



# **Análisis y cartografía de la dinámica erosiva en la Montaña Media Cantábrica: El valle medio del Besaya (Hoja MTN 83-I)**

(Analysis and Mapping of the erosive dynamic in the Cantabrian medium high  
altitude mountains: The medium valley of Besaya  
(Topographic sheet MTN 83-I))

Trabajo de Fin de Grado

**Grado en Geografía y Ordenación del Territorio**  
(Degree in Geography and Land Planning)

Autor: Daniel Ortiz Pardina

Director: Manuel Frochoso Sánchez

Febrero curso 2013-2014

## ÍNDICE

0. RESUMEN .....	2
0.1. RESUMEN .....	2
0.2. ABSTRACT .....	2
1. INTRODUCCIÓN .....	3
1.1. OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN .....	3
1.2. ANTECEDENTES .....	4
1.2.1. Inicios de la cartografía geomorfológica moderna en España.....	4
1.2.2. Paisaje y estudio geomorfológico.....	5
1.3. METODOLOGÍA.....	6
2. GEOMORFOLOGÍA Y DINÁMICA EROSIVA DE LA MONTAÑA MEDIA CANTÁBRICA .....	12
2.1. LOS FACTORES DETERMINANTES DE LA DINÁMICA EROSIVA .....	12
2.1.1. Relieve .....	12
2.1.2. Litoestructuras .....	22
2.1.3. Climatología .....	29
2.1.4. Red hidrográfica .....	34
2.2. UNIDADES MORFOESTRUCTURALES .....	38
2.2.1. Llanas del Besaya .....	38
2.2.2. Hoces Silíceas del Besaya .....	39
2.2.3. Montaña Media Calcárea Besaya-Argonza .....	40
2.2.4. Montaña Media Silícea de Bárcena Mayor .....	40
2.2.5. Valle Calcáreo de los Llares.....	41
2.3. FORMAS DE RELIEVE.....	43
2.3.1. Formas de relieve de disección y vertientes .....	43
2.3.2. Formas de relieve de fondo de valle: cauces y acumulación aluvial.....	47
2.4. DINÁMICA EROSIVA .....	49
2.4.1. Tipología de dinámica erosiva.....	49
2.4.2. Dinámica Erosiva entre los años 1953 y 2007. Muestreos.....	50
3. CONCLUSIONES.....	59
4. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES.....	61
5. ÍNDICE DE FIGURAS .....	65
6. ANEXOS .....	66

## 0. RESUMEN

### 0.1. RESUMEN

Este trabajo pretende hacer un estudio geomorfológico y su plasmación cartográfica de la montaña media cantábrica con el fin de identificar las unidades geomorfológicas de las que se compone. Además se realizará una clasificación de las diferentes formas del relieve y una comparación de su dinámica erosiva entre los años 1953 y 2007.

El proyecto se fundamentara en tres pilares básicos, la fotointerpretación, el trabajo de campo y la cartografía. Este trabajo permite ser un estudio de avance hacia un futuro trabajo que sirva de utilidad en la identificación y cartografía de las unidades del paisaje en la montaña media cantábrica.

**Palabras clave:** *estudio geomorfológico, cartografía, unidades geomorfológicas, dinámica erosiva, montaña media cantábrica*

### 0.2. ABSTRACT

This work aims to do a geomorphological study and cartographic representation of the Cantabrian medium high altitude mountains in order to identify geomorphological units that compose. Also it aims to make an identification of the different landforms and comparing their erosive dynamics between 1953 and 2007.

The project will be based on three pillars, photointerpretation, fieldwork and mapping. This work can be an initiation toward a future job that will serve useful in the identification and mapping of landscape units of the Cantabrian medium high altitude mountains.

**Key words:** *geomorphological study, mapping, geomorphological units, erosive dynamics, Cantabrian medium high altitude mountains,*

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN

El siguiente proyecto tiene como objetivo el análisis geomorfológico y su expresión cartográfica de las características de la montaña cantábrica. Se pretende que el trabajo sea un estudio de avance y una aportación previa hacia otro más sistemático y detallado que desarrolle la cartografía de los elementos naturales de los paisajes, centrándose en la montaña media cantábrica.

Se ha considerado, además, como expresión de que los elementos naturales son cambiantes a lo largo del tiempo la dinámica de las formas de erosión más representativas de estos ámbitos de montaña. De esta manera hemos profundizado en ellas para proporcionar, una visión del comportamiento general de los procesos en el último medio siglo.

Este trabajo forma parte del estudio geográfico, situado en el espacio de interferencia entre la Naturaleza y la Sociedad, pero hemos adoptado cierto sesgo hacia el estudio del medio físico, especialmente volcado hacia los elementos geomorfológicos sin olvidar algunos aspectos climato-hidrológicos.

