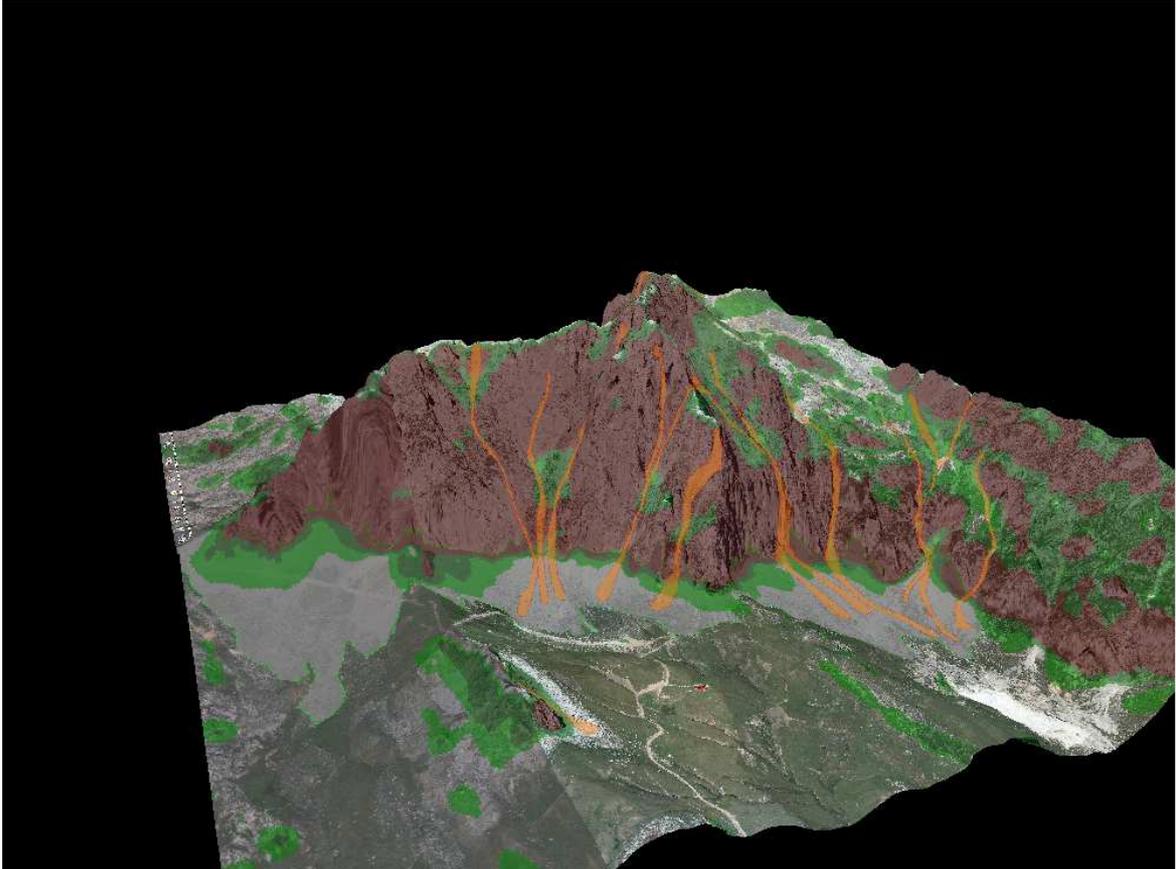


ESTUDIO DE ALUDES EN PEÑA VIEJA



Carmen Vicario Arroyo

**Licenciatura Ciencias Ambientales
UNED**

Trabajo dirigido por D. Juan José Rodríguez Velasco
(AEMET-Cantabria)

Tutor: Daniel Rodríguez Pérez (UNED)

INDICE

PRESENTACIÓN

FUNCIÓN DE AEMET

- Agencia estatal
- Delegación territorial

PICOS DE EUROPA Y AEMET

CARACTERÍSTICAS NIVOLÓGICAS DE PICOS DE EUROPA

OBJETIVOS

DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

OBSERVACIÓN DE ALUDES EN PICOS DE EUROPA

- RECOGIDA DE DATOS
- FOTOINTERPRETACIÓN

ESTUDIO DE ALUDES EN PEÑA VIEJA

- RAZONES PARA SU ELECCIÓN
- VARIABLES DEL ESTUDIO
- RECOGIDA DE DATOS
- FOTOINTERPRETACIÓN
- ANALISIS DEL TERRENO
- DISCUSIÓN DE MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN DEL RIESGO

- ✚ REPRESENTACIÓN GRÁFICA FINAL**
- ✚ ESTUDIO CUALITATIVO DE RESULTADOS**
- ✚ CONCLUSIÓN Y FUTUROS TRABAJOS**
- ✚ VALORACIÓN DEL PROYECTO**
- ✚ VALORACIÓN DE LAS PRÁCTICAS**
- ✚ BIBLIOGRAFÍA**

PRESENTACIÓN

Mi nombre es Carmen Vicario Arroyo, soy alumna de la UNED, me encuentro en el último año académico de la Licenciatura de Ciencias Ambientales y esta memoria es el resultado de mi estancia en la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) en su delegación territorial de Cantabria. Mi tutor en la Agencia Estatal de Meteorología ha sido Juan José Rodríguez Velasco. Su iniciativa ha hecho posible mi incorporación como alumna en prácticas.

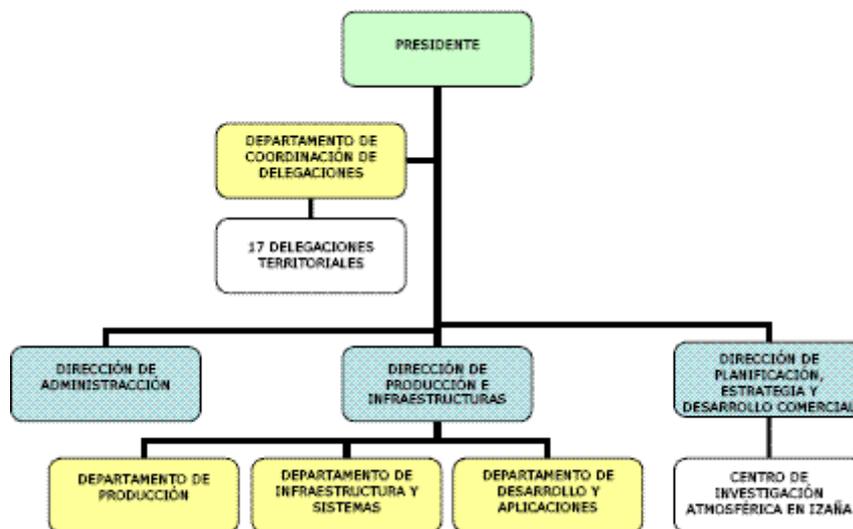
Mi contribución a la delegación y en concreto al departamento de climatología, se basa en el análisis de la ocurrencia de aludes de Picos de Europa a través de las observaciones y del análisis del terreno, para que posteriormente la Agencia pueda elaborar una metodología general, un mapa de riesgo de aludes y una estadística asociada a su ocurrencia.

Esta ocasión que me ha brindado AEMET en colaboración con la UNED me ha proporcionado un aprendizaje teórico (curso de nivología aplicada a Picos de Europa, uso de SAGA, funciones de la agencia) y práctico (tratamiento de los datos, el uso de SAGA con multitud de utilidades para el análisis, observación de las características de la nieve y realización de sondeos, *in situ*).

AEMET(Agencia Estatal de Meteorología)

La Agencia Estatal de Meteorología depende del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y sus funciones están organizadas y reguladas según la Ley 28/2006 de 18 de Junio. Es por tanto una entidad pública del Estado que nos ofrece la predicción meteorológica al público en general, a la navegación aérea y marítima e incluso a empresas privadas (como las aseguradoras).

AEMET tiene la siguiente organización a nivel Estatal:



Organigrama Agencia Estatal de Meteorología
(http://www.aemet.es/es/quienes_somos/que_es)

El presidente es el mayor representante de la Agencia y delega funciones a las diferentes direcciones. Cada una de ellas se encarga de unas funciones particulares, por ejemplo: la administración reparte el dinero del Estado asignado a la Agencia entre los distintos departamentos. Las tres direcciones en las que se divide el organigrama están divididas en departamentos y éstos en áreas, servicios y secciones. Las funciones y organización de los departamentos obedecen a la jefa del departamento de coordinación, que se reúne con los directores de cada delegación para informar de las modificaciones y novedades.

La Agencia dispone de una gran cantidad de recursos. La red de observación posee entre otras, 700 estaciones automáticas de las que se sacan multitud de datos útiles para elaborar la predicción por personal experto y más tarde hacer estadísticas de los distintos parámetros medidos.

Para más información, AEMET dispone en su página web de extensos datos sobre su estructura y funciones.

AEMET DELEGACIÓN TERRITORIAL DE CANTABRIA

En el marco de la estructura general de la Agencia, la Delegación Territorial en Cantabria representa a la Agencia e interviene en la producción de información meteorológica para los usuarios de Cantabria y demás entidades públicas y privadas de la comunidad autónoma.

La sede principal se encuentra en Santander, en donde yo realicé mis prácticas. Allí pude establecer contacto con el grupo de Predicción y Vigilancia, que trabaja las 24 horas y que se encarga de recoger la información de las diferentes estaciones meteorológicas y las imágenes de satélite, que son manejadas por expertos gracias a programas especializados que proporcionan una predicción bastante fiable de los fenómenos meteorológicos.

Tuve ocasión de ir a uno de los "briefing" que tienen lugar todos los días en la sede de Santander y en el que pude observar de primera mano la realización de la predicción a corto y medio plazo por dos de los expertos del grupo de Vigilancia.

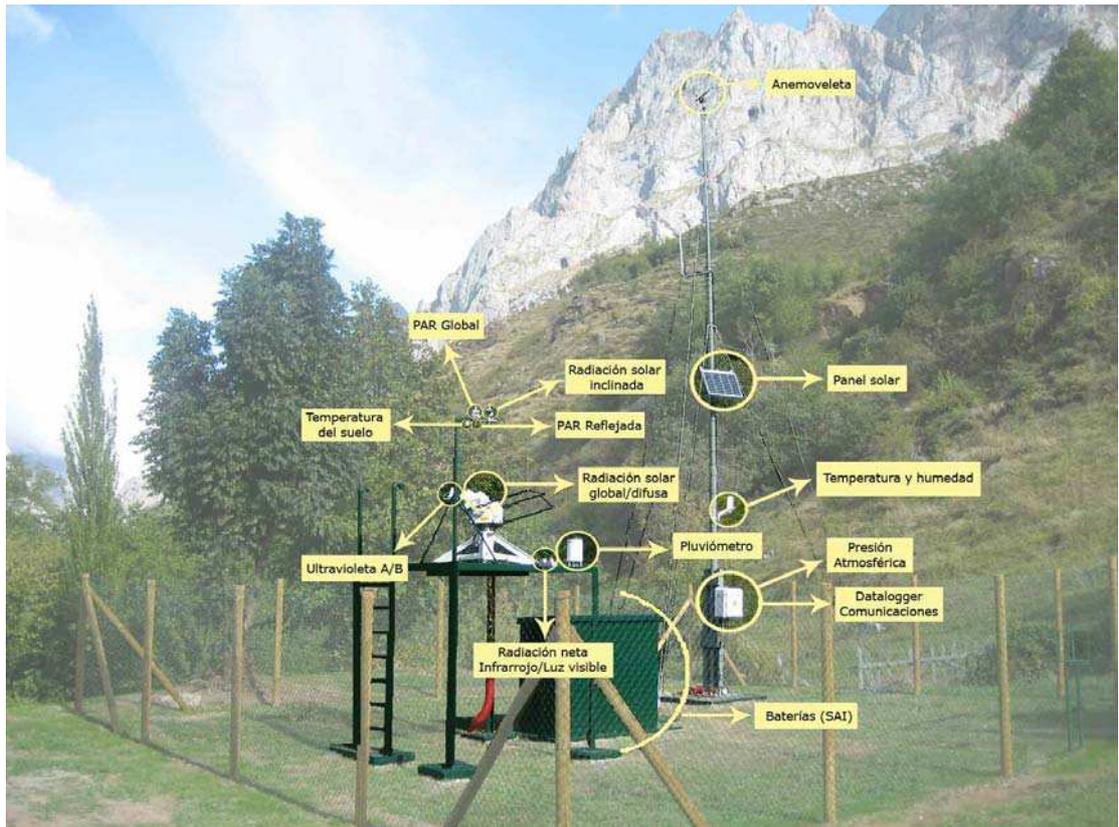
Después de tratar la información, el equipo también tiene la función de distribuirla a los usuarios, por lo tanto poseen un gran peso en la Agencia. Me llama la atención la importancia que tiene esta sección para la aviación, ya que tiene servicios de vigilancia y predicción para los aeropuertos de Galicia, Asturias, País Vasco y Navarra además de Cantabria.

Otra de las funciones que me ha llamado la atención ha sido el contacto con aseguradoras. Es tratada por la sección de atención al usuario. Hay numerosas consultas para obtener datos y comunicaciones de las condiciones meteorológicas, o para aportar a expedientes o juicios que tienen que ver con siniestros achacables a lluvias o vientos fuertes.

La sección de climatología es para la que yo trabajé. Su función es la recogida de datos de Cantabria y Asturias de las diferentes estaciones y personal colaborador para luego elaborar estadísticas de los diferentes fenómenos. También extienden certificados para los distintos usuarios que lo pidan sobre esos datos climatológicos.

Por último mencionar los servicios de secretaria, con los que también tuve contacto, ya que se encargan de gestionar las cuestiones referentes a personal, solicitudes, permisos, bajas etc.

Otras secciones en la sede son: la unidad de sistemas básicos (dedicada al buen funcionamiento de las estaciones e instrumentos), la unidad de estudios y desarrollos y la sección encargada de la gestión económica y asuntos generales.



Estación automática Picos de Europa AEMET

Para mayor información pueden consultar las siguientes páginas Web :

- Convenio de colaboración entre AEMET y la comunidad autónoma de Cantabria
- Recursos de la Delegación de Cantabria

PICOS DE EUROPA Y AEMET: LA PREDICCIÓN DE MONTAÑA Y PELIGRO DE ALUDES

Gracias a la predicción que realiza AEMET de montaña, cualquier usuario puede acceder a la predicción meteorológica específica para Picos de Europa, para ello el enlace es el siguiente:

<http://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/montana>

Los usuarios también pueden acceder a la predicción nivometeorológica. A través de la web mencionada previamente se pueden ver sólo los boletines de aludes de pirineos, los boletines de aludes de Picos de Europa de momento se difunden a través de twitter siguiendo este enlace:

https://twitter.com/AEMET_Cantabria/status/459774195405033472

En los boletines nivológicos se hace primero una estimación del riesgo para el día siguiente. Para establecerlo realizan un sondeo, del que se encarga personal especializado de la delegación y que se pretende extender a otros ámbitos colaboradores (como la guardería de Picos de Europa). Gracias a este sondeo pueden establecer el nivel de peligro asociado según la escala europea de peligro de aludes.

Después se predice el riesgo para los dos días siguientes (predicción a corto plazo) y por último se redactan de manera explicativa las condiciones meteorológicas y nivológicas actuales que se extrapolan del sondeo realizado, como son la continuidad del manto nivoso, el espesor y la estabilidad.

