuelo con importantes huecos o discontinuidades (en Aragón están generalmente asociados al colapso de rocas solubles como el yeso o la caliza, que originan oquedades con forma de embudo, generalmente).

ASENTAMIENTOS

Son desplazamientos verticales menos bruscos, incluso graduales y lentos, que afectan generalmente a edificaciones con problemas de cimentación.



DESLIZAMIENTO



DESPRENDIMIENTO

Factores condicionantes

Para el análisis y evaluación de este riesgo es necesario analizar los siguientes factores condicionantes:

- La existencia de **evidencias externas** como deslizamientos o derrumbes ocurridos en la misma ladera en estudio o en la "cuenca de riesgo" que nos pondrá en alerta. Es muy conveniente conocer la historia de antiguos movimientos estudiando sobre el terreno, las huellas que dejan en el paisaje.

- La **naturaleza geológica y geomorfológica** de la ladera amenazante, que nos permitirá situar nuestra ladera en una determinada unidad estratigráfica y geológica que permita revisar su comportamiento general consultando la bibliografía especializada. En general, una mayor complejidad estructural y morfológica del terreno favorece la desestabilización. Así, la existencia de discontinuidades en la resistencia y plasticidad en formaciones estratificadas, la presencia de alteraciones o la disparidad de buzamientos entre capas favorecen la inestabilidad.

- **La pendiente y morfología de la ladera**. La mayor pendiente favorece la desestabilización de los terrenos y existe un ángulo determinado para cada tipo de formación por encima del cual se incrementa de forma importante su predisposición a la inestabilidad. Con una inclinación del terreno por debajo de los 20º es complicado que se pueda amenazar una vida humana salvo en el caso de los hundimientos.

- Se debe observar tanto la **composición y naturaleza litológica** de los materiales como su grado de alteración y compactación. Entre las litologías especialmente inestables están las limosas, las arcillosas, las arcillas expansivas, las margas azules, etc. También las acumulaciones de materiales poco cohesivos como canchales, depósitos morrénicos o antiguos depósitos fluviales. Se han estimado para distintos tipos de litologías su índice de inestabilidad.

- **Las propiedades hidrogeológicas del terreno** van a condicionar el comportamiento de los materiales al poderse generar incrementos en poco tiempo de las presiones intersticiales tras fuertes precipitaciones.

- **La orientación de los estratos,** cuando es favorable a las fuerzas gravitacionales, complica las posibilidades de estabilización, como sucede en el puerto de Monrepós (Huesca).

- La presencia de **capas impermeables** próximas a la superficie bajo materiales permeables que se empapan e incrementan su peso y pueden favorecer el deslizamiento al ver reducido su rozamiento.

- **Una mayor cobertura vegetal** garantiza un mayor nivel de protección y puede ayudar a la propia estabilidad de la ladera. Su pérdida por tala, quema o urbanización producirá un cambio brusco de esta situación favorable. En casos especiales de inestabilidad el propio peso de la vegetación y su mayor capacidad de empuje con el viento puede favorecer movimientos del terreno.

- **Los desprendimientos** se suelen producir en macizos rocosos muy fracturados que tienen paredes o afloramientos en laderas de fuerte pendiente y/o verticales sobre materiales calizos, cuarcíticos o conglomerados. Suponen un grave peligro por la elevada velocidad de impacto de sus desprendimientos que se pueden comportar como auténticos proyectiles.

- Respecto a los **hundimientos,** la existencia de potentes espesores de **yesos y calizas** en un territorio lo hacen muy susceptible a sufrir este riesgo.

- Mapa de movimientos del terreno en la península ibérica: *http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/tematicos/pdfs/MapaMTerreno_1000.pdf*

Factores desencadenantes

- **La ocurrencia de lluvias intensas** es el principal factor desencadenante de movimientos de terreno en áreas de montaña. Provocan una disminución de la resistencia de los materiales al corte y también incrementan el peso de los terrenos.

- En nuestros valles el **fenómeno de hielo/deshielo** causa desprendimientos, generalmente de pequeñas piedras o rocas en laderas fracturadas. Por ello este fenómeno se prolonga durante el invierno-primavera al pie de los cantiles verticales de roquedos.

- Cambios bruscos de las condiciones hidrogeológicas por acciones de llenado y vaciado de embalses en cortos periodos de tiempo.

- **La erosión o socavación del pie de la ladera** por acción de un curso fluvial o por la mano del hombre por el desmonte de taludes para construir carreteras, urbanizar, ganar terrenos para el cultivo, etc.

- Ocurrencia de **sismos** que históricamente en nuestras montañas han sido determinantes para movilizar materiales que ya amenazaban previamente.

- **Sobrecargas en la coronación** o desarrollo de las laderas con edificios, depósitos o infraestructuras que incrementan su inestabilidad.

- También se puede **alterar la situación de drenaje** de una ladera concentrando la escorrentía en terrenos especialmente inestables por el incorrecto diseño de canteras, explanaciones, transformaciones agrarias, etc.

Confección de mapas de peligrosidad

Para la prevención de riesgos relacionados con los movimientos de ladera el primer paso necesario es la elaboración de una **cartografía de la susceptibilidad** del territorio frente a este riesgo. En esta cartografía deben quedar recogidos los fenómenos ocurridos, cuando sea factible localizarlos, y una estimación de los potenciales. Esta cartografía es especialmente útil para la ordenación territorial y para poder proyectar las medidas de defensa de infraestructuras amenazadas.