El proyecto está fundamentado en tres elementos básicos para el estudio geográfico, la fotointerpretación, el trabajo de campo y la cartografía, mediante los Sistemas de Información Geográfica (SIG), pilares básicos en el oficio del geógrafo.

Dado que la finalidad de este proyecto es favorecer la elaboración de un análisis homogéneo para diversos territorios de la montaña cantábrica, escogeremos un área que cumpla unas características necesarias que sirvan de ejemplo aplicable a cualquiera de estas.

## 1.2. ANTECEDENTES

### 1.2.1. Inicios de la cartografía geomorfológica moderna en España

El estudio y el desarrollo de cartografía geomorfológica moderna nace en la mitad del siglo XX en Suiza y Polonia, donde se realizaron mapas a escala 1: 50 000. Posteriormente se incorporan Checoslovaquia, Francia, Canadá, Holanda, Estados Unidos y Australia. Los tres últimos países destacan por ser los primeros en realizar los intentos de cartografía aplicada.

Por lo general cada país tenía sus criterios para la realización de esta clase de cartografía, dando mayor representación a unos aspectos u a otros. A pesar de que existieron intentos de unificación de esta cartografía, no se consiguió nunca llegar a un acuerdo en los criterios de representación ni en la metodología por la cual desarrollarlos<sup>1</sup>.

Uno de los mayores avances en el desarrollo de la cartografía<sup>2</sup>, fue el desarrollo de la fotografía aérea, siendo documentada la primera en 1858, por el fotógrafo francés Félix Tournachon cerca de París, siendo muy importante en la segunda mitad del siglo XIX, en donde España tuvo un papel importante.

La cartografía geológica moderna en España, de la que derivará después la cartografía geomorfológica, está basada fundamentalmente en trabajos previos llevados a cabo en Francia, desarrollándose a partir de 1849 cuando se crea por Real Decreto de Isabel II, la *Comisión para formar la Carta Geológica de Madrid y General del Reino*<sup>3</sup>.

El comienzo de la Guerra Civil supuso un retroceso en el estudio de la geología en España.

Respecto a la cartografía geomorfológica, sus avances a lo largo de la segunda mitad del siglo XX se plasmaron especialmente en la cartografía francesa ampliamente tratada por **Fernand**

---

<sup>1</sup>FROCHOSO SÁNCHEZ, Manuel y SIERRA ÁLVAREZ, José. (2004). La construcción de los mapas geológicos españoles del siglo XIX: Observación, conceptualización y representación. *Ería* nº64-65, pp.221-259. ISSN: 02110563. Oviedo.

<sup>2</sup>QUIRÓS LINARES, Francisco y FERNÁNDEZ GARCÍA, Felipe. (1996). Los Orígenes de la fotografía aérea en España. El Servicio de Aerostación Militar (1896-1913). *Ería* nº41. pp. 173-188. ISSN: 02110563. Oviedo (España)

<sup>3</sup>CUSTODIO GIMENA, Emilio y HUERGA RODRIGEZ, Argimiro. (2000). *Ciento Cincuenta Años 1849-1999. Estudio e Investigación en las Ciencias de la Tierra*. Madrid: Instituto Tecnológico GeoMinero de España, Ministerio de Ciencia y Tecnología. Edit: Grafistaff s.a. Pp. 19-34.

**Joly**, que con su obra *Glossaire de géomorphologie, Base de données sémiologiques pour la cartographie*<sup>4</sup>, sintetiza el procedimiento de su elaboración.

La labor del CNRS<sup>5</sup> en el estudio y cartografía geomorfológica fue muy importante.

El IGME<sup>6</sup> comienza en 1978 el objetivo de impulsar el proyecto cartográfico más importante que ha realizado, con la obtención del *Mapa Geológico de España* con una escala 1: 50 000, denominado Plan MAGNA.

Esta labor de síntesis, y tomando como referencia a la cartografía francesa, fue realizada por **J.L. Peña Monné**, quien autor que basándose en la cartografía francesa realiza un manual explicativo acerca de los conceptos básicos para la creación de una cartografía geomorfológica<sup>7</sup>. En su obra además expone la problemática de la inexistencia de un sistema unificado en donde se defina como debe realizarse esta cartografía.

También en España, **Martín Serrano** y el equipo de cartografía geomorfológica del IGME, han elaborado tanto los criterios de representación para los mapas a escala 1:50.000 así como el mapa geomorfológico de España a escala 1:1.000.000. Ambos han supuesto una incorporación plena de nuestro país a la cartografía geomorfológica sistemática a escala media<sup>8</sup>.

### 1.2.2. Paisaje y estudio geomorfológico.

El creciente interés por el estudio y protección de las unidades paisajísticas ha llevado a la creación de diferentes manuales que recogen información acerca de cómo realizar su identificación y de las categorías en las que se compone.