AEMET a través de los boletines anteriores publica la información de las observaciones nivometeorológicas en tiempo presente (estado de las nubes, el viento, la temperatura, los meteoros, el estado de la nieve, su cota, el número y tipo de aludes observados si los hay, el riesgo de que se produzcan y los resultados del test de estabilidad) y en tiempo pasado (resumen de las últimas 24 horas) recogidas en unas fichas nivológicas que realiza el personal colaborador de la entidad.

La labor del departamento de climatología es aportar información complementaria a esas observaciones utilizando para ello los métodos necesarios de trabajo de campo, fotointerpretación y cartografía (utilizando los sistemas de información geográfica. SIG). De esta manera se aportan multitud de datos al conocimiento de Picos de Europa.

CARACTERÍSTICAS NIVOLÓGICAS DE LOS PICOS DE EUROPA

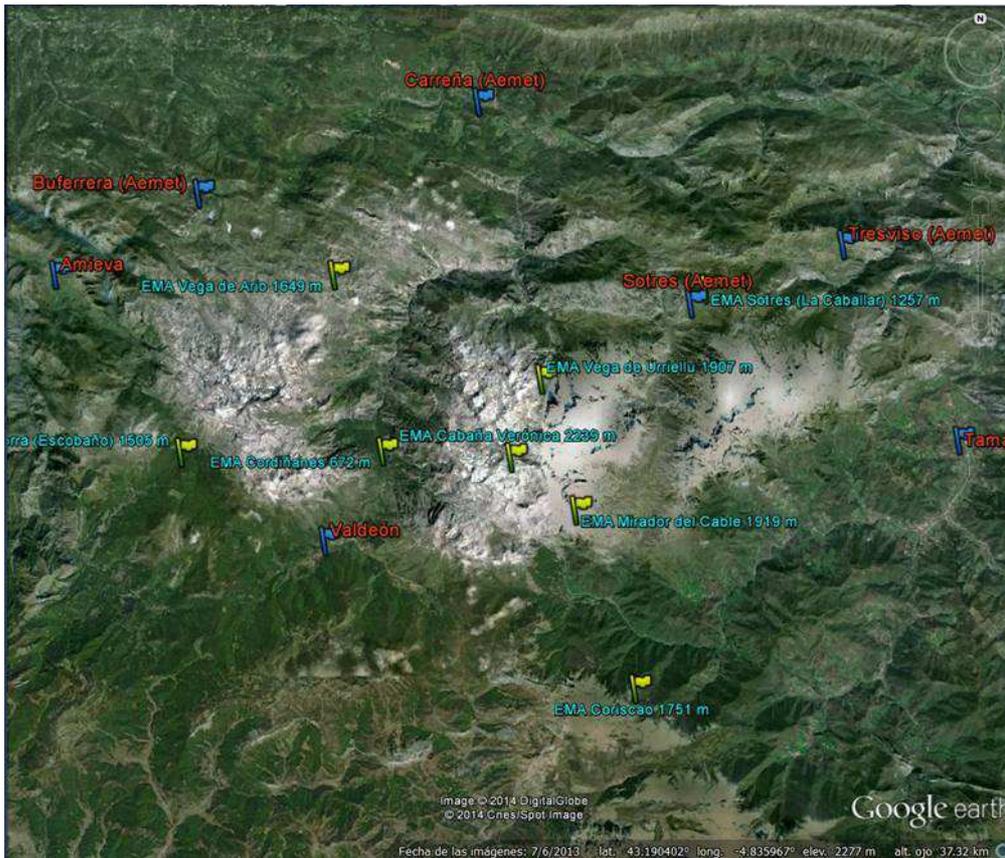
Los Picos De Europa están situados en un enclave único. Está diferenciado de la Cordillera Cantábrica por su posición al norte y su geología caliza. Al estar muy cerca de la costa, los Picos de Europa están influenciados por el clima oceánico, que condiciona sus precipitaciones.

En cuanto a las temperaturas, son suaves. El verano es fresco en las montañas y en invierno se producen numerosas precipitaciones en forma de nieve o granizo en cotas bajas. Aunque posee influencias oceánicas el clima se considera Atlántico, del tipo Dfc. El relieve es dispar, son tres macizos levantados hacia el sureste en el que se encuentran altas torres y en contraste depresiones ("jous" en terminología cántabra). Es muy difícil determinar un clima general para la zona, ya que posee microclimas, pero en un consenso se ha ubicado como clima de montaña a pesar de no poseer gran altitud.

El clima es tanto más extremado cuanto mayor es la altitud, no hay suelos helados ni nieves permanentes en verano, salvo lentejones o neveros que pueden permanecer en verano en determinados emplazamientos.

Sí, una gran abundancia de precipitaciones a lo largo del año con dos máximos, uno principal a finales de otoño, y otro secundario en primavera. El máximo pluviométrico de otoño se centra en noviembre y diciembre y es debido al continuo paso de sistemas de bajas presiones procedentes de latitudes más bajas y que circulan preferentemente de suroeste a noreste; esta es una situación muy característica y bien conocida que comienza con vientos del sur y termina con vientos del noroeste. Este máximo pluviométrico afecta por igual a las vertientes norte y sur de toda la Cordillera Cantábrica, con precipitaciones en forma de lluvia y nieve (cuando nieva en las zonas medias y altas, suele granizar en las zonas bajas de la vertiente norte).

Todos estos datos son recogidos gracias a las estaciones instaladas en el parque, que permiten medir los parámetros básicos de temperatura y humedad relativa, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica, precipitación, radiación global y UV B, en las ocho estaciones en el intervalo de 672 a 2.239 metros de altitud. La altura de nieve se mide en tres estaciones situadas entre los 1.505 1.907 metros, y se obtienen datos más completos de radiación solar en las estaciones de referencia a 1.257 y 672 metros.



Estaciones en Picos De Europa (AEMET & Google Earth 2014)

Las primeras nevadas llegan a finales de septiembre o principios de octubre, aunque no perduran por debajo de los 1700m. Esta primera capa de nieve, si se conserva, sirve de base para las nevadas más intensas que comienzan en noviembre y las primeras semanas de diciembre, donde la nieve empieza a alcanzar cotas de 1000m. En los meses de enero y febrero se registran las condiciones térmicas más rigurosas y se producen nevadas frecuentes e intensas, llegando a descender el manto nival hasta los 750m, hasta el fondo de las gargantas fluviales a poco más de 300m durante algunas semanas. Todas ellas están vinculadas a entradas de aire húmedo y frío con otros dominados por flujos del sur, cálidos y secos que producen un aumento de las temperaturas y una rápida fusión de la nieve.

La isocero de invierno es de 2100m, altura a la que se localiza la mayor presencia del manto continuo.

OBJETIVOS

Juan José Rodríguez Velasco en colaboración con mi tutor del *practicum* de la UNED, acordaron que sería idóneo que yo, como alumna, alcanzase los objetivos de aprendizaje para un ambientólogo en éste ámbito específico:

- Tratar bases de datos
- Interpretar la zona
- Analizar el terreno
- Usar sistemas de información geográfica en el análisis y resultados
- Aprender a crear y modificar mapas con diferentes variables ambientales

Por mi parte y con ayuda de Juan José Rodríguez Velasco me propuse alcanzar los siguientes objetivos específicos:

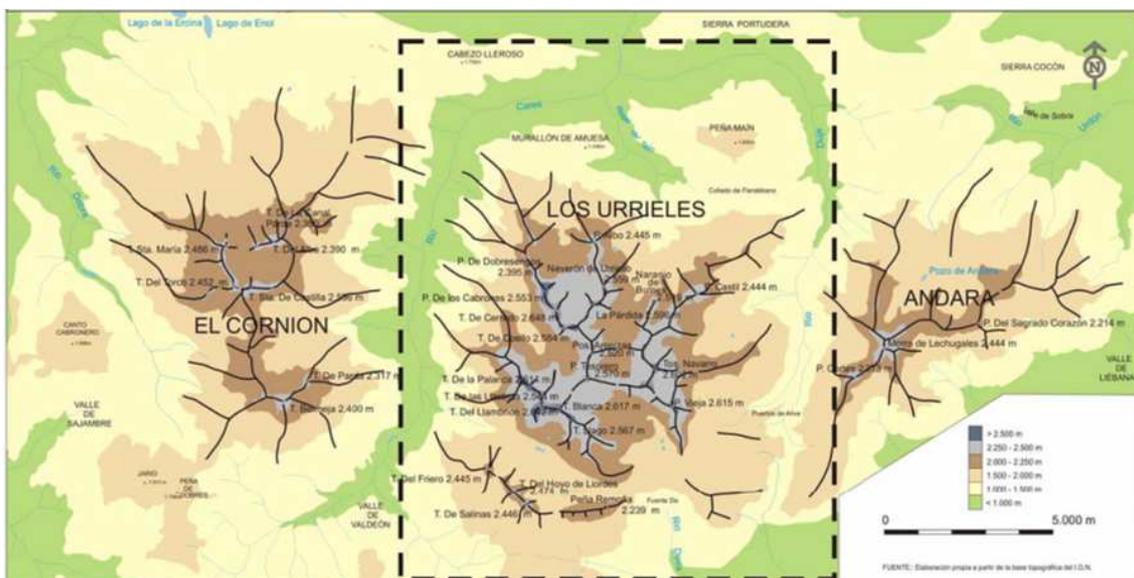
- Crear las bases de datos de observaciones de aludes
- Tratar los datos, filtrarlos, corregirlos y georreferenciarlos
- Analizar el territorio: identificar los canales de aludes
 - trazar las trayectorias de los canales de aludes
 - identificar las áreas afectadas por las avalanchas
 - trazar la extensión máxima
- Tratar las variables del terreno con el Modelo Digital del Terreno MDT generando mapas:
 - ✓ de pendientes
 - ✓ de orientación
 - ✓ de insolación
 - ✓ de curvas de nivel
 - ✓ hidrográfico
 - ✓ de convexidad-concavidad
- Representar los resultados con el mapa del Instituto Geográfico Nacional (IGN), la ortofoto del Plan Nacional de Observación Aérea (PNOA) y el MDT

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Los Picos de Europa constituyen un macizo de alta montaña, con entidad geográfica propia, localizado en el norte de España, en la parte central de la cordillera Cantábrica (el Principado de Asturias, Cantabria y la provincia de León) Ocupa una superficie total de 64.660 hectáreas .

A pesar de su moderada altitud (2648 m), su proximidad al mar (20 km) le convierte en un espacio favorable a la presencia de formas y relieves asociados a la presencia de precipitación abundantes, en forma de lluvia o de nieve, propia del clima cantábrico. La denominación de alta montaña es debida a su vigoroso relieve, la ausencia de agua en superficie, la caótica topografía y el dominio casi absoluto de roca desnuda en las zonas altas.

Los Picos de Europa están divididos en tres macizos calizos: el macizo Occidental o Cornión, el macizo Central o de los Urrieles, y el macizo Oriental o de Ándara. El estudio se centra en los macizos oriental y central, para más tarde ser reducido al macizo de Peña Vieja, situado en el macizo central.



OBSERVACIÓN DE ALUDES EN PICOS DE EUROPA

Recogida de observaciones

A raíz de los aludes observados por los colaboradores de AEMET, la guardia civil de montaña (Fichas nivológicas) y el propio personal a través de los boletines, hemos recogido los datos, los hemos filtrado, los hemos corregido y reunido en una base de datos.

Los datos disponibles están clasificados por años nivales (noviembre-abril), desde el 2010 hasta la actualidad. La base de datos está compuesta por la fecha de observación, el lugar de la observación, el tamaño del alud (siguiendo la clasificación antes mencionada), la altura aproximada de salida del alud y en algunos casos alguna aportación sobre el tipo de alud observado y la orientación de dicho alud.

FECHA	LUGAR	TAMAÑO	ALTURA DE SALIDA	UTMX	UTMY	OBSERVACIONES
29/01/2013	Peña Main NE	PEQUEÑO	1100	356698	4789972	
03/02/2013	Carretera Tielve-Sotres	MEDIANO	1200	357550	4789148	
08/02/2013	Carretera Tielve-Sotres	MEDIANO	1200	357526	4788880	
09/02/2013	San carlos (canal San Luis)SSW	MEDIANO	2000	350895	4780589	
11/02/2013	Capozo	MEDIANO	1400	344422	4784731	
11/02/2013	Sardón	MEDIANO	1700	343124	4781864	
12/02/2013	Carretera Tielve-Sotres	MEDIANO	1100	357526	4788880	
12/02/2013	Canales Cuenca Solvay	MEDIANO	2000	387959	4767012	placa
12/02/2013	Pico Cordel	MEDIANO	2000	392182	4780622	placa,esquiador
12/02/2013	cordiñanes,loma de la flor S	PEQUEÑO	1400	341853	4780333	
12/02/2013	Fuente Dé	MEDIANO	1800	353274	4779473	
13/02/2013	Carretera Tielve-Sotres	MEDIANO	1100	357568	4788657	
13/02/2013	Fuente Dé	MEDIANO	1900	352559	4779969	
13/02/2013	Alto Campoo	MEDIANO	2000	387105	4766986	placa
13/02/2013	cordiñanes	MEDIANO	1700	346704	4779685	
14/02/2013	Vueltona	MEDIANO	2000	351966	4782020	placa
14/02/2013	San carlos N	MEDIANO		350984	4780622	placa
14/02/2013	Jou sin Tierra(Uriellu y Horcados rojos) N	MEDIANO	1600	351636	4784996	placa
14/02/2013	Peña main E	MEDIANO	1000	356698	4789972	
14/02/2013	Valdeón	MEDIANO	1700	346948	4779395	
14/02/2013	Carretera Sotres-Tresviso	MEDIANO	1100	357589	4789319	
27/02/2013	Tarna	MEDIANO	1500	362709	4783940	
27/02/2013	Peña Maín	MEDIANO	1100	356698	4789972	
27/02/2013	Chivo-Alto Campoo	MEDIANO	2000	387459	4766961	
27/02/2013	3 Canales cuenca Solvay	GRANDE	1900	387959	4767012	placa
27/02/2013	Pico Cordel	MEDIANO	2000	392182	4780622	placa,esquiador
28/02/2013	Carretera poncebos-Sotres	MEDIANO	1100	357517	4789604	
28/02/2013	Peña Main E	MEDIANO	1100	356698	4789972	
28/02/2013	Fuente Dé	MEDIANO	1700	353776	4779008	
01/03/2013	Peña Maín E	MEDIANO	1100	356698	4789645	
01/03/2013	Carretera Sotres	MEDIANO	1100	357526	4788880	
02/03/2013	San Carlos- Canal San Luis S	GRANDE	2000	350895	4780589	
02/03/2013	Pala-Torre de la Celada	MEDIANO	2200	348178	4783129	
02/03/2013	Peña Ubiña S	MEDIANO	2200	258735	4766702	placa 40cm,esquiador
02/03/2013	Peña Ubiña E	MEDIANO	2200	259044	4766825	
02/03/2013	Peña Ubiña N	MEDIANO	2200	258808	4769115	placa,esquiador
03/03/2013	Cuetu-Cucón	MEDIANO	1800	383465	4776998	purga cornisas
03/03/2013	Canal del Vidrio	MEDIANO	2000	352810	4782377	
03/03/2013	Barcena de P. de Concha- Embalse de Alsa	PEQUEÑO	1100	418503	4772709	
03/03/2013	Canal de Arredondas	MEDIANO	1800	360477	4783645	
04/03/2013	Fuente Dé	MEDIANO	1700	353290	4779248	

Tabla de observación de aludes (elaboración propia)

A dicha tabla se le añaden las coordenadas UTM de la observación, para ello hace falta hacer la fotointerpretación de las observaciones.