Existe una gran complicación para estimar con precisión, a través de un estudio de estabilidad, la posibilidad de que se origine un desprendimiento y su potencial alcance e intensidad, por lo que se juega con el concepto de susceptibilidad en función de datos territoriales de: orografía, litología, naturaleza estructural de las rocas, cobertura vegetal, alteraciones del terreno, etc. Para poder realizar un buen análisis exige un **conocimiento preciso de los factores condicionantes** de la inestabilidad de las laderas así como de su comportamiento una vez desencadenados.

Con el desarrollo de los sistemas de información geográfica (SIG) y el estudio de fenómenos acontecidos, que se han podido parametrizar con precisión, se puede estimar la potencialidad de estos fenómenos en el territorio. Por ello vuelve a surgir la necesidad imperiosa que existe de realizar un inventario exhaustivo de todos los eventos extremos que se puedan localizar en el territorio para conocer mejor la forma de funcionar de los mismos para ayudar a su pronóstico y estimación futura. Actualmente se encomienda a personal experto la elaboración de esta cartografía donde combinan un detallado estudio de campo con la importante experiencia que atesoran para intentar obtener un mecanismo de toma de decisión lo más ajustado posible a la realidad.

Métodos de evaluación del riesgo

MÉTODOS DETERMINISTAS

Estos se apoyan en datos muy precisos y válidos para caracterizar perfectamente el funcionamiento mecánico, en detalle, del movimiento que se puede originar para poder aplicar medidas de corrección. Se emplean en laderas de moderada extensión que amenazan espacios urbanos o habitados de alta vulnerabilidad.

MÉTODOS DIRECTOS

Se trabaja con un estudio directo de las laderas o la cuenca de riesgo para localizar y estudiar en profundidad por un experto eventos que se hayan producido históricamente y que nos permitan extrapolar eventos futuros.

MÉTODOS INDIRECTOS

Buscan la caracterización del peligro en función de un **análisis factorial** del fenómeno (pendiente, cubierta vegetal, estratificación, etc.) en donde la mayor dificultad está en asignar la ponderación por importancia de los factores potencialmente causantes de la inestabilidad. Permitiría finalmente diferenciar el territorio en función de su susceptibilidad a sufrir movimientos de terreno.

Evaluación del nivel de peligro por movimientos de terreno

Generalmente se debe proceder, por un especialista, a la recapitulación y síntesis de los factores condicionantes y de los conocimientos y observaciones que se tienen sobre la cuenca de riesgo para asignar el nivel de peligrosidad de una determinada área.

Nivel de peligro	Principales características que de forma común presenta
Muy alto	Muy abundantes y/o muy severos eventos en la cuenca de riesgo. Litologías muy fracturadas y rotas. Pendientes superiores a los 45º. Muy baja cobertura vegetal (FCC < 25 %). Clima con precipitaciones intensas y/o de alta montaña, etc.
Alto	Abundantes eventos en la cuenca de riesgo. Estratificación y/o litologías y/o erosión desfavorables. Pendientes entre 30 y 45º. Cobertura vegetal moderada (25 % < FCC < 50 %). Clima de alta montaña y/o precipitaciones intensas, etc.
Medio	Constatados eventos antiguos en la cuenca de riesgo. Litologías y estratificación favorables. Pendientes menores de 45º. Buena cobertura vegetal arbórea (50 % < FCC < 75 %). Clima de montaña. Relieve ondulado. Inestabilidad marginal.
Bajo	No constatados eventos antiguos en la cuenca de riesgo. Litologías estables y estratificación y estructura favorable. Pendientes menores de 20º. Alta cobertura vegetal arbórea (FCC > 75%). Relieve poco accidentado. Precipitaciones medias.

Medidas de prevención frente a los movimientos del terreno

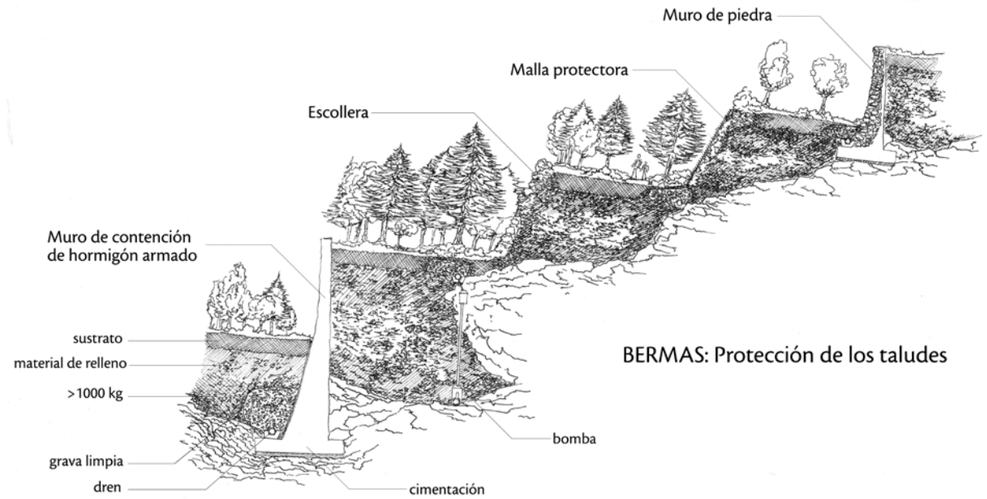
Las principales medidas son de naturaleza "no estructural" y se apoyan en el conocimiento del riesgo para restringir, con apoyo en normas y en una cartografía que delimite las potenciales áreas con mayor nivel de peligro, donde se excluirán los usos más vulnerables. Es importante acompañar las normas con formación e información a los administrados.