---

<sup>4</sup> FERNAND JOLY (1997). *Glossaire de Géomorphologie. Base de données sémiologiques pour la cartographie*. Paris (Francia). Edit. Masson/Armand Colin

<sup>5</sup> *Centre national de la recherche scientifique* (Centro Nacional para la Investigación Científica de Francia)

<sup>6</sup> INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. IGME <http://www.igme.es/museo/historia.htm>

<sup>7</sup> PEÑA MONNÉ, José Luis. (1997). *Cartografía Geomorfológica Básica y Aplicada*. Logroño. Edit. Geoforma Ediciones)

<sup>8</sup> PÉREZ-GONZÁLEZ, Alfredo; VEGAS, Juana y MACHADO, María J. (2002)

*Aportaciones a la Geomorfología de España en el Inicio del Tercer Milenio*. Madrid Edit: B&A Ediciones para Instituto Geológico y Minero de España.

Un referente de importancia es el Atlas de los Paisajes de España<sup>9</sup>, en donde se destacan los principales tipos de paisajes, abordando todo el territorio español a gran escala y creando asociaciones de tipos de paisajes. El Atlas de los paisajes recoge al factor geomorfológico como uno de los pilares en la identificación, identificando las formas de relieve más significativas de cada conjunto paisajístico.

Posteriormente las diferentes Comunidades Autónomas desarrollaron normativas en referencia a la protección del paisaje, la Comunidad Valenciana en el 2004 y Cataluña 2005. Posteriormente se comenzaron a desarrollar en las demás Comunidades Autónomas<sup>10</sup>.

En relación con estas leyes y normativas se han creado organismos e instituciones que han ido elaborando metodologías de observación y de análisis de los paisajes, como el Observatori del Paisatge de Catalunya, donde el geomorfológico ocupa un lugar importante.

### 1.3. METODOLOGÍA

Para el cumplimiento del objetivo marcado, en primer lugar debemos delimitar las diferentes fases en las que se basará de trabajo. En este caso se partirá de tres bases o fases por las que conseguir dicho objetivo, que considero fundamentales en este trabajo:

1. Análisis de la cartografía básica (morfometrías). Tratamiento de dicha cartografía y extracción de síntesis de aquellos aspectos más relevantes
2. Análisis de campo
3. Análisis diacrónico de la fotografía aérea (evolución histórica).

En primer lugar es necesario concretar el área de estudio en la que aplicar este trabajo. Para ello se partirá de una delimitación arbitraria, teniendo como límite la establecida en el Mapa Topográfico Nacional (MTN), realizada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Dado que la finalidad de este proyecto es favorecer la elaboración de un análisis homogéneo para diversos territorios de la montaña cantábrica, escogeremos un área que cumpla unas características necesarias que sirvan de ejemplo aplicable a cualquiera de estas.

---

<sup>9</sup> MATA OLMO, Rafael y SANZ HERRÁIZ, Concepción. (2002). *Atlas de los Paisajes de España*. Madrid: Convenio entre la Secretaría de Estado de Aguas y Costas del Ministerio de Ambiente y la Universidad Autónoma de Madrid.

<sup>10</sup> FROLOVA, Marina (2009). La Evolución reciente de las políticas de paisaje en España y el convenio europeo del paisaje. *Proyección*, nº6. ISSN: 0478-6378. Mendoza (Argentina)

*La primera fase*, consistirá en el análisis de las características generales del ámbito de estudio, incluyendo aquellos factores que influyen o caracterizan a las formas del relieve y la dinámica erosiva, en donde profundizaré, primero, en las características de altitud, orientación de las vertientes y la pendiente de las mismas. En segundo lugar, se analizarán las litoestructuras, diferenciando la naturaleza y la resistencia de los materiales, además de las principales estructuras que afectan a los materiales.

Finalmente, se realizara un análisis de la red hidrográfica y la climatología, factores importantes a la hora de explicar la configuración de los paisajes cantábricos ya que constituyen algunos de los agentes más característicos de los procesos de erosión en la montaña cantábrica.

El anterior análisis, vendrá ligado a uno cartográfico, con el fin de conseguir una localización de los diferentes elementos analizados.

Las bases cartográficas utilizadas serán las disponibles en el Instituto Geográfico Nacional<sup>11</sup> y en el Instituto Geográfico y Minero Español<sup>12</sup>.

Esta primera fase pretende realizar un método de trabajo deductivo, es decir de las características más generales del medio, a las de mayor particularidad, es decir, partiendo de los elementos y características de las montañas cantábricas, a las que realmente suceden en el área de estudio.

Tras haber centrado los aspectos que definen los factores que condicionan y caracterizan al relieve del ámbito de trabajo, podremos definir las principales unidades geomorfológicas que compone el área.