[PROBLEMÁTICA ENCONTRADA: las observaciones recogidas por el personal voluntario son erráticas, la altitud de la observación del alud tiene un carácter muy subjetivo, al igual que la ubicación del lugar del alud, que es aproximada y en ocasiones nada concreta. En numerosas ocasiones no aportan la orientación del accidente geográfico donde se produce el alud, ni la altitud, ni el tipo de alud, ni el tamaño, lo que da lugar a una larga y costosa revisión. Además el tamaño del alud (como menciono en el anexo) no se rige por la clasificación general, ya que las condiciones del relieve hacen que no existan aludes grandes como tales]

Fotointerpretación

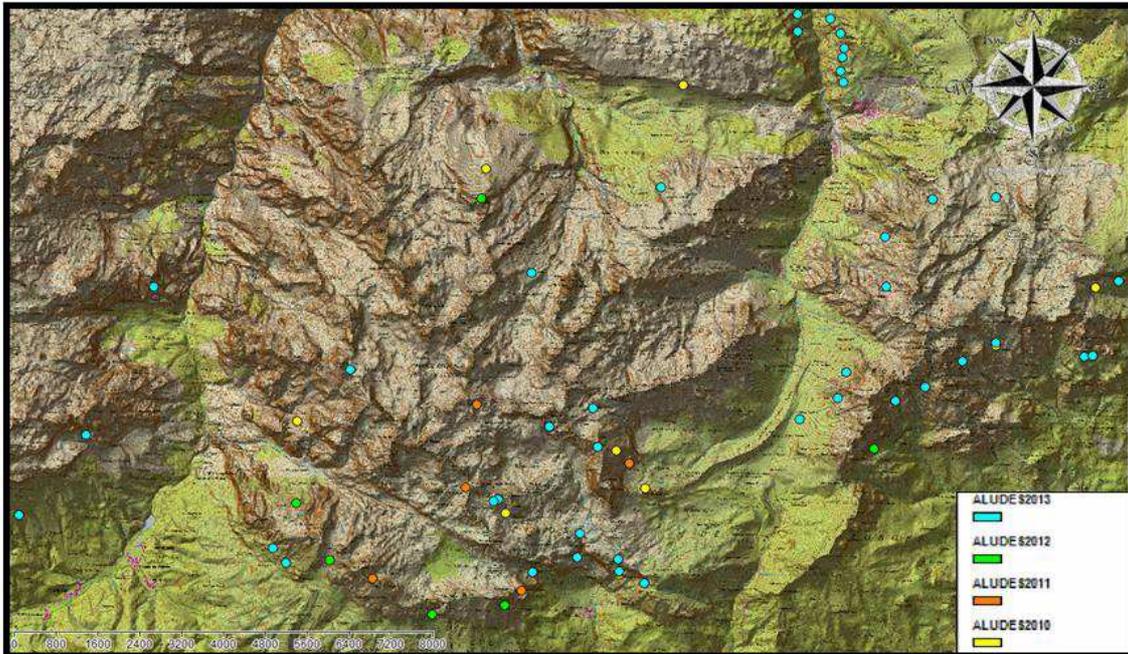
Es el proceso por el que se extrae la información contenida en la fotografía aérea. En una primera fase se trata de reconocer y ubicar los diferentes elementos que aparecen representados. Se requieren ciertos conocimientos acerca de los procesos geomorfológicos, formaciones vegetales y usos del suelo del área de trabajo; hace falta además tener en cuenta la escala. Resulta por tanto una técnica instrumental útil en estudios territoriales como éste.

Algunos de estos aludes ocurridos como en la tabla anterior en 2013, vienen documentados con una fotografía, muy útil a la hora de situar la incidencia, ya que hemos utilizado mapas geomorfológicos, mapas topográficos y ortoimágenes para situar correctamente la observación. Aquí se expone un ejemplo de ello:



Aludes de placa en la cuenca Solvay 1900m 27/2/2013(autor: Alfonso Allende)

Tras hacer la fotointerpretación de cada uno de los aludes observados desde el año 2010 al 2013, le doy a cada punto de observación estimada unas coordenadas UTM y los superpongo una vez georeferenciados, utilizando como base un SIG que permita posteriormente unificar estudios y por ello se elige un SIG con licencia de libre distribución (SAGA-System for Automated Geoscientific Analyses, sistema para análisis geocientíficos automáticos



Catálogo Aludes observados Picos de Europa SAGA (elaboración propia)

Tratamos las imágenes del PNOA y del IGN para poder utilizarlas como base en la representación de los puntos de observación de aludes. La base de la imagen anterior es un mosaico creado a partir de las hojas del mapa topográfico del IGN y recortado utilizando el límite del parque natural de Picos de Europa.

Hojas Utilizadas:

55-2 56-1 56-2

55-4 56-3 56-4

80-2 81-1

ESTUDIO DE ALUDES EN PEÑA VIEJA

RAZONES PARA SU ELECCIÓN

Después de crear las bases de datos de aludes observados georeferenciados gracias a la fotointerpretación, elegimos la zona donde se va a centrar el estudio. Proponemos dos zonas posibles:

- El macizo de Ándara Se ubica en los Picos de Europa en la zona oriental de Asturias y occidental de Cantabria en su vertiente Este al río Duje, con canales de aludes bien definidos y del que se tienen observaciones fiables debido a su cercanía a la carretera de Sotres, con gran afluencia de aludes.



Carretera Poncebos-Sotres Pk-8
(autor: Pedro Benia)

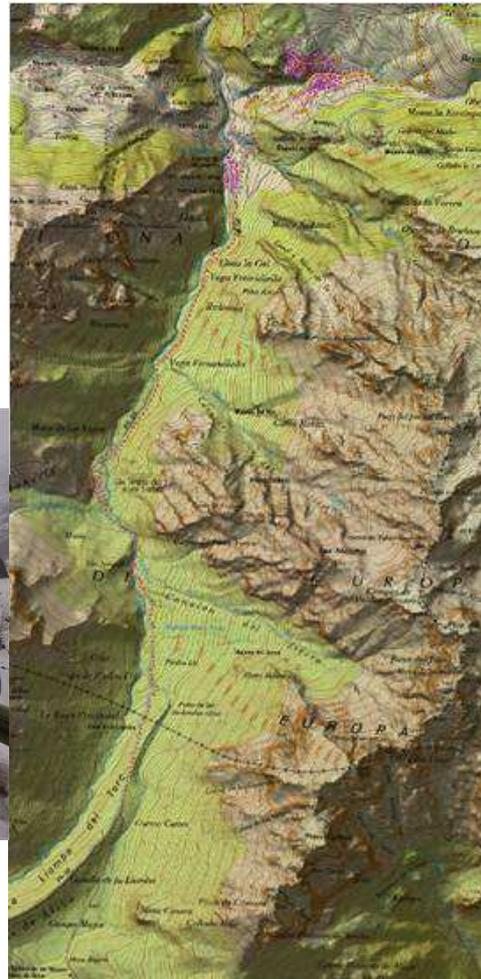


Imagen del IGN

- El macizo de Peña Vieja situado al sur del macizo central, se trata de una montaña individualizada de gran elevación (2600m) que presenta dos orientaciones Este y Suroeste con un desarrollo distinto, al Este vierte al valle del Duje y al Suroeste vierte hacia una sobreexcavación glaciar. Se trata de una zona altamente transitada.

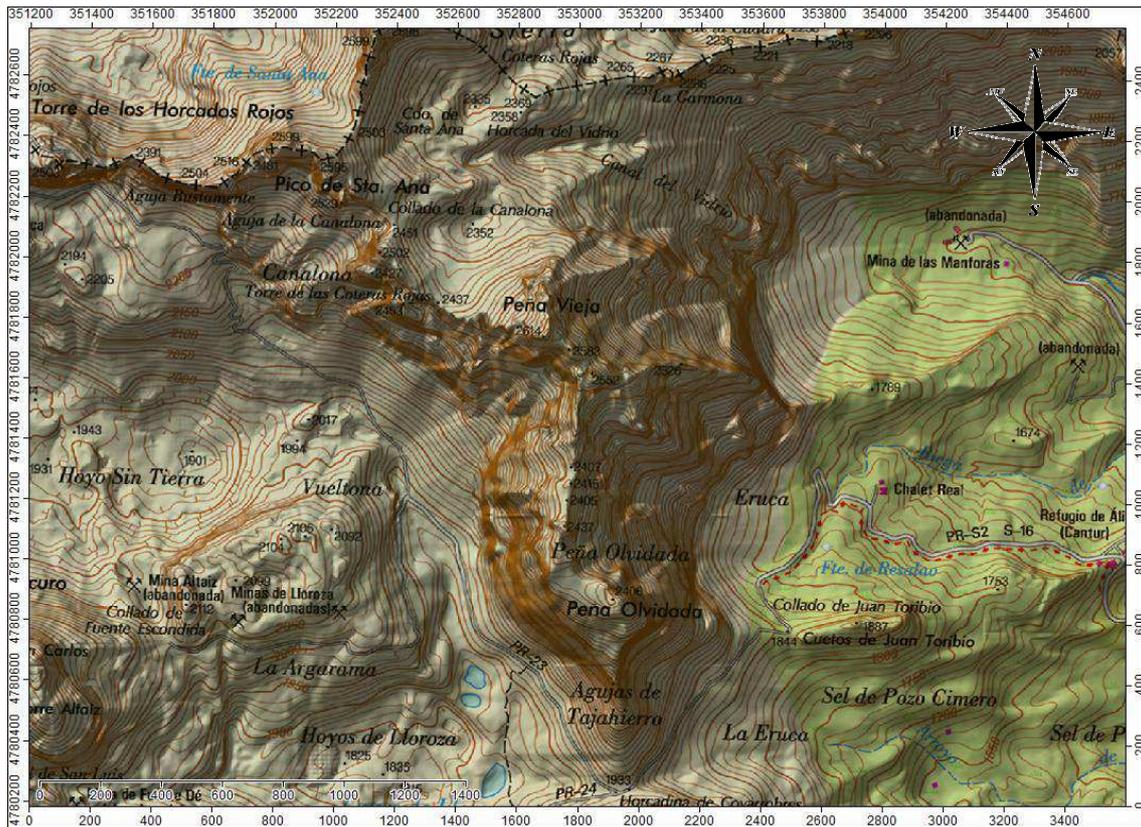


Imagen del IGN <http://www.ign.es>

Debido a su singularidad y características nos decidimos por hacer el estudio del macizo de Peña Vieja, ya que sus dos orientaciones distintas también tienen pendientes diferenciadas, siendo mayores las de la cara E. Es un terreno del que se obtienen datos meteorológicos ajustados a dos puntos de observación (Cabaña Verónica y El Cable) su relieve es complejo, pero accesible para el trabajo de campo lo que hace que el trabajo en esta zona aporte numerosas variables, muy útiles para su posterior extensión.

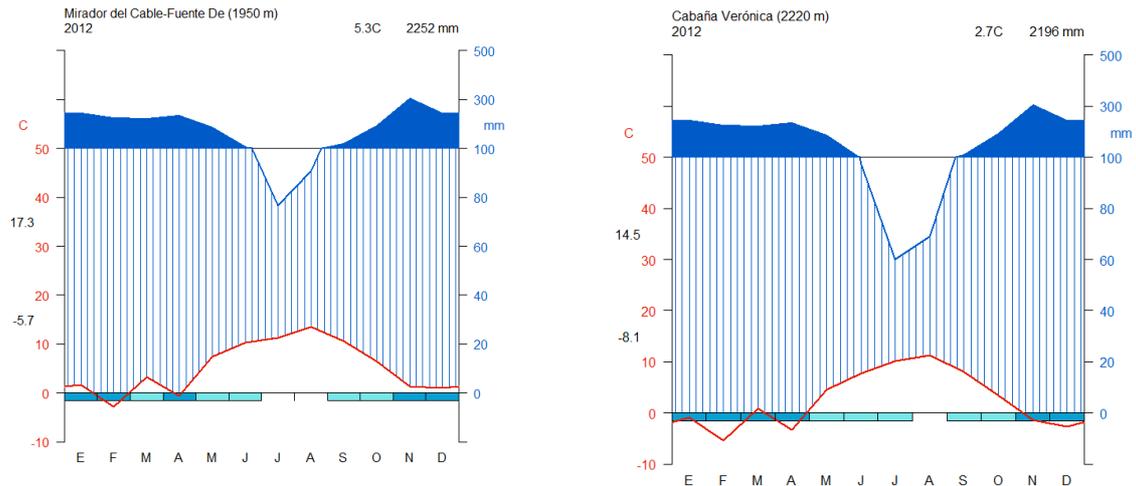


Alud Peña Vieja Este (<http://guiasdelpicu.blogspot.com.es> 2013)

VARIABLES DEL ESTUDIO

La probabilidad de que en Peña Vieja, así como en el resto de Picos de Europa, se desencadene un alud en un momento dado depende de dos variables:

Variables meteorológicas y nivológicas: la precipitación, la temperatura, el viento y el estado y evolución del manto nivoso. Estas variables son independientes del terreno y sufren importantes variaciones temporales.



Estación del Cable y Cabaña Verónica (temperatura y precipitación anual AEMET 2012 (Fuente: Juan José Rodríguez Velasco))

Variables relacionadas con el terreno: Permanentes y susceptibles de ser cartografiadas, entre las que se encuentran la altitud, la pendiente, la morfología, la vegetación existente y la orientación (Fernandez Cañadas & Palomo Segovia 2013)

Sobre estas últimas variables es sobre las que queremos actuar en este proyecto.



<http://www.picoseuropa.net/pvieja/index.php>

RECOGIDA DE DATOS

Los aludes observados son recogidos en una base de datos y son examinados minuciosamente, centrándonos en la zona de estudio. El sistema de recogida de avistamiento de aludes se realiza en AEMET desde el año 2009.