Las medidas "estructurales" no evitan la exposición al peligro sino que intentan aminorar las consecuencias del potencial impacto. Buscan por ello fortalecer y mejorar el comportamiento de los edificios e infraestructuras reforzando las mismas bajo la dirección de un experto.

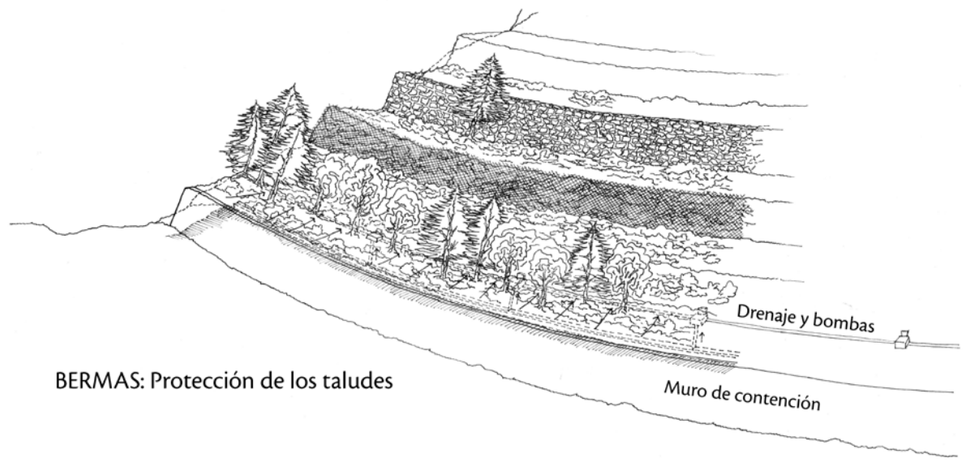
Medidas de defensa frente a los movimientos del terreno

Se centran en la instalación de **estructuras de defensa** de los elementos expuestos al riesgo (carreteras, edificios, campamentos, etc.) con el objetivo de **detener** los materiales en movimiento antes de que estos los alcancen. Generalmente se utilizan en caso de **desprendimientos.** Para intentar detenerlos se puede:

- **Modificar la geometría** de los taludes más inclinados con la construcción de **terrazas, muros o bermas.** Se suelen diseñar con contrapendiente para favorecer el frenado de los elementos movilizados.
- Provocar la **caída controlada** bajo una dirección experta de los materiales susceptibles de desprenderse en una ladera fracturada. Se deberá revisar la ladera con carácter anual o plurianual o tras la ocurrencia de fuertes lluvias, terremotos, etc. La actuación con explosivos está totalmente desaconsejada.
- **Mejorar el sistema de drenaje** para controlar la no sobrecarga de agua de la ladera potencialmente inestabilizable. Para ello se abren zanjas y drenes en la cabecera de estos terrenos inestables para recoger y poder llevar las aguas a canales donde su comportamiento sea netamente menos desfavorable.
- **Colocación de mallas metálicas** de guiado, muy pegadas al talud, que buscan la intercepción o atenuación del desprendimiento de material pedregoso. Se anclan en el área de coronación y presentan contrapesos en la base de la ladera.
- **Proteger con muros de contención,** generalmente de escolleras o gaviones, la base de las laderas inestables cuando tengan problemas de erosión.
- Ampliación de la zona de cuneta, de un vial o de **retranqueo** de un edificio del pie de la ladera, dándole al terreno una contrapendiente y construyendo un vallado o acaballonado para intentar detener las rocas desprendidas.
- Construcción de barreras metálicas estáticas en la base de las laderas que presentan un mejor comportamiento por su mayor altura que muros y acaballonados.
- Más efectivas que las anteriores son las **barreras dinámicas de deformación elástica** que corresponden generalmente con una doble malla de simple torsión insertada entre dos postes que están articulados en su base. Están diseñados para recuperarse de los impactos y disipar la energía de estos.
- **Revegetar la ladera.** Esta actuación tiene efecto a largo plazo, por ello se suele realizar en combinación con las actuaciones anteriores.



BERMAS: Protección de los taludes



BERMAS: Protección de los taludes

LOS ALUDES DE NIEVE

El manto nivoso

Las grandes nevadas se producen generalmente en invierno-primavera en nuestro Pirineo. La cantidad de nieve precipitada y acumulada conjuntamente con la evolución del "manto nivoso" van a condicionar de forma muy importante la posibilidad de que se generen aludes de nieve.

El manto nivoso está constituido por una serie de **capas heterogéneas de espesor variable** originadas por la acumulación, en un determinado punto y momento, de nieve precipitada con diferentes situaciones meteorológicas y que ha soportado con posterioridad una desigual evolución debido al tiempo atmosférico. El espesor, las características de los distintos estratos diferenciables y la estructura interna del manto nivoso son determinantes para caracterizar el grado de estabilidad del mismo.

A qué se considera un alud de nieve

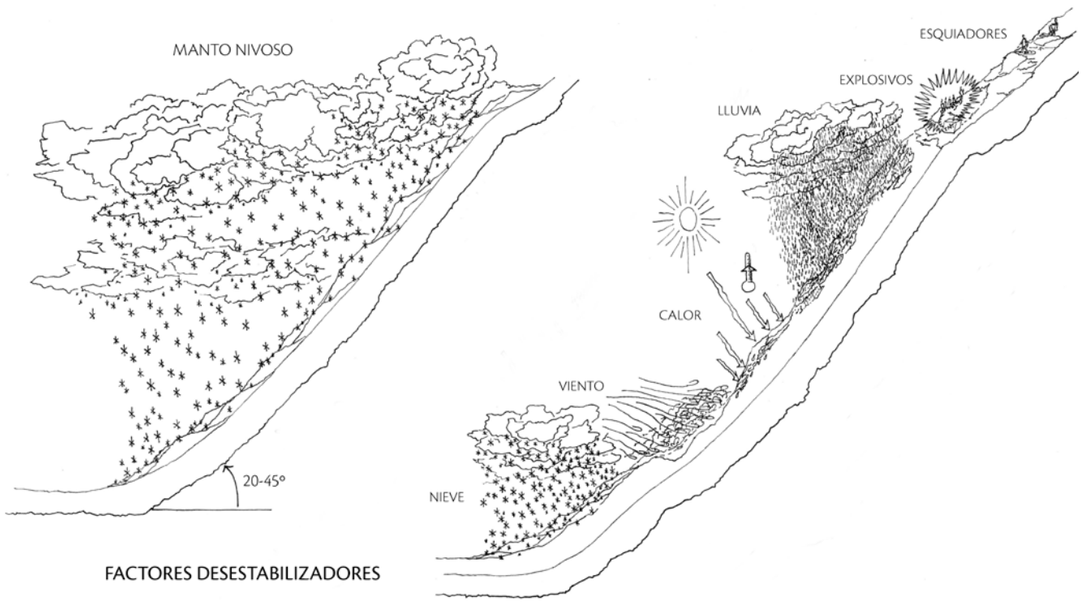
Un alud de nieve es una masa de nieve que se desplaza por una ladera en una longitud de como mínimo 50 metros y que moviliza algo más de 50 metros cúbicos. Si el desprendimiento no alcanza alguno de estos dos parámetros se considera purga o colada.

¿Por qué hay aludes de nieve?

Los aludes pueden iniciarse de forma natural cuando **las fuerzas gravitacionales superan a las de rozamiento** por: un incremento de peso (por una nevada intensa o la caída de potentes cornisas), se produce una pérdida de consistencia del manto debida a su transformación influenciada por la meteorología, ocurre la caída de un bloque rocoso, se da un deslizamiento entre capas o con el suelo tras un proceso intenso de fusión, etc.

Los **factores** más a tener en cuenta para caracterizar la **estabilidad del manto nivoso** son: la inclinación de la ladera, la influencia o no del viento que puede producir sobreacumulaciones y endurecimientos superficiales, la existencia de anclajes naturales o no (árboles, rocas, muros, pasto corto), etc.

Los aludes pueden provocar **accidentalmente el paso de esquiadores** por una capa inestable que llegan a cortar. También se hace **de forma intencionada mediante una explosión** en la zona de inicio, lo que facilita la descarga controlada de mantos nivosos amenazantes en estaciones de esquí o vías de comunicación. Hay que tener muy presente que la mayor parte de los aludes que producen víctimas son causados por ellas mismas. Por eso la formación y prevención son las principales medidas para reducir los accidentes.



FACTORES DESESTABILIZADORES

¿Dónde existe riesgo de aludes de nieve en Aragón?

En nuestras latitudes los aludes de nieve **se inician en laderas de montaña** generalmente **por encima de los 1.500 metros,** pudiendo afectar a altitudes netamente inferiores cuando en su descenso alcanzan los valles. Las principales amenazas están relacionadas con la posible pérdida de vidas humanas por la práctica de deportes y actividades lúdicas en la alta montaña en invierno. En menor medida en Aragón afecta a tramos de carreteras o edificaciones. Su potencial ocurrencia en nuestras montañas está muy delimitada en el tiempo y en el espacio.

¿Cómo se caracteriza el peligro de aludes?

La caracterización de la situación de peligro en un determinado momento está condicionada por la formación y transformación del manto nivoso existente. Las características del manto son particulares en cada momento y situación de la ladera y que es objeto de caracterización con la edición del ***Boletín de Peligro de Aludes (BPA).***

El *BPA* es muy recomendable realizarlo a nivel de valle, como se hace desde el centro A Lurte de Canfranc, para poder hacer un seguimiento para distintas ubicaciones potenciales de inicio de aludes de la evolución del manto nivoso y la posibilidad de que se desencadenen aludes de nieve.

Para la asignación del nivel de peligro se debe conjugar la información sobre el estado actual del manto nivoso (obtenida con medidas que se toman en campo y con las pruebas a las que se ha sometido, *in situ,* a la nieve) y el pronóstico de la evolución del tiempo atmosférico para los siguientes días.