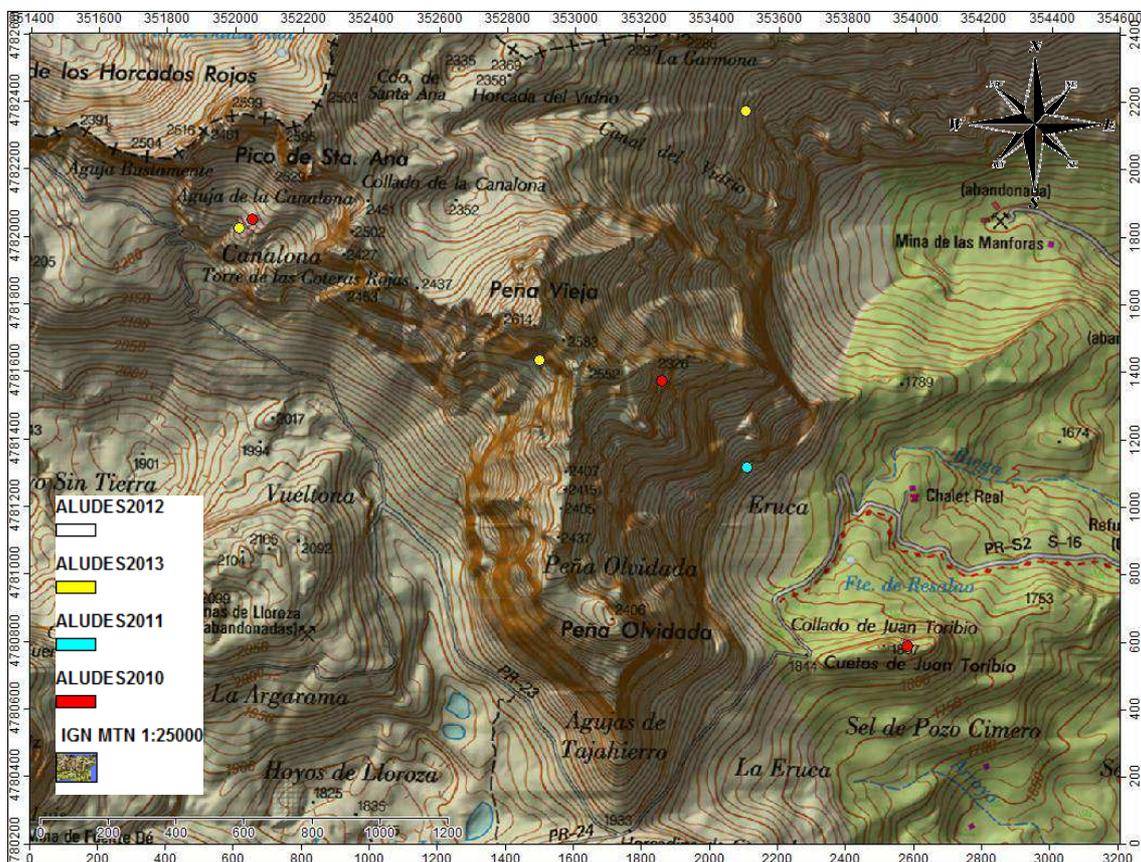
Una vez analizados y corregidos los datos los guardamos como archivo en formato de texto plano (ASCII) separados por coma (formato .csv) para a continuación, poder operar con ellos en el SIG SAGA.

(PROBLEMATICA : Las observaciones de aludes tienen un carácter muy subjetivo, como ya mencioné en el apartado de observación de aludes en Picos de Europa en recogida de datos)

FOTOINTERPRETACIÓN

Disponemos de diferentes mapas topográficos del Parque Nacional de Picos de Europa para el estudio e interpretación de la morfología de las laderas, la cubierta forestal y la cubierta nivosa. El aportado por el IGN es el que utilizamos como base en el SIG, pero nos han sido muy útiles también otros que a continuación se enumeran:

- Mapa topográfico



Aludes observados, representados sobre el Mapa Topográfico Nacional E: 1/25000 (IGN). (Elaboración propia)

- Mapa geomorfológico

Escala 1:250000 del Macizo Central de los Picos de Europa (Trueba.2007). Contiene una interpretación de las formas de relieve y del área de estudio, en particular de las generadas por la presencia de hielo y nieve: En éste mapa se muestra además de la topografía, las formas y depósitos glaciares y nivales, las formas de ladera y también formas kársticas.

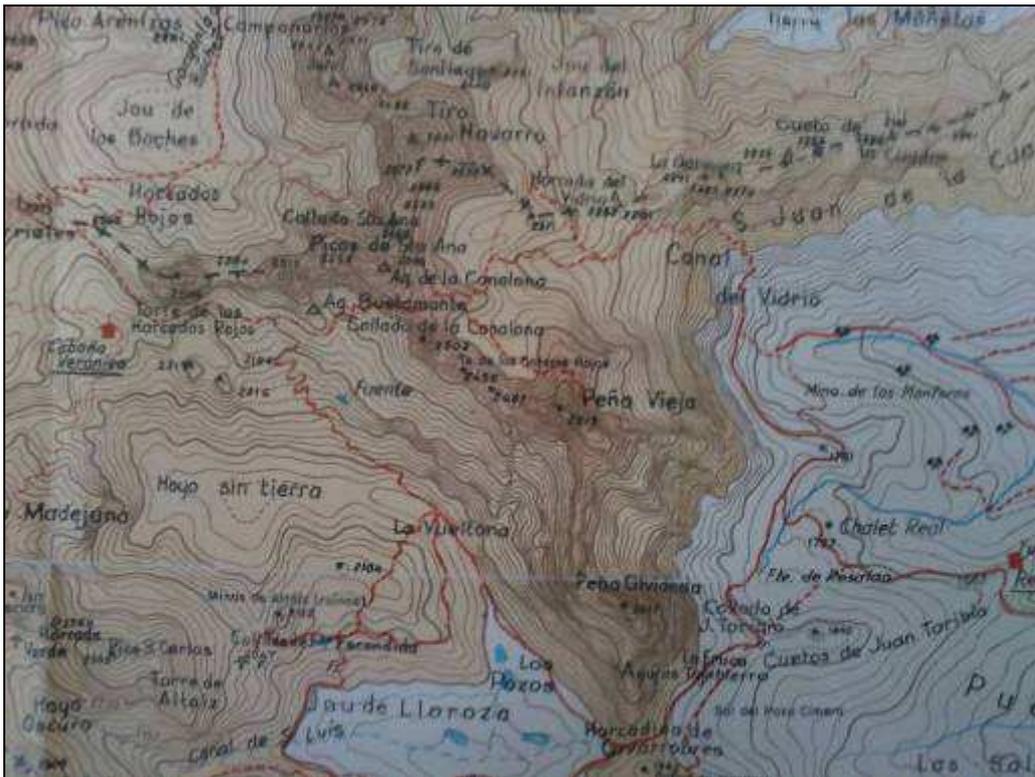


Detalle del Mapa Geomorfológico Macizo Peña Vieja (Trueba 2007)

- Mapa Topográfico Excursionista

Además de la topografía, el mapa excursionista recoge los principales itinerarios, rutas y ascensiones montaÑeras más frecuentadas, que recorren el área de estudio y pueden verse afectadas por la nieve.

Este mapa es muy útil porque muestra las curvas de nivel que nos dan la idea de la orientación y la pendiente, sirve también para ver claramente el trazado de la ruta que rodea Peña Vieja y el canal del Vidrio que en la ortofoto es difícil de ubicar, debido al ángulo en el que se tomó la imagen.

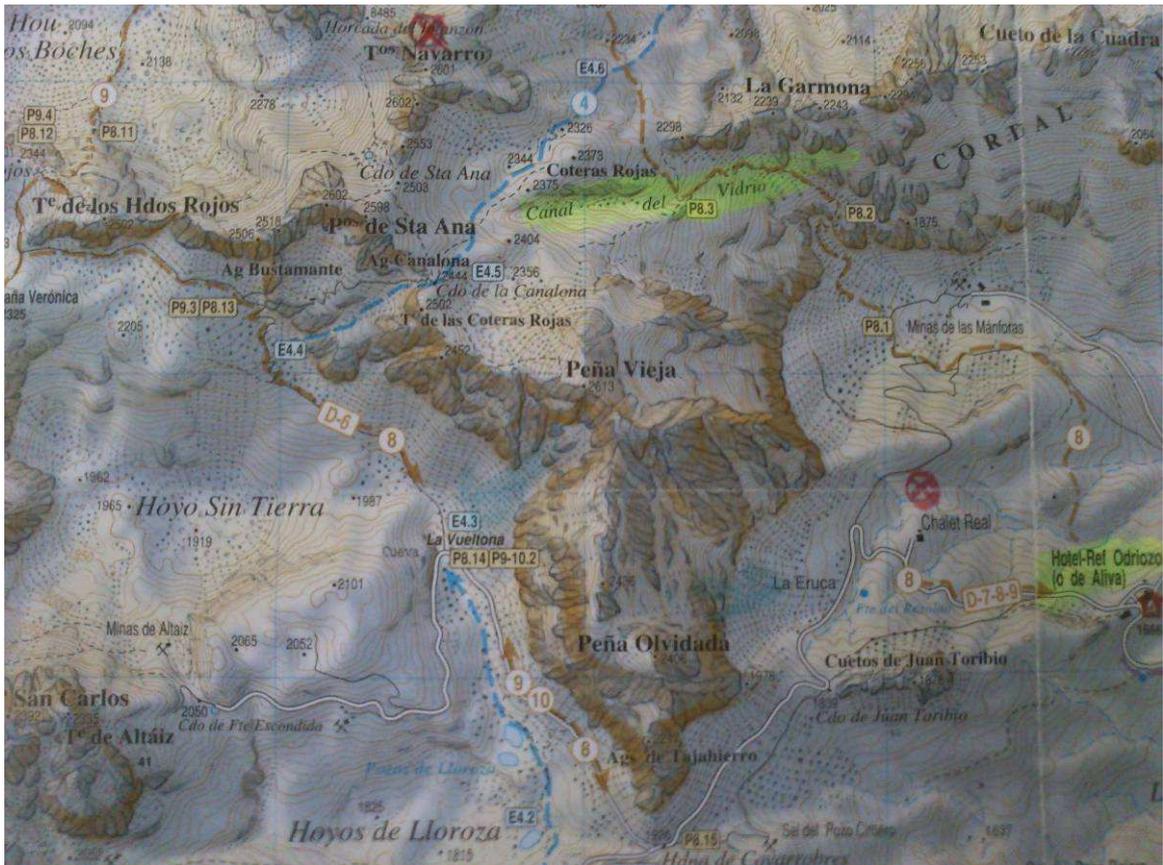


Mapa topográfico excursionista (Odriozola 1991)

Este mapa es muy útil porque muestra las curvas de nivel que nos dan la idea de la orientación y la pendiente, sirve también para ver claramente el trazado de la ruta que rodea Peña Vieja y el canal del Vidrio que en la ortofoto es difícil de ubicar, debido al ángulo en el que se tomó la imagen.

Por experiencia, sabemos que en Picos de Europa la orientación es una variable que condiciona el tipo de alud que se produce (en concreto en la zona de estudio es proclive al desencadenamiento de aludes la cara Este).

La pendiente es una variable fundamental para el estudio de la ocurrencia de aludes, ya que según multitud de bibliografía, los aludes se originan en pendientes superiores a 25° . Tremper (2008), propone que la mayoría de las avalanchas están entre 33 y 45° , aunque van de los 20 a los 55° . Maestro Cano (2004), propone que las pendientes entre 25 y 45° tienen un riesgo de desencadenamiento de aludes alto. Por su parte, Fernández Cañadas y Palomo Segovia (2013) proponen que un riesgo muy alto de desencadenamiento de aludes de fusión se localiza en pendientes superiores a 25° .



Mapa excursionista Picos De Europa (Adrados 2009)

Este mapa al ser más moderno, nos sirve para saber las modificaciones del trazado.

- La ortofoto

Nos muestra la fotografía aérea de la zona, sirve para identificar la morfología de las laderas y la cubierta forestal.

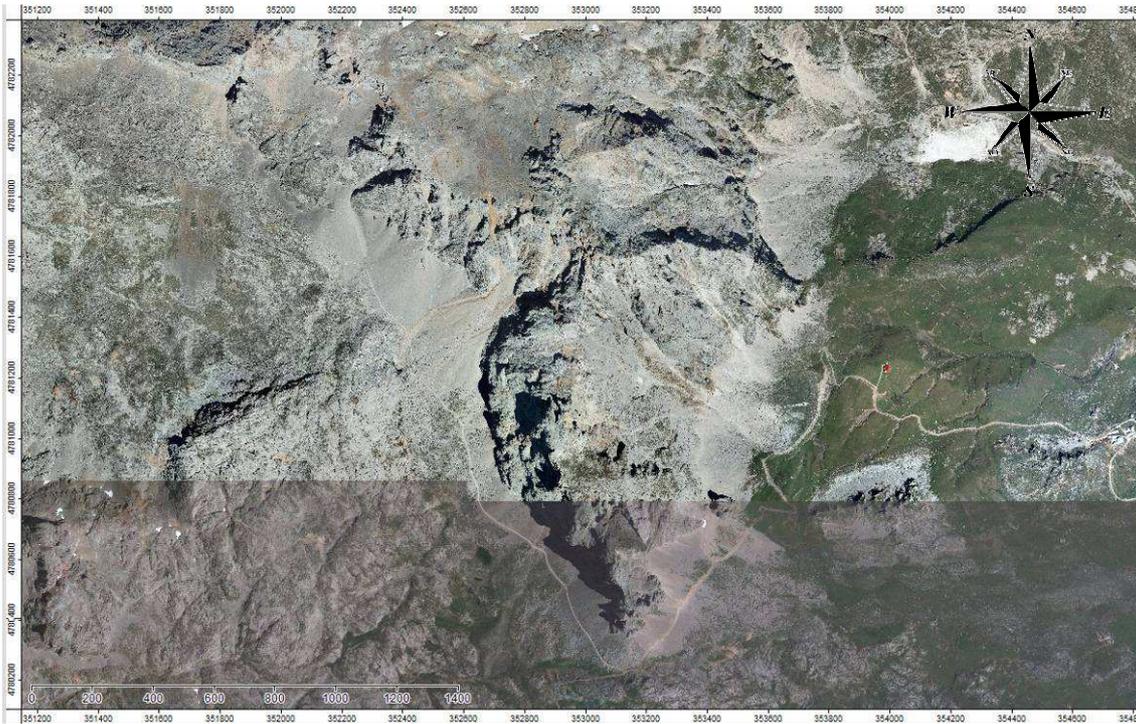
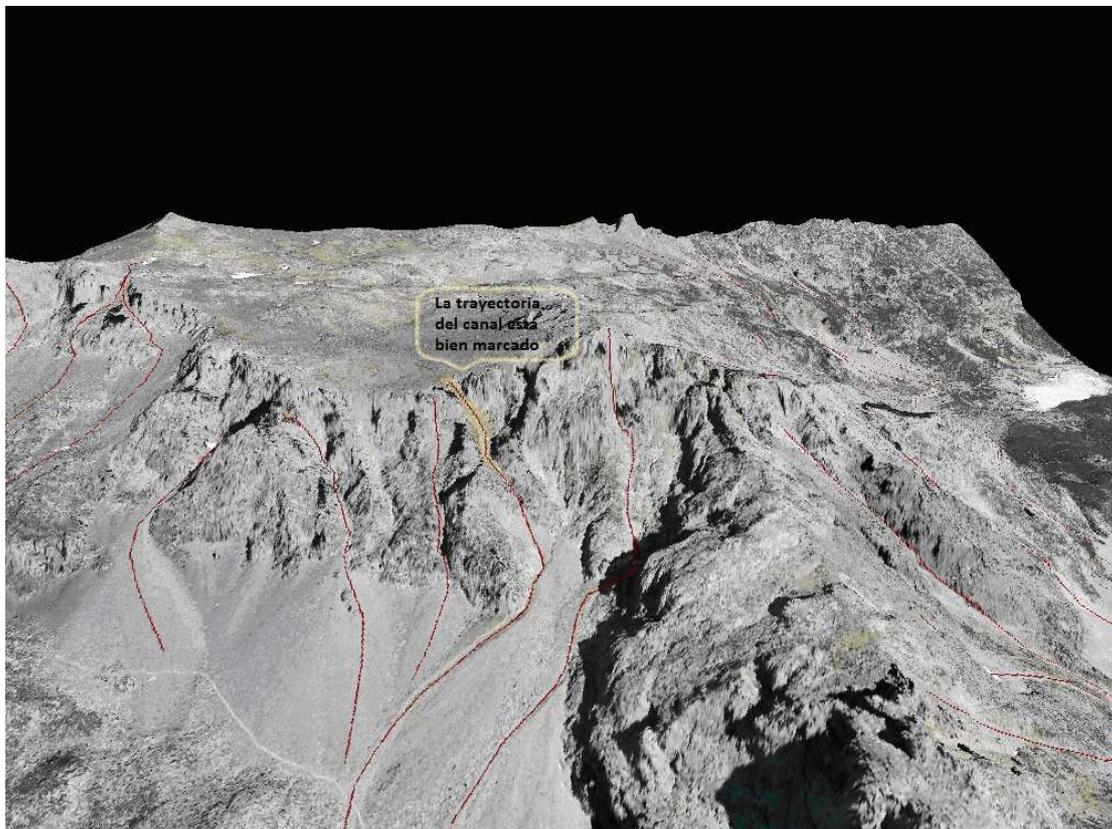


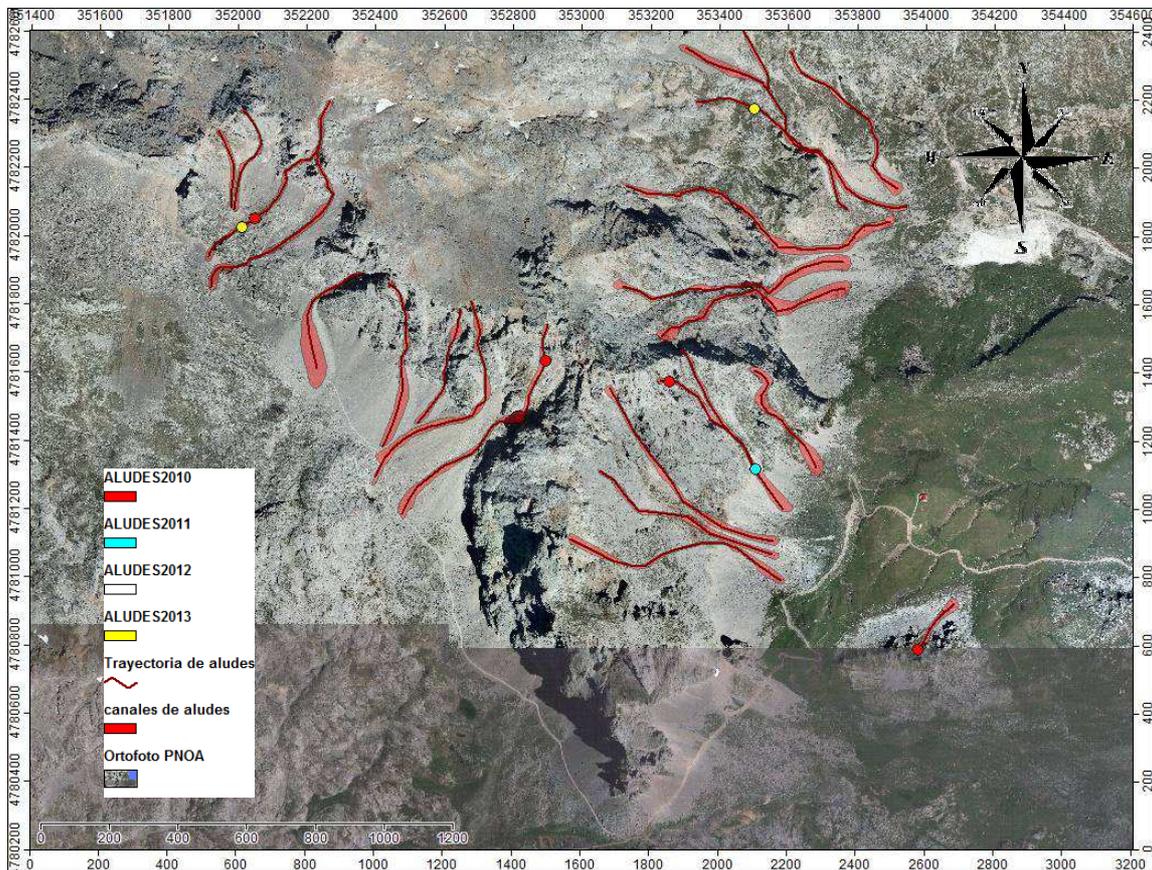
Imagen obtenida del PNOA hoja 56&81 unidas 2010 (Elaboración propia)

Las laderas de Peña Vieja tienen por un lado orientación este, hacia el Valle del Duje y por otro lado orientación suroeste hacia una sobre excavación glaciar. Gracias a esta imagen y a la utilización de IBERPIX (visor de datos georeferenciados del IGN y Google earth se trazan los canales de aludes.



Vista 3D de la ortofoto con trazado de canales de alud (Elaboración propia)

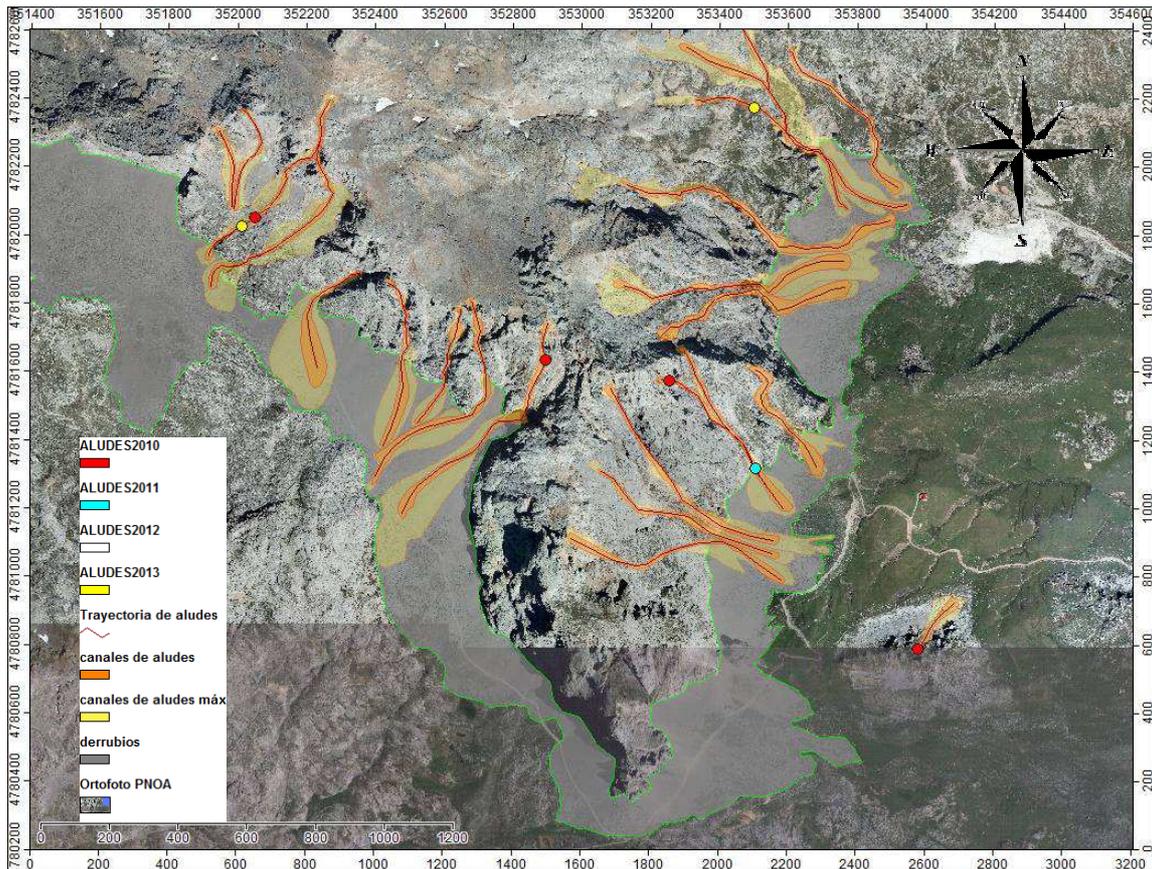
La cubierta forestal es uno de los criterios más importantes para la delimitación de zonas probables de aludes. Los bosques cerrados son áreas poco proclives al desencadenamiento de aludes, pero en el caso de Peña Vieja como se puede observar en la ortofoto sucede lo contrario, la cubierta forestal es casi nula, tratándose de un terreno calizo rocoso.



Ortofoto trayectoria de aludes y canal asociado en Peña Vieja (elaboración propia)

En la imagen se puede apreciar la existencia de canales de aludes en las dos caras del macizo de Peña Vieja, unos con avistamientos del 2010 al 2014 y otros sin avistamiento, pero que nos muestran sobre el terreno las huellas de su paso y por ello también deben ser estudiados.

Añadimos los canales de alud máximos, que corresponde a la amplitud máxima que pueden alcanzar los canales. También es útil la apreciación de los derrubios ocasionados por los aludes. La representación de la ortofoto es la siguiente:



Ortofoto trayectoria canales y derrubios de aludes en Peña Vieja(Elaboración propia)

(PROBLEMATICA ENCONTRADA: la ortofoto está creada a partir de varias fotografías de zonas más pequeñas, que más tarde se interpolan para obtener una visión de conjunto. Por ello encontramos diferencias en la luminosidad, se puede apreciar que la parte inferior del mapa que he creado haciendo un mosaico es más oscura y con menos nitidez.)

ANÁLISIS DEL TERRENO

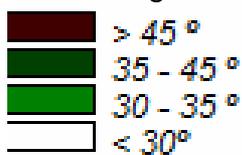
Una vez definida el área de estudio con la creación de un mapa de canales de aludes y con el conocimiento adquirido de la zona nos disponemos a analizar las variables que desencadenan los aludes utilizando para ello el programa SAGA GIS

Las variables a analizar son:

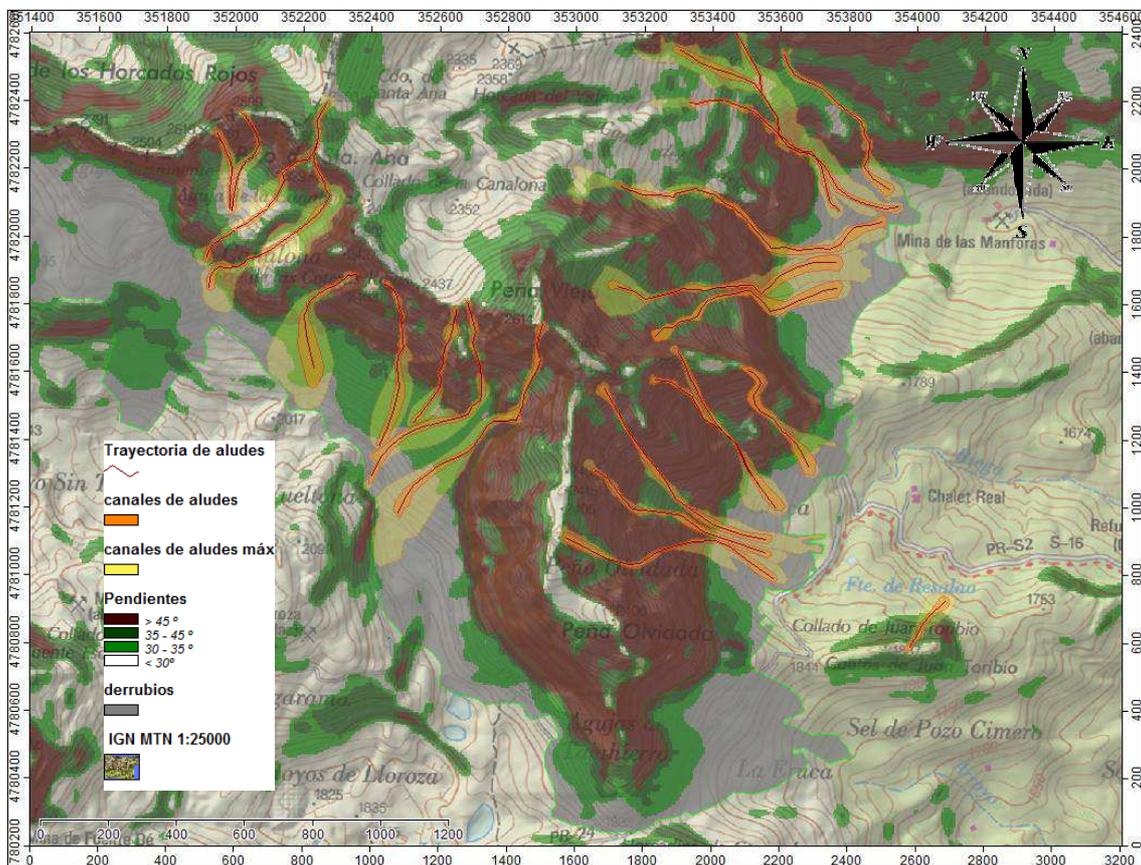
- Pendientes
- Orientación
- Insolación
- posición topográfica
- Convexidad-concavidad

Pendientes

Calculamos el mapa de pendientes de la zona de Peña Vieja a través del modelo digital del terreno y lo reclassificamos en:



En las pendientes inferiores a 30° la ocurrencia de aludes es baja, así que nos centramos en analizar si tiene coherencia el trazado de canales de aludes con las pendientes de los mismos (primero de una manera visual subjetiva y más tarde con un análisis estadístico objetivo)



Mapa de pendientes & trayectoria de aludes (Elaboración propia)

Una vez analizado visualmente tendremos en cuenta la bibliografía estudiada que nos dice que los aludes en la zona de Peña vieja al igual que en el resto de Picos de Europa se originan en zonas que oscilan entre los 25° y los 45°. Por debajo de 25° el manto de nieve permanece estático a no ser que se produzcan situaciones atmosféricas inusuales que den lugar a nevadas extraordinarias. En cambio por encima de 45° se dan casos de aludes, dependiendo del tipo de alud. Los aludes de nieve reciente son más frecuentes en zonas superiores a 45°, los de placa y fusión nos menos habituales, pero también se pueden dar. Por lo tanto como acotación de la zona probable de aludes se propone la zona comprendida entre 25° y 50° que vemos reflejado en el mapa final.