El nivel de peligro que se presenta en el cuadro siguiente, correspondiente a la **Escala Europea de Peligro de Aludes,** se fija en función de la frecuencia y tamaño de los aludes esperables que se puedan desencadenar de forma natural o a causa de determinadas solicitaciones en mantos nivosos desestabilizables.

AEMet Agencia Estatal de Meteorología — EAWS

ESCALA EUROPEA DE PELIGRO DE ALUDES

Nivel de peligro	Icono	Estabilidad del manto nivoso	Probabilidad de desencadenamiento de aludes
5. MUY FUERTE	4 5	El manto nivoso es, en general, muy inestable.	Son esperables numerosos aludes muy grandes, a menudo extremos, desencadenados espontáneamente, incluso en laderas solo moderadamente inclinadas.
4. FUERTE		En la mayoría de laderas empinadas* el manto está débilmente estabilizado.	Es probable el desencadenamiento de aludes incluso mediante sobrecargas débiles**, en muchas laderas empinadas. En algunos casos son esperables numerosos aludes de tamaño grande, y frecuentemente muy grande, desencadenados espontáneamente.
3. NOTABLE	3	En muchas laderas empinadas* el manto nivoso está entre moderada y débilmente estabilizado.	Es posible el desencadenamiento de aludes, incluso por sobrecargas débiles**, especialmente en laderas empinadas propicias*. En algunos casos, son posibles aludes de tamaño grande y, en casos aislados, de tamaño muy grande, desencadenados espontáneamente.
2. LIMITADO	2	En algunas laderas empinadas* el manto nivoso está solo moderadamente estabilizado; en el resto de laderas está en general bien estabilizado.	Es posible el desencadenamiento de aludes sobre todo por sobrecargas fuertes**, especialmente en laderas empinadas propicias*. Es muy poco probable que se desencadenen espontáneamente aludes muy grandes.
1. DÉBIL	1	El manto nivoso está en general bien estabilizado.	En general solo es posible el desencadenamiento de aludes en laderas muy inclinadas o en terreno especialmente desfavorable* y a causa de sobrecargas fuertes**. Espontáneamente solo pueden desencadenarse aludes pequeños o medianos.

2018/19

* Las áreas propicias a los aludes se describen con mayor detalle en los boletines de peligro de aludes (altitud, orientación, tipo de terreno, etc.).
- Terreno poco o moderadamente inclinado: laderas con una inclinación menor de 30º.
- Laderas empinadas: laderas con una inclinación mayor de 30º.
- Terreno muy inclinado o extremo: laderas de más de 40º de inclinación y terreno especialmente desfavorable debido a su perfil, la proximidad a las crestas o la escasa rugosidad de la superficie del suelo subyacente.

** Sobrecargas:
- Débil: un único esquiador o surfista, moviéndose con suavidad y sin caerse. Un grupo de personas que respetan la distancia de seguridad (mínimo de 10 m). Un raquetista.
- Fuerte: dos o más esquiadores, surfistas, etc. sin respetar la distancia de seguridad. Máquinas pisanieves u otros vehículos que circulen sobre la nieve, explosivos. Ocasionalmente, un único excursionista o escalador.

Factores de peligro

Los factores de peligro que se deben tener en cuenta para la caracterización del riesgo de aludes de nieve son: **altitud** media de la cuenca de riesgo, **clases de pendiente**, **orientación de las laderas**, **morfología y rugosidad de los canales de aludes**, caracterización de las laderas adyacentes, **constancia histórica** de aludes de nieve, **caracterización nivológica** de la cuenca de riesgo, presencia de **ventisqueros** y zonas de acumulación de nieve a sotavento de los vientos dominantes, existencia y efectividad de medidas de defensa frente a aludes existentes, existencia de vegetación mayor y estado de la misma, potenciales sobrecargas o roturas por causas humanas, etc.

Los aludes se inician generalmente **en laderas** con pendientes que oscilan **entre los 28º y los 45º.** En laderas de mayor pendiente difícilmente se llegan a iniciar aludes, sino que se producen purgas pues la gran inestabilidad de las acumulaciones no facilita una gran acumulación de nieve que sí se produce en la base de estas laderas. En laderas de pendiente moderada, inferior a los 20-28º, las fuerzas de rozamiento son generalmente superiores a las gravitacionales y la nieve difícilmente se mueve.

Evaluación del peligro de aludes de nieve

La estabilidad de manto nivoso cambia espacial y temporalmente de una forma extraordinaria, a lo que hay que unir la heterogeneidad de las condicionantes físicos y morfológicos de las laderas. Por lo anterior, es muy compleja la predicción temporal del peligro de aludes y por eso se trabaja generalmente con situaciones de peligro y con la Escala Europea de Peligro de Aludes.

Situaciones nivometeorológicas favorables para los aludes

Encontramos una serie de situaciones sinópticas favorables para que se desencadenen aludes de forma natural:

- La ocurrencia, generalmente en primavera, **de fuertes lluvias en un manto nivoso** de cierto espesor que provoca un incremento rápido del peso de la nieve que facilita su inestabilización con la génesis de aludes de nieve húmeda.