Orientación

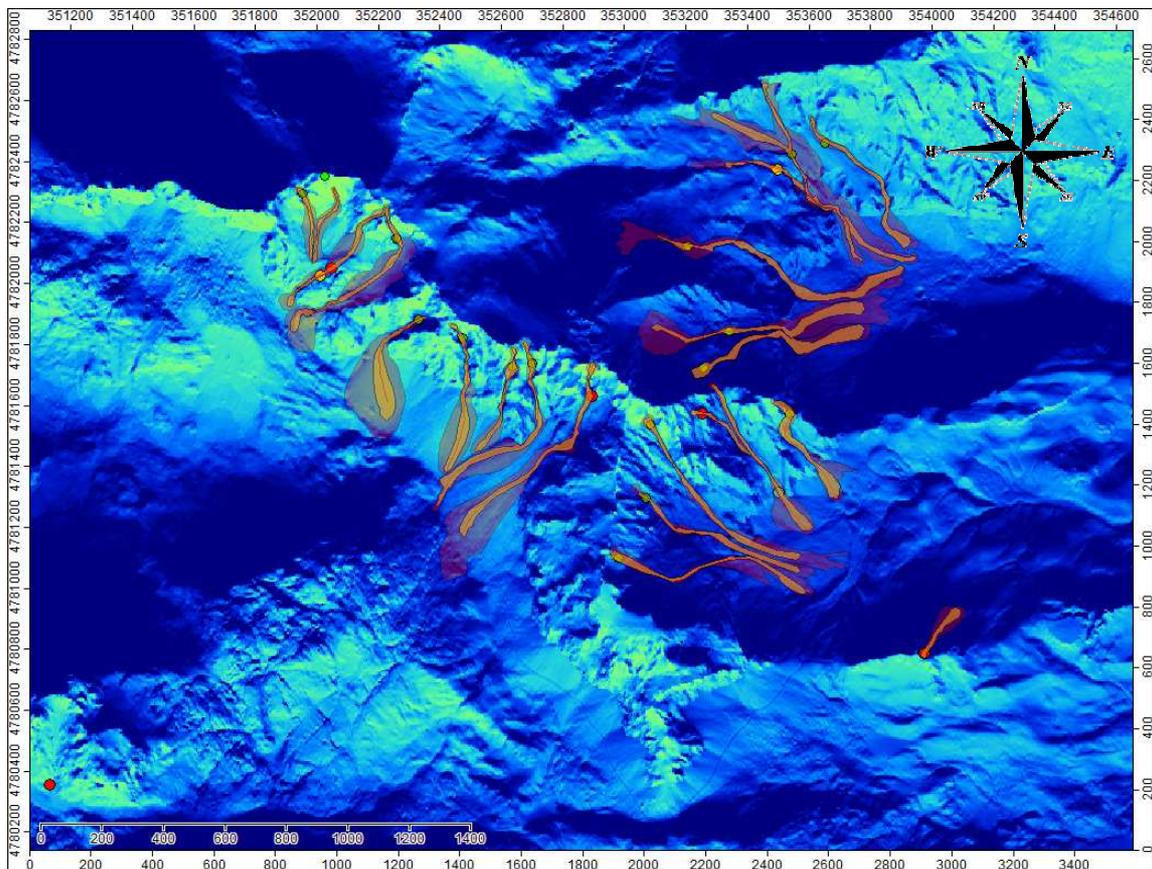
Esta variable, más que determinar el desencadenamiento de aludes, condiciona el tipo de alud que se produce. En nuestro caso, la experiencia de AEMET en su trabajo de campo nos dice que la orientación idónea para el

desencadenamiento de aludes en Peña Vieja es la orientación Este. Por lo tanto tiene un peso mayor dicha orientación en la reclasificación final.

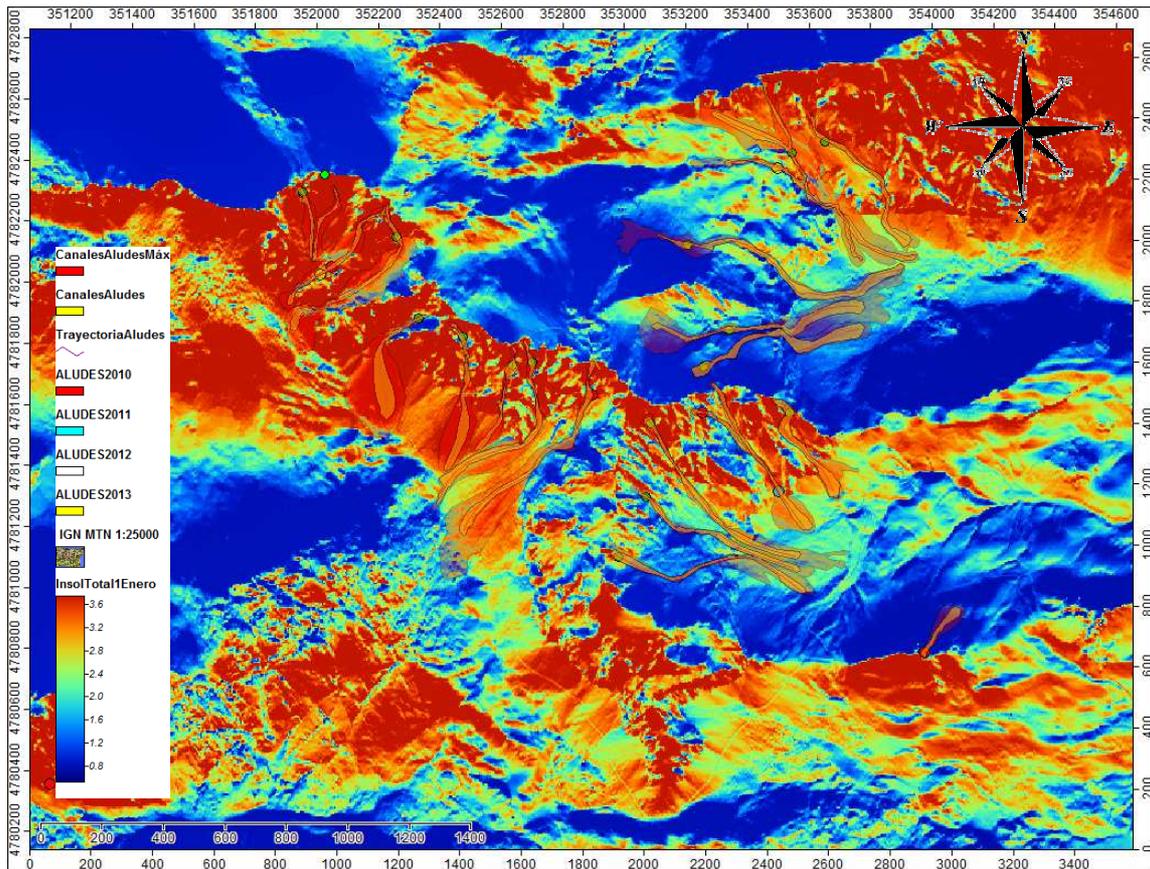
Insolación

Para hacer el cálculo de la insolación partimos también del MDT, para que el ordenador pueda ejecutar el proceso lo simplificamos haciendo una media entre la insolación recibida el 1 de Enero y la del 20 de marzo, que corresponden a la mayor diferencia de insolación posible referida a la ocurrencia de aludes.

Para poder ver la diferencia expongo el mapa de insolación del 1 de Enero y del 20 de marzo:

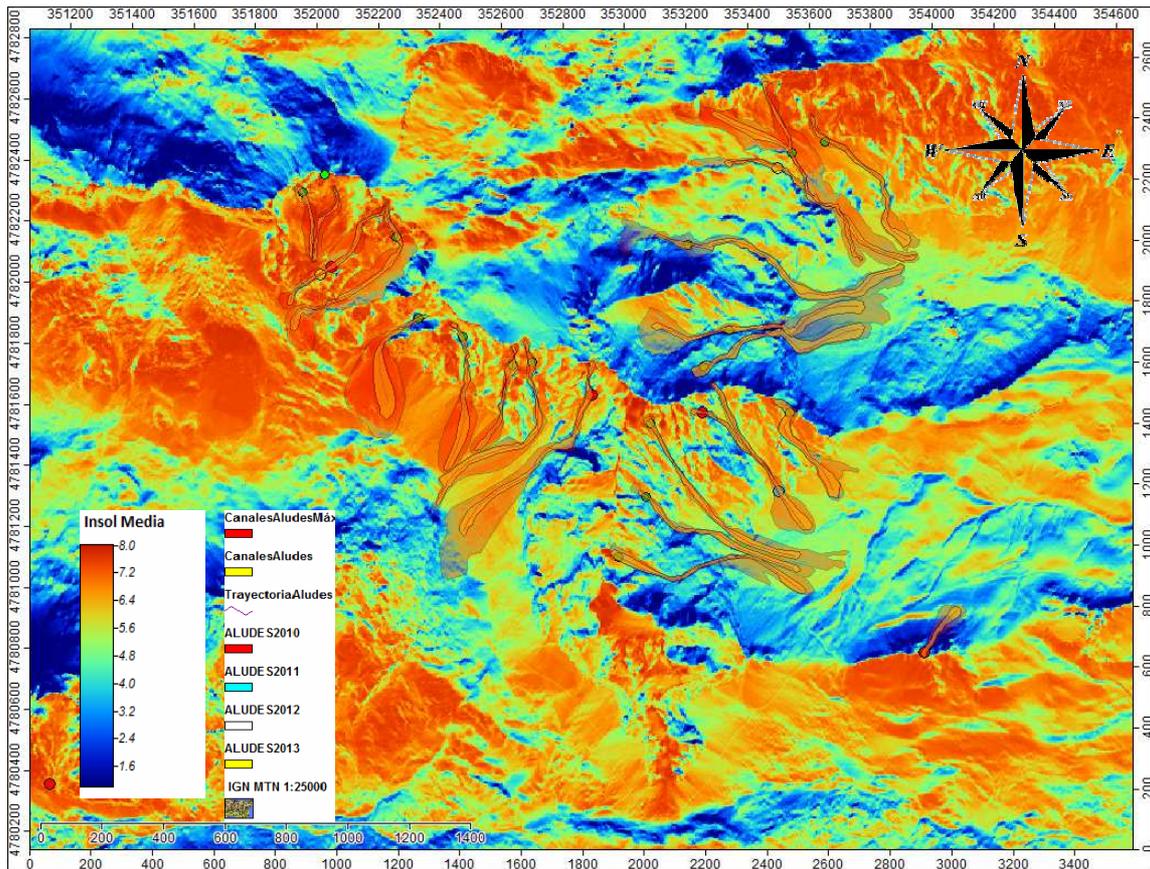


Mapa insolación 1 Enero (Elaboración propia)



Mapa insolución 20 Marzo (Elaboración propia)

Al unir los dos mapas de insolución obtenemos el mapa de insolución media total, ya que hemos tenido en cuenta la insolución directa y la difusa sumadas previamente.



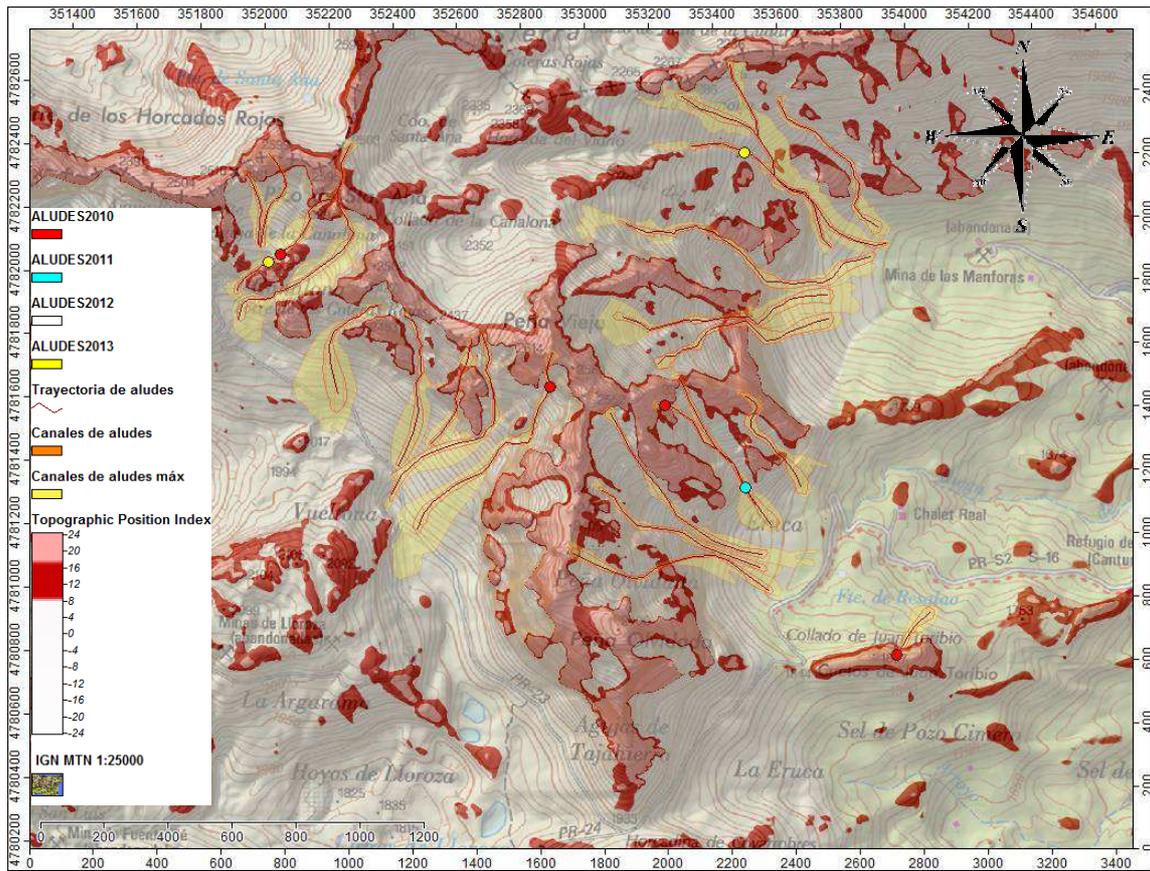
Mapa insolución media (Elaboración propia)

Este mapa será tenido en cuenta junto con las otras variables en la representación del mapa final.

Posición topográfica

Un aspecto importante es la visualización de la zona de inicio de desencadenamiento de aludes. En la librería Terrain Analysis Morphometry de Saga está disponible el módulo TPI Based Landform Classification – Clasificación del terreno basada en el índice Topographic Position Index- Morphometry dispone de un comando en SAGA que nos permite calcular la posición respecto a las posiciones que le rodean, superponiendo una rejilla de cuadrículas al modelo digital del terreno ..

Con el uso del TPI podemos estudiar la probabilidad de ocurrencia de aludes junto con las demás variables, ya que las complementa.



Mapa de posición topográfica Peña Vieja (Elaboración propia)

Convexidad-concavidad

El análisis de la convexidad-concavidad del terreno en un principio nos pareció muy útil, por ello realizamos un mapa de Peña Vieja con dicha condición, pero no pudo ser tenido en cuenta ya que no servía para acotar las zonas de riesgo de ocurrencia de aludes.

DISCUSIÓN DE MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN DEL RIESGO

La cartografía de aludes responde a una necesidad de predecir espacialmente este fenómeno para realizar una correcta ordenación del territorio y gestionar el riesgo de aludes que representa no sólo en esquiadores y alpinistas, sino también en senderistas y poblaciones cercanas al suceso

Los mapas de riesgo dan respuesta a la fórmula:

$$\text{RIESGO} = \text{Peligrosidad} \times \text{Vulnerabilidad} \times \text{Exposición}$$

Se define riesgo, como la proximidad o probabilidad de daño potencial. El peligro es la probabilidad y viabilidad de que ocurra un suceso, en este caso un alud. La vulnerabilidad es el grado de resistencia del medio natural y de los

seres vivos que conforman un determinado ecosistema, ante la presencia de la variabilidad meteorológica, en este caso la nieve.

En nuestro estudio nos situamos ante el parámetro de peligrosidad, que es el que vamos a estimar a partir de los mapas y el algoritmo booleano.

Existen diferentes escalas de peligro de aludes según las variables que utilizan. En nuestra discusión nos centramos en:

- La escala de riesgo de aludes europea:

Nivel de peligro	Icono	Estabilidad del manto nivoso	Probabilidad de desencadenamiento de aludes
5. MUY FUERTE		El manto nivoso es, en general, muy inestable.	Son esperables numerosos aludes grandes, en algunos casos muy grandes, desencadenados espontáneamente, incluso en laderas sólo moderadamente inclinadas.
4. FUERTE		El manto nivoso está débilmente estabilizado en la mayoría de laderas empinadas.	Es probable el desencadenamiento de aludes, incluso debido a sobrecargas débiles**, en muchas laderas empinadas*. En algunos casos, son esperables numerosos aludes de tamaño medio, y frecuentemente grande, desencadenados espontáneamente.
3. NOTABLE		El manto nivoso está entre moderada y débilmente estabilizado en numerosas laderas empinadas*.	Es posible el desencadenamiento de aludes, incluso debido a sobrecargas débiles**, especialmente en las laderas empinadas* cuyas características se describen en el boletín. En algunos casos, son posibles aludes de dimensiones medias y a veces grandes, desencadenados espontáneamente.
2. LIMITADO		El manto nivoso está en algunas laderas empinadas solo moderadamente estabilizado*; en el resto, está, en general, bien estabilizado.	Es posible el desencadenamiento de aludes, sobre todo por sobrecargas fuertes, especialmente en aquellas laderas empinadas* cuyas características se describen en el boletín. No se esperan aludes grandes desencadenados espontáneamente.
1. DÉBIL		El manto nivoso está, en general, bien estabilizado.	En general, sólo es posible desencadenar aludes en laderas muy inclinadas o en terreno especialmente desfavorable* y a causa de sobrecargas fuertes**. Espontáneamente sólo pueden desencadenarse purgas (coladas) o aludes pequeños.

- El método simple de Werner Munter(Llamado método 3x3):

La probabilidad de avalancha ocurre cuando se combinan tres factores, las condiciones (del manto de nieve y el clima), el terreno y el factor humano. La continua evaluación de estos tres factores debe hacerse en tres niveles diferentes que denominaremos “filtros” (1, 2, y 3). (Niveles de sucesión espacial y temporal)Por lo que tendremos:

filtro 1 a nivel “general” es en casa cuando planificamos con información “regional”.

filtro 2 a nivel “local” es cuando comenzamos a aproximarnos y nos encontramos mas “localizados”.

filtro 3 a nivel “zonal” cuando nos encontramos frente a la pendiente particular que nos interesa transitar, en donde analizamos el terreno y elegimos nuestro itinerario, considerando los riesgos, y adoptando las conductas de prevención pertinentes.

El término 3x3 se refiere a la observación de los tres factores (condiciones nivometeorológicas, terreno, y factor humano) filtradas a nivel “regional”, “local”, y “puntual”.

En cada nivel de análisis, debemos responder la pregunta "frente a estas diferentes variables, ¿puedo ir o no?". Si uno responde de manera positiva, nos movemos al siguiente nivel.

3x3 Avalanche Assessment Process & Reduction Method
 Warner Mürter Institut für Schnee und Lawinenforschung, Davos, Switzerland

3x3 Assessment Process

3 x 3 Assessment Table and Reduction Method are to be used together to obtain acceptable avalanche risk. Do not use this system without a thorough knowledge of avalanches. This system is designed and intended for use inside Europe.

3 Criteria/ 3 Filters	Snow/Weather	Terrain	People	
Regional: Tour Planning Including Alternatives (at home)	Avalanche report, weather forecast, information from locals, etc.	Use 1:25,000 map, guidebooks, photos, own knowledge	Who's coming? Skill level? Knowledge of group? Who's responsible?	Researchable information & Expectations
Assessment →				
Local: Visible Area & Route Selection (in the area, as far as your eye can see)	General snow conditions, wind direction and loading New snow amounts, oddities, visibility, temperature How many and when made?	Check info previously received (relief, slope angle, steepness, ski tracks, etc.) Are there existing ski tracks?	Who's in my group? Equipment and transceivers with? Time plan for tour? Itinerary left with someone? How many groups are around group?	Personal Observations on-site before setting out. Continuous reassessment en route.
Evaluation →				
Zonal: Exact Location of Questionable Slope (every single slope as you set your track)	Check new snow amounts, visibility, solar radiation Assess possible slab potential What's keeping the snow together? Snowpack structure is characterized by its irregularity.	What's above and below me? Steepest part of slope? Near the ridge? Any wind pockets? Relief? Aspect?	How often has slope been skied? Communication? Tiredness? Discipline? Technique? Distance between each other? How wide a track? Spacing? Corridor? Single file? Safe zones? Alternate routes? Think! Important!	Last Check: Go or No Go?
Go/No Go? →				

Danger Potential Intermediate Sliding Scale
(Hazard Levels of the Avalanche Report (AR))

Reset Danger Factors on Rutschblock tests card.
IT AND DOES NOT GUARANTEE THE EFFECTIVENESS OF THE INFORMATION CONTAINED HEREIN. THE USER OF THIS GUIDE
CUMTANERINGS EQUIPMENT CO. www.brooks-range.com info@brooks-range.com

Imagen tomada de <http://www.brooks-range.com>

Para la determinación del riesgo de aludes es imprescindible por tanto un estudio minucioso de la peligrosidad del terreno, como primer factor. Es en ese punto en el que nos encontramos en éste estudio y por tanto la construcción de un mapa de peligrosidad utilizando las variables de orientación, pendiente e insolación es un principio que tiene como finalidad la determinación del riesgo.

(PROBLEMÁTICA ENCONTRADA: Los mapas de riesgo de otros países deben ser revisadas cuando se realice nuestro propio mapa, no sirven debido a las diferentes condiciones de Picos de Europa. La escala de pendientes debe ser ajustada a las condiciones peculiares de Los Picos de Europa)

REPRESENTACIÓN GRÁFICA FINAL

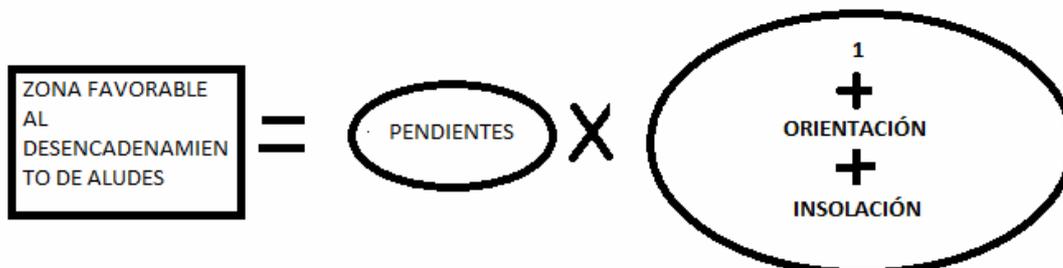
Las variables utilizadas en la elaboración de la cartografía de zonas favorables al desencadenamiento de aludes son:

VARIABLES	FACTOR DE INTENSIFICACIÓN	FACTOR DE EXCLUSIÓN
Pendientes	>25°	<25°
Orientación	40°-140°	0°-40° y 140°-360°
Insolación	<1,8 y > 4,6	1,8-4,6

Para estos criterios se tuvo en cuenta el artículo de Fernández Cañadas & Palomo Segovia (2013). En nuestro caso es para un estudio general, sin diferenciar entre los tipos de aludes.

Reclasificamos los mapas dando valor 1 al rango de valores situado en el factor de intensificación y dando valor 0 al rango de valores del factor de exclusión.

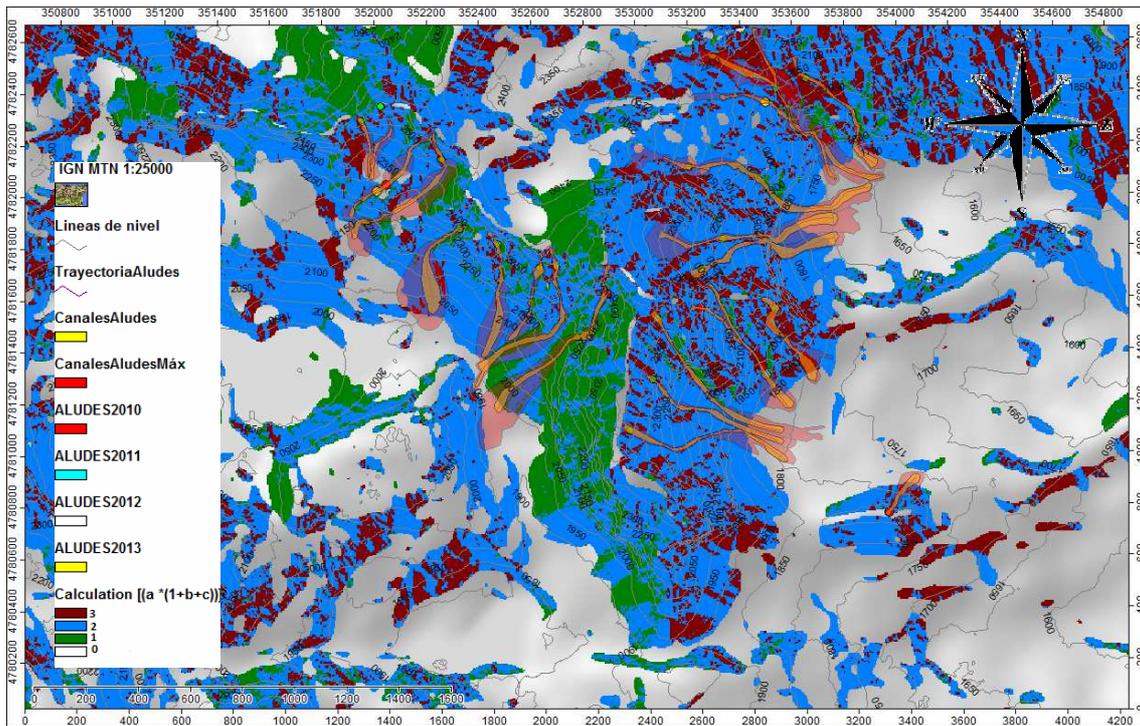
Construimos ahora un algoritmo que se ajusta a la probabilidad de ocurrencia de aludes:



Se trata de un algoritmo Booleano
Aplicamos el algoritmo $x=a*(1+b+c)$.

En este algoritmo queda claro que las pendientes juegan un papel principal en el desencadenamiento de aludes, que se ve intensificado cuando la orientación y la insolación son proclives a tal desencadenamiento.

Para la representación final superponemos también el mapa de posición topográfica y da como resultado el siguiente mapa:

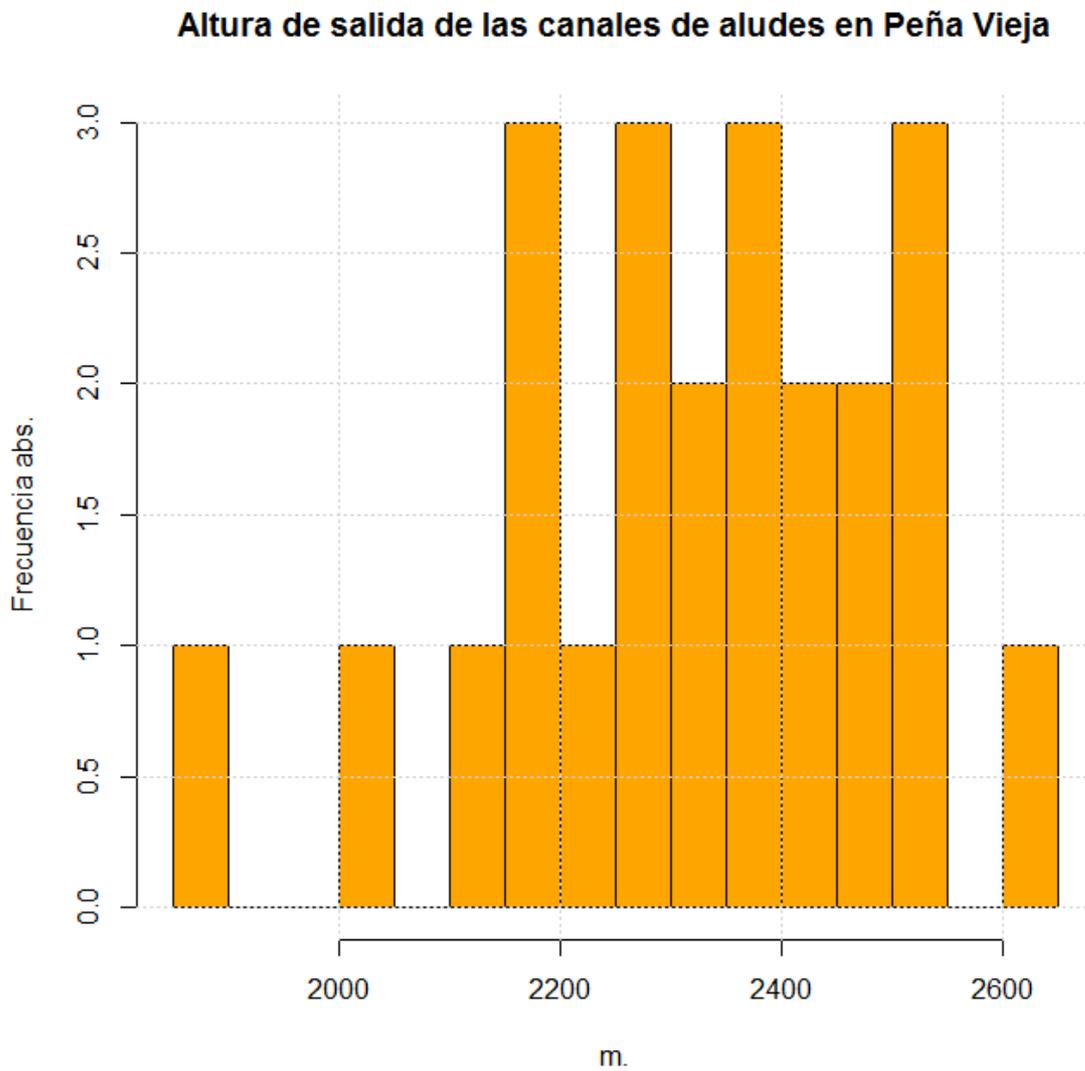


Mapa de índice de peligrosidad de aludes en Peña Vieja. Elaboración propia.

(PROBLEMÁTICA ENCONTRADA: la elección visual es muy importante .Las curvas de nivel fueron elegidas en un formato en el cual se pudiese ver lo que deseábamos representar. La transparencia de los canales de aludes mejora la visión total pero empeora la visión del canal máximo. Sin transparencia los colores se superponían y se volvían confusos.)