- **Fuertes nevadas sobre una capa fina y superficial.** Esta situación puede darse tras la segunda gran nevada cuando ha transcurrido cierto tiempo sin nevar y ha hecho viento, lo que ha endurecido la nieve del inicio de la temporada. También se da cuando antecede a la fuerte nevada un periodo de intenso frío.

- Ocurrencia de **transiciones bruscas de temperaturas tras las nevadas** que ocasiona evoluciones desfavorables y rápidas del manto nivoso y favorecen su desestabilización pues surgen discontinuidades importantes entre los estratos del manto nivoso.

- Durante la primavera, y especialmente en laderas sur, se producen **fuertes contrastes térmicos entre el día y la noche** que provocan transformaciones rápidas del manto nivoso y su desestabilización. Por ello se recomienda en esta época adelantar al máximo las salidas y cuidar los itinerarios.

Tipos de aludes de nieve

Los aludes se dividen dentro de los siguientes tipos (si bien en muchos casos nos podemos encontrar con fenómenos mixtos):

ALUDES DE NIEVE RECIENTE

Se producen **tras intensas nevadas y suelen ser de nieve seca**. La nieve presenta bajas temperaturas y muy baja densidad (inferior a los 200 kg/m^3) y son típicos de los **meses más fríos** y normalmente se localizan en las **laderas norte** donde la nieve tiene una más lenta evolución. Las temperaturas bajas estables a lo largo del tiempo alargan el periodo de inestabilidad tras una nevada. Estos aludes son muy peligrosos, con **gran potencial destructivo**, cuando se comportan como un ***"aerosol"*** por la imprevisibilidad de su comportamiento y de su alcance final debido a la acción destructiva de las ráfagas de viento que genera y que pueden alcanzar los 300 km/hora.

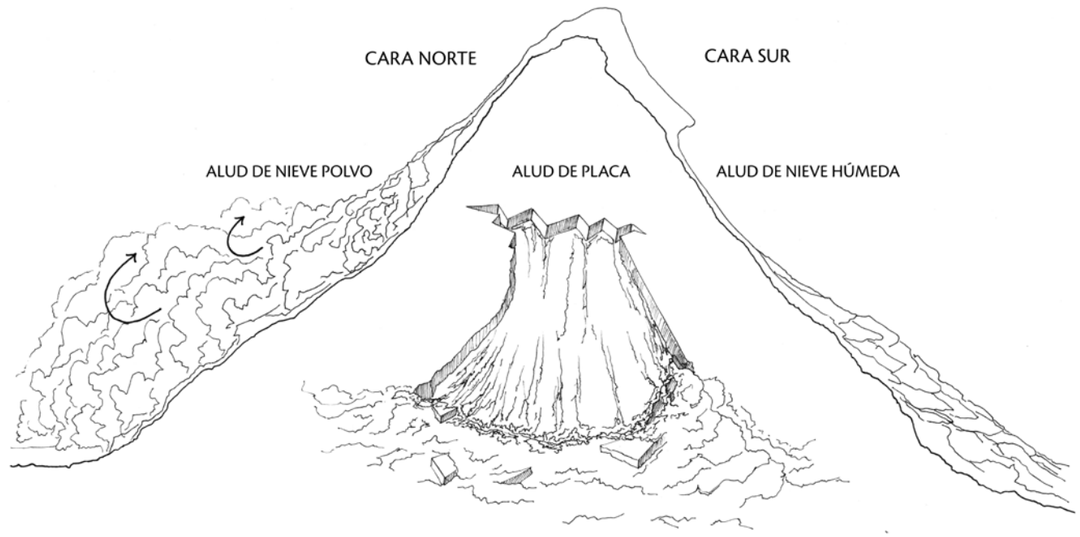
ALUDES DE NIEVE HÚMEDA

Se producen por la **fusión del manto de nieve** generalmente **durante la primavera**. La nieve es **más pesada** (densidad de entre 350 y 500 kg/m^3) por tener un mayor contenido de agua líquida y suele fluir, cuando vence la resistencia del terreno, en un movimiento lento pero muy destructivo por corredores muy determinados de las laderas que suelen corresponder con la propia red hidrográfica o depresiones del terreno. Es capaz de arrastrar gran cantidad de materiales en su avance.

Es muy común este tipo de aludes en las laderas sur, donde se produce una más rápida transformación de la nieve y sus canales quedan dibujados por la ausencia de arbolado en líneas de máxima pendiente y por la presencia en las áreas de depósito de una amalgama de rocas, tierras y arbolado.

ALUDES DE NIEVE EN PLACAS

Se producen por la existencia de importantes **discontinuidades en el manto de nieve** en las que una capa superior cohesionada se desliza por encima de una capa inferior dura o sobre el mismo terreno mojado que hacen de plano de deslizamiento por el bajo rozamiento y cohesión existente entre las dos capas. La rotura es lineal y se transmite rápidamente a una gran longitud por la cohesión de la nieve (de densidad entre 200 y 400 kg/m^3). El factor desencadenante de la rotura puede ser el paso de un solo esquiador o por cualquier pequeña sobrecarga que soporte la nieve en determinados momentos críticos. En muchas ocasiones esta fuerte desconexión entre capas está provocada por el viento que acumula nieve a sotavento y facilita una evolución rápida de la capa superior independiente de la nieve inferior (aludes de nieve venteada). Puede ser complicado identificar dónde la capa es débil y por ello se requiere al predictor tener experiencia en la detección de indicios de peligro o estar atento a la ocurrencia de aludes recientes en parecidas circunstancias.



PRINCIPALES TIPOS DE ALUDES DE NIEVE

Necesidad de una respuesta rápida tras un alud

Al verse arrastrado por un alud de nieve el accidentado se ve afectado principalmente por tres frentes: la hipotermia, los traumatismos múltiples y la asfixia. La estadística muestra que si transcurren **15 minutos** sin ser desenterrado las probabilidades de supervivencia se tornan muy bajas, en situaciones normales. Por ser el margen muy bajo es muy conveniente que el socorro sea realizado por gente del mismo grupo, que debe ir equipada con Arvas individuales, palas, sonda y tener una buena formación. No se debe ir solo y mal equipado.

Actuaciones preventivas frente a aludes de nieve

Son las medidas más interesantes para la mitigación del riesgo. Dentro de ellas se encuentran las siguientes: la formación, la información, contar con una cartografía precisa del peligro a nivel de valles, la elaboración y divulgación de los BPA, etc.

El objetivo es sensibilizar en la necesidad de informarse, temporal y espacialmente, de las situaciones de peligro a los usuarios de la montaña en invierno y a los responsables de garantizar la seguridad en determinadas infraestructuras. En esta dirección la **metodología ATES,** que combina la cartografía del peligro en los macizos con la consideración del nivel de peligro de la Escala Europea, es una buena herramienta a considerar para planificar las salidas a la nieve fuera de las estaciones de esquí.

En las estaciones de esquí existen unos protocolos especiales perfectamente estructurados para garantizar la seguridad de los usuarios del dominio esquiable que abren en cada momento. Estos protocolos quedan recogidos en los **PIDA (Plan de Intervención de Desencadenamiento de Avalanchas)** donde se estudian las situaciones de peligro que se pueden dar, se diseña el modo de operar, se recoge la metodología para provocar el desprendimiento de los mantos nivosos que se considera presentan situación de peligro y se tienen asignadas las responsabilidades para actuar de forma inmediata si se produjera un suceso extraordinario.

Actuaciones de defensa frente a los aludes de nieve

Ante la amenaza frente a aludes de un bien fijo es necesario valerse de actuaciones de defensa que pueden ser activas o pasivas.

Las **actuaciones activas** tienen por objeto estabilizar el manto nivoso y con ello evitar la movilización de la nieve de las áreas potenciales de inicio. Para la estabilización del manto nivoso se recurrió inicialmente a la construcción de **muros, gradas, terrenos aterrazados** y, principalmente, a la **repoblación** con masas arboladas de alta montaña. Todas estas actuaciones tenían por objeto incrementar el rozamiento del terreno e instalar anclajes y frenos para estabilizar el manto nivoso.

Posteriormente se ha recurrido a los **rastrillos,** de madera o metálicos, y más recientemente a las **redes.** Ambas infraestructuras son especialmente útiles en altitudes y terrenos donde difícilmente se puede establecer el arbolado o donde son necesarios instalarlos para proteger estas mismas repoblaciones. Se colocan siguiendo las curvas de nivel y se instalan de arriba hacia abajo a una distancia que depende de la pendiente del terreno y que debe cerrar toda la ladera a estabilizar. También se instala de forma complementaria viravientos y aceleradores de viento para disminuir la acumulación de nieve que este meteoro provoca.

Las **actuaciones pasivas** tienen como objetivo limitar en lo posible el potencial de impacto y daño de alud. Lo consiguen bien disipando su energía o corrigiendo su trayectoria o fortaleciendo el comportamiento mecánico de las estructuras afectables. Las actuaciones pasivas se ubican en la zona de transporte o llegada del alud.

Dentro de las actuaciones pasivas incluimos la construcción de **diques secos** en el canal de descenso de los aludes, que tienen por objeto detener y/o disipar energía de los aludes. También se incluyen aquí los **muros de desviación,** que tienen por objeto redirigir los aludes en su desplazamiento en el tercio inferior hacia áreas donde puedan provocar menores daños.

Un recurso importante para evitar daños en vías de comunicación que se ven cortadas por aludes es la construcción de **galerías** que protegen el paso de vehículos. También se incluyen dentro de estas actuaciones el reforzamiento de las edificaciones o infraestructuras que buscan un buen comportamiento estructural y funcional de los mismos ante potenciales impactos de eventos extraordinarios.

Dentro de las actuaciones pasivas también se encuentran las relativas al **desencadenamiento controlado del alud,** que se lleva a cabo para evitar que el incremento sucesivo de acumulación de nieve aumente la posible dimensión del alud. También es útil para eliminar la incertidumbre temporal de ocurrencia del fenómeno en vías de comunicación.

OTROS RIESGOS

Riesgo por caída de árboles

El viento es el aire que se desplaza espacialmente en favor de las variaciones de presión en la atmósfera. Este diferencial suele ser consecuencia de cambios en la temperatura de las distintas superficies de un terreno por su diferente insolación (solana y umbría, valle y ladera) o de diferente naturaleza (mar y tierra) o ser debido al paso de un frente o generación de borrascas.