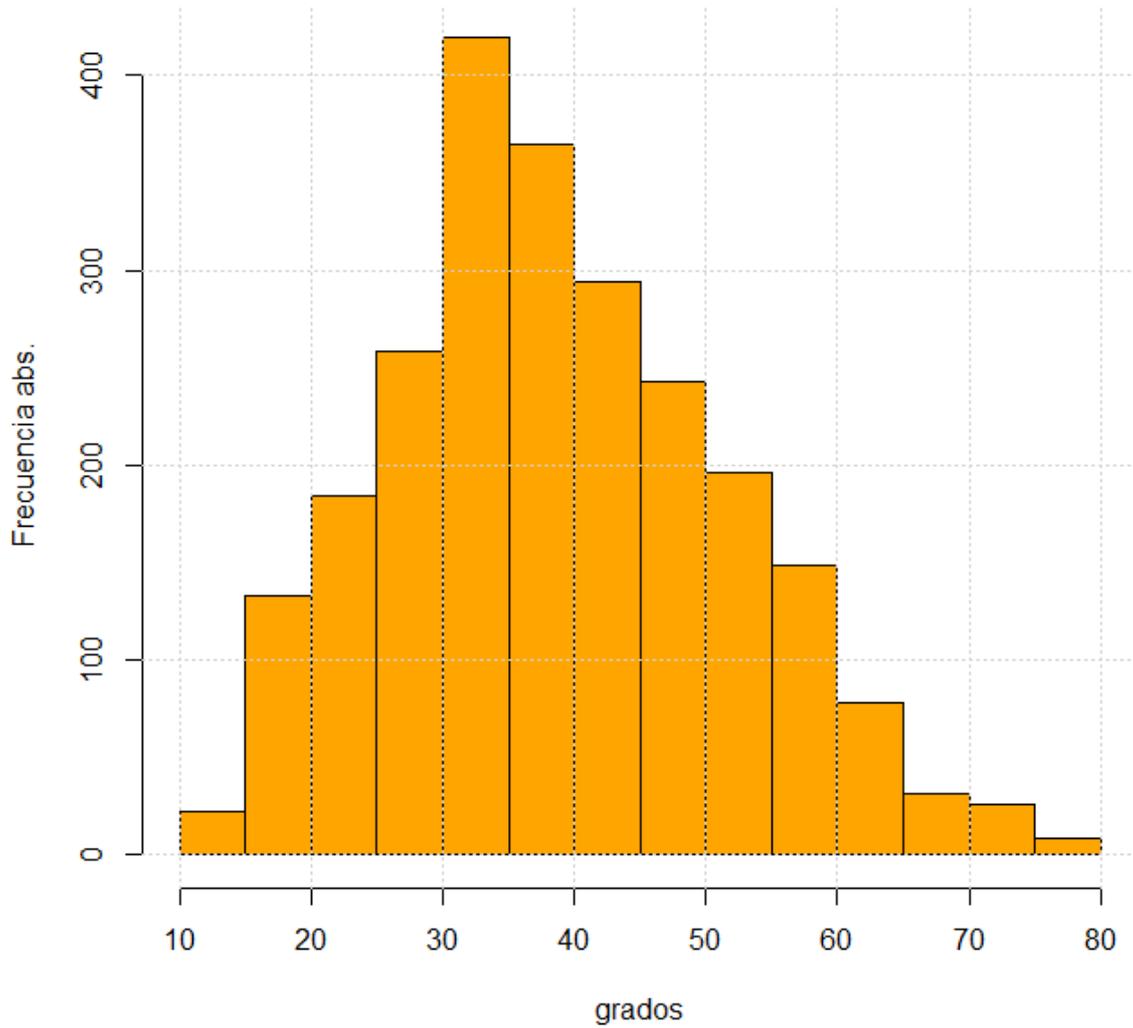
ESTUDIO CUALITATIVO DE RESULTADOS

De los mapas obtenidos, extraemos las estadísticas que voy a utilizar para analizar los resultados obtenidos.



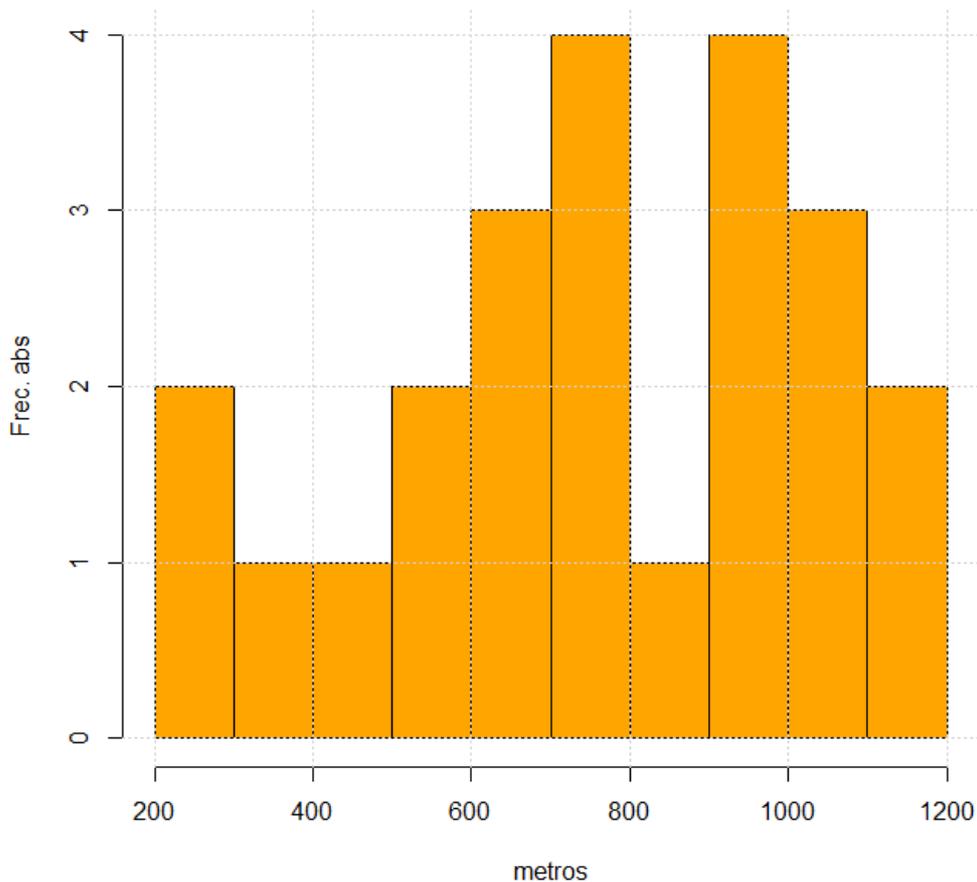
La altura de salida de aludes se sitúa por encima de los 2000m.

Distribución de la pendiente en las canales de Peña Vieja



Las pendientes de mayor probabilidad para el desencadenamiento de aludes son las comprendidas entre los 25° y los 50°. Los resultados se ajustan bastante a las valoraciones teóricas previas (entre 25 y 45°)

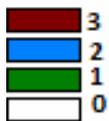
Recorrido de las canales de aludes en Peña Vieja



El recorrido de los diferentes aludes observados en la zona, es más variable, va desde los 200m hasta los 1200m, aunque podemos decir que en su mayoría recorren entre 600 y 1100m

Tras analizar estos datos estadísticos, debemos prestar atención al mapa de probabilidad de ocurrencia de aludes.

Calculation $[(a * (1+b+c))]$



Existe por tanto una peligrosidad mayor en las zonas granates, seguidas de las azules y las verdes. Por tanto existe una probabilidad mayor de desencadenamiento de aludes en la cara Este y Sur, que coincide con las trayectorias dibujadas previamente. La zona blanca se corresponde con la zona de acumulación de derrubios.

(PROBLEMATICA ENCONTRADA: 1º)Al hacer el mapa final me doy cuenta de algunos errores cometidos en el proceso de fotointerpretación del terreno, se puede comprobar que en la parte inferior izquierda, la trayectoria del alud observado esta en la orientación nordeste y debería estar en la cara sureste. La creación de mapas de este tipo son por lo tanto muy útiles para mejorar las observaciones de aludes, que en ocasiones son imprecisas.2º)A través de este estudio nos hemos dado cuenta de que las variables se pueden extrapolar a otros estudios en Picos de Europa, pero los rangos pueden variar de unos estudios a otros debiendo ajustar los valores dependiendo de la situación concreta.)

CONCLUSIÓN Y FUTUROS TRABAJOS

Después de hacer el mapa de peligro de aludes nos damos cuenta de que con un algoritmo básico podemos extraer información valiosa de cara al estudio de la ocurrencia de aludes.

De los resultados obtenidos, por ejemplo, pude corregir la trayectoria de aludes. Esto nos lleva a pensar que con un análisis más exhaustivo (analizando los diferentes tipos de aludes) y con un ajuste más preciso de las pendientes y orientaciones o incluso utilizando otros parámetros como la concavidad-convexidad del terreno, la humedad y un sinfín de oportunidades que nos brinda el uso de un SIG tan amplio como SAGA, podríamos mejorar el estudio de peligrosidad y seguir con el estudio de la vulnerabilidad y la exposición para llegar a nuestra meta, que es el análisis del riesgo de aludes.

Los futuros trabajos, por tanto, deben estar encaminados a mejorar éste y a ampliar la información a través de las encuestas a la población afectada, a expertos y a trabajadores de la zona y al trabajo de campo, que por las condiciones climatológicas me fue imposible realizar, (este verano haré una inspección a la zona de estudio sobre la que trabajé para ver si puedo aportar alguna corrección al trabajo, para ello me acompañara personal de AEMET interesado)

Una vez que todo esté resuelto, el estudio servirá para ampliarlo a otras zonas de Picos de Europa, analizando, como no, las características propias del lugar, ya que como dije en la memoria, se trata de un terreno de grandes contrastes y que cuenta con diversidad de microclimas.

En definitiva, éste es el comienzo de un gran avance en temas nivales, ya que en España y en concreto en Picos de Europa no hay muchos estudios al respecto.

VALORACIÓN DEL PROYECTO

Para realizar este proyecto lo primero que hice fue filtrar todos los datos que teníamos de las observaciones de aludes. En el momento que me puse a hacerlo me di cuenta de que las observaciones tenían datos insuficientes para asegurarles un lugar georreferenciado en el mapa. Se debería hacer hincapié en mejorar ésta recogida de datos, porque es una parte fundamental para la buena realización de la cartografía. Esta parte del proyecto lleva muchas horas y la objetividad con que se hace se ve en entredicho porque los voluntarios que recogen los datos son personas muy mayores con escasa o nula formación.

Una vez superado este obstáculo, para lo que hace falta trabajo de campo (yo no tuve tiempo así que me basé en la experiencia del personal de AEMET que sí tiene un buen conocimiento de la zona) y la realización de encuestas en la zona, me dispuse a realizar la cartografía.

La cartografía con SIG tiene un gran abanico de posibilidades y con los datos obtenidos podemos hacer innumerables estudios del terreno (vegetación, hidrología, erosión...). Esta es la parte que responde a la utilidad del proyecto. Nos abre las puertas a futuros estudios una vez que tenemos unas bases de datos óptimas, que se irán actualizando año tras año.

En el caso del estudio de ocurrencia de aludes en el macizo de Peña Vieja, el proyecto nos ha sido muy útil para sacar la información de la altura de salida de aludes, del recorrido y de las pendientes en las que se producen las avalanchas.

El estudio ha quedado abierto, ya que la finalidad será construir un mapa de riesgo, para lo que se necesita más tiempo y personal contratado por la Agencia.

VALORACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

En esta oportunidad que AEMET me ha dado he aprendido que el trabajo en equipo es fundamental en una agencia estatal. Que los errores humanos existen y deben ser solventados a base de minuciosidad y paciencia, porque proyectos como éste requieren tiempo.

He aprendido mucho sobre nivología, sobre Picos de Europa y sobre el uso de SAGA GIS que considero me será muy útil en mi proyección profesional.

Me hubiese gustado añadir al estudio la fase de encuestas y trabajo de campo, pero debido al número limitado de horas y a la meteorología no me ha sido posible.

En resumen, en la realización de éstas prácticas he tenido libertad y apoyo al mismo tiempo no sólo de mi tutor Juan José Rodríguez Velasco sino también de Emiliano Guillen (trabajador becado de AEMET).

Mi única valoración negativa la atribuyo a la falta de continuidad de iniciativas como ésta, que podrían dar trabajo a ambientólogos jóvenes que sufren la crisis actual y que han sido apartados del mundo laboral.

BIBLIOGRAFÍA

Documentación de cursos y jornadas de formación internas AEMET:

AEMET Cantabria "Observación nivológica e interpretación de los test de estabilidad en Picos De Europa "(26-3-2014)

AEMET "Estabilidad-inestabilidad del manto nivoso "Cataluña (2010)

AEMET"Aproximación a la nivología de Picos de Europa "Cantabria(2013)

Artículos:

Fernández Cañadas. J, Palomo Segovia. M "Los aludes de nieve en el macizo de Peña Lara " (2013)

Gonzalez Trueba. J.J Mapa topográfico (2007)

Gonzalez Trueba J.J .Serrano Cañadas "La nieve en los Picos de Europa implicaciones geomorfológicas y ambientales " Universidad de la Rioja.(2010)

G.Guyomarch "Los aludes" MeteoFrance AEMET(1996)

Maestro Cano, I.C. "Mapa de riesgo de avalanchas en el Pirineo aragonés usando SIG" . 4th Internacional Cartographic Association (ICA) Workshop on Mountain Cartography. Beijing (2004)

Odriozola J.A Mapa topográfico excursionista (1991)

Tremper, B. "The mountaineers" .Staying alive in avalanche terrain.2nd Edition.Seattle,WA.(2008)

Vada Manzanal J.A. "Estimación del riesgo de aludes en Vega de Urriellu " (2011)

Vada Manzanal J.A. "Análisis del alud 8-5-2012 en los llanos del torno " (2012)

Manuales:

SAGA. Manual. (Proporcionado por AEMET Cantabria) Disponible en <http://www.saga-gis.org/en/index.html>

Sextante. Manual. (Proporcionado por AEMET Cantabria).Disponible en <http://www.sextantegis.com/>

Referencias electrónicas:

AEMET Agencia Estatal de Meteorología <http://www.aemet.es>
Web pública del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente que ofrece la previsión del tiempo, noticias y alertas meteorológicas. Último acceso 14/06/2014

Google earth- explorador de la empresa Google <http://www.google earth.es>
Web privada de consulta de mapas imagenes de satélite y 3D. Última consulta 13/05/2014

Gv SIG- Geovisor de SIG <http://www.gvsig.org>
Web de asociación sin ánimo de lucro que sirve para implantar y desarrollar proyectos de SIG. Último acceso 13/04/2014

Instituto geográfico Nacional- Centro Nacional de información geográfica <http://www.ign.es>
Web pública del Ministerio de Fomento. Ofrece la consulta y visualización de mapas. Último acceso 14/04/2014.

Instituto geográfico Nacional- Centro Nacional de información geográfica <http://www.ign.es/iberpix2/visor/>
Web pública del Ministerio de Fomento. Ofrece la consulta y visualización de ortofotos. Último acceso 20/03/2014.

Parques Nacionales- http://www.magrama.gob.es/red_parques_nacionales
Web pública del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente del seguimiento, evaluación y recogida de información de los Parques Nacionales. Último acceso 01/06/2014

Parque Nacional Picos de Europa-Entorno, deporte, Turismo, servicios, Paisajes. <http://www.picoseuropa.es>
Web privada independiente que recopila fotos del Parque Nacional de los Picos de Europa y noticias. Último acceso: 08/06/2014

Parque Nacional Picos de Europa-Montaña, Fotos, Rutas, Turismo, Naturaleza, Paisajes. <http://www.picoseuropa.net>
Web privada independiente que recopila rutas y fotos del Parque Nacional de los Picos de Europa. Último acceso: 08/06/2014

System for Automated Geoscientific Analyses http://www.saga_gis.org
Web de sociedad sin ánimo de lucro de SIG. Último acceso 13/05/2014
Avalanche mapping. <http://avalanchemapping.org>

Web de la empresa de SIG Avalanche mapping (Boulder, Colorado, EE.UU.), especializada en la elaboración de atlas de avalanchas. Último acceso :08/06/2014