Los vientos con velocidades por encima de 40 km/h (que son muy habituales en las tormentas) pueden ocasionar la **caída de arbolado que presente factores desfavorables** (enfermo, con raíces muy superficiales, elevada relación biomasa aérea / biomasa subterránea, inclinación, esbeltez, etc.).

Para caracterizar la situación frente al riesgo por caída de arbolado se tienen en cuenta los siguientes factores:

1. Estado sanitario.
2. Esbeltez y altura del árbol.
3. Especie y crecimiento del árbol.
4. Estado de su sistema radicular.
5. Situación del estrato sobre el que prospera.
6. Inclinación del terreno.
7. Situación orográfica y régimen local de vientos.
8. Arquitectura del árbol y conformación.
9. Historial selvícola del árbol.

Riesgo por fenómenos climatológicos especialmente adversos

Se incluyen dentro de los riesgos climáticos aquellos asociados a diferentes fenómenos atmosféricos extremos:

- Valores térmicos extremos (olas de frío y de calor). Puede tener efectos directos sobre la salud humana llegando a causar hipotermia (en caso de temperaturas bajas) o golpe de calor (en caso de temperaturas altas).
- Precipitaciones intensas (lluvias, nevadas, tormentas). Se asocian a otros riesgos ya detallados (inundaciones, vientos fuertes y caída de árboles, etc.).
- Vientos fuertes. Aparte de poder desencadenar la caída de árboles, también pueden suponer la movilización de determinados elementos antrópicos que encontramos en los medios urbanizados como mobiliario urbano, macetas, cubiertas, toldos, etc.

Riesgo por rayos

Los rayos son fenómenos naturales cuya formación es **imposible de evitar** y que suponen una gran concentración de energía y por tanto un peligro para la vida de las personas. También es el más importante **iniciador natural de fuegos** forestales en las áreas de montaña de la península ibérica.

Se estima que en el planeta coexisten simultáneamente unas 2.000 tormentas y cerca de 100 rayos descargan sobre la tierra cada segundo. La única forma de garantizar la protección frente a la caída de rayos en espacios abiertos es estar protegido por un **pararrayos**. Esta instalación tiene que disponer de un certificado técnico actualizado de correcta instalación y funcionamiento.

En Aragón las **Sierras Ibéricas y los Pirineos** se ven altamente afectados por tormentas y por el riesgo de rayos. En las sierras turolenses nos encontramos con los **máximos de caída media de rayos** anualmente que se registran de la Península y con mucha frecuencia coinciden con tormentas secas que son especialmente peligrosas frente a los incendios forestales.

Otra opción es contar con **detectores de tormenta** que permiten avisar con una o dos horas de antelación de la llegada de una tormenta al emplazamiento.

Observación de rayos en la península ibérica a tiempo real:

http://www.aemet.es/es/eltiempo/observacion/rayos?w=0

Riesgo tecnológico

Son riesgos asociados a la actividad humana (tecnológicos, biológicos, etc.). Se trata de riesgos percibidos como fenómenos controlables por el hombre o que son fruto de su actividad.

RIESGO POR VIENTO

A modo de ejemplo, estos riesgos se localizan cerca de instalaciones como:

- Donde se almacena y utiliza de algún modo algún combustible altamente inflamable como gas o gasoil, por ejemplo, gasolineras.
- Áreas cercanas a vertederos urbanos.
- Áreas por las que pasan cables de suministro de electricidad, especialmente de alta tensión.
- Industrias del sector químico.
- Empresas que emplean maquinaria pesada: plantas de gravas, grandes empresas de construcción, etc.
- Empresas transportistas.

Riesgo por cercanía a vías de comunicación

Este tipo de riesgo hace referencia a la presencia en las inmediaciones de un determinado emplazamiento de diferentes vías de comunicación con cierto tránsito. Entre los factores a analizar para el análisis y evaluación del riesgo están los siguientes:

- Situación altitudinal del vial con respecto al emplazamiento.
- Distancia a la que se encuentra el vial con respecto al emplazamiento.
- Tipo de vía (autopista/autovía, carretera nacional, carretera local, pista forestal, línea de ferrocarril, etc.).
- Tráfico medio que se dé por esta vía (porcentaje de camiones con transporte de productos peligrosos…).
- Pendiente del tramo próximo al emplazamiento y estudio de las potenciales trayectorias de los vehículos en el caso de salida de la calzada.
- Trazado de la carretera y especialmente de las curvas.
- Existencia de protecciones entre el vial y el emplazamiento (naturales y artificiales).
- Señalización preventiva y visibilidad del vial.

En este caso el riesgo remoto o nulo se da en aquellas en que no hay ningún tipo de vía en las inmediaciones.

Dirección editorial: José Ignacio Fábregas Reigosa
Textos: José Ignacio Fábregas Reigosa
Fotografías: José Ignacio Fábregas Reigosa, Pirinea Desarrollo Rural, David Ibáñez Cerced,
Archivo fotográfico de la Diputación Provincial de Huesca
Ilustraciones: María Fábregas Urzola
Diseño y maquetación: Jesús Gutiérrez
Imprime: Gráficas Barbastro
Número de ejemplares: 1.000

Derechos reservados © 2019, José Ignacio Fábregas Reigosa

www.pirinea.com

juventud
instituto aragonés de la juventud

A LURTE
www.alurte.es

GOBIERNO DE ARAGON