*La segunda fase* del proyecto, consiste en el análisis de la fotografía aérea. Esta fase pretende un análisis más detallado del área de estudio, mediante la utilización de la ortofotografía y la fotografía aérea.

En primer lugar realizaré un análisis de la ortofoto de 2007, la cual se presenta a una alta resolución, permitiendo una visualización más precisa. El objetivo de este análisis es conocer

---

<sup>11</sup> Centro de descargas del IGN, <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

<sup>12</sup> Descargas IGME, <http://www.igme.es/internet/cartografia/cartografia/magna50.asp>

y cartografiar las formas del relieve, además de aquellos elementos geomorfológicos que aparezcan, estableciendo las unidades geomorfológicas oportunas.

Este proceso será elaborado mediante el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Tras conocer la morfología y estructura actual del área de estudio, llevare a cabo un segundo proceso, el cual pretende desarrollar un análisis de la dinámica erosiva en el último medio siglo.

Las formas del relieve son el resultado de la dinámica erosiva, modelador de la tierra muy variada según su formación.

Para conocer la evolución de esta dinámica, es necesario realizar una comparativa de los cambios más significativos entre la situación de 2007 y la existente la fotografía aérea del año 1953 realizado por el Ministerio de Hacienda.

En esta comparación procederé a la utilización de un método inductivo, mediante la elección de una serie de áreas de muestreo, que sirvan de ejemplos para toda la región y que reflejen las principales tipologías de dinámica erosiva.

*La tercera fase* o actuación a considerar, aunque coincidente en el tiempo de su desarrollo con las anteriores, es el trabajo de campo, elemento inherente en la labor analítica del geógrafo.

El proceso del trabajo de campo sirve para analizar in situ el territorio, y con ello conocer su verdadera realidad. Las tareas a realizar en el campo consistirán fundamentalmente en la verificación de las hipótesis e interpretaciones obtenidas en el trabajo de gabinete y observar directamente elementos no apreciables en la fotografía aérea o la cartografía,

Debido a la capacidad de observación directa del medio que permite el trabajo de campo, se considera como uno de los pilares fundamentales a desarrollar por un geógrafo y que siempre debe tenerse en cuenta en el proceso de análisis.

#### 1.4. ÁREA DE ESTUDIO<sup>13</sup>

Para este proyecto he tenido como referencia la hoja 83-1 del Mapa Topográfico Nacional (MTN) a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Nacional, denominada “Molledo”, debido a que este es el municipio de mayor tamaño e importancia que aparece representado en esta hoja. Junto al municipio de Molledo se incluyen otros como Bárcena de Pie de Concha, San Miguel de Aguayo, Pesquera, Santiurde de Reinosa, Campoo de Enmedio, Hermandad de Campoo de Suso, Los Tojos y Arenas de Iguña. Aunque alguno de estos como Campoo de Enmedio y San Miguel de Aguayo corresponde con una superficie muy escasa dentro del total de estudio.

El área total de la hoja supone una superficie de 125.484,5 hectáreas.

El área de estudio se compone por los tramos medio-alto de los las cuencas hidrográficas de los ríos Saja y Besaya, abarcando una mayor superficie en el segundo de ellos.

Figura 1.1: Valle del Besaya desde Pico San Pedro



*Fuente: fotografía tomada en el área de estudio*

El área que abarca nuestro estudio, la hoja de Molledo, es un pequeño sector de la montaña cantábrica, extensa y larga alineación montañosa de aproximadamente unos 370 km, partiendo de los Ancares, en la confluencia de los límites provinciales de Asturias Lugo y

<sup>13</sup> Atlas Nacional de España del Instituto Geográfico Nacional (IGN) hoja 83, Molledo a escala 1:25000

León, llegando hasta al norte de Navarra, en la sierra de Aralar. Es un cordal montañoso que, separa el mar Cantábrico de la Meseta, funcionando además, de divisoria de aguas entre las cuencas cantábrica, mediterránea y atlántica. Es una alineación montañosa compleja y homogénea, tanto en sus materiales como en su morfología.

En primer lugar se pueden diferenciar dos sectores muy distintos, la montaña astur-leonesa en el sector occidental, y el sector más oriental, la montaña Vasco-cantábrica. El sector occidental se caracteriza por tener culminaciones próximas a los 2000 metros, además de presentar una composición litológica de materiales muy antiguos, materiales de zócalo que fueron elevados y deformados en las orogénias herciniana y alpina, cuya naturaleza es principalmente silíceo, aunque aflorando en menor extensión áreas de naturaleza carbonatada, como es el caso de los Picos de Europa.

En el sector oriental por el contrario se alcanzan a los 1500 metros de altitud, superándolo puntualmente como es en el caso del pico Castro Valnera (1718 m). Además, litológicamente se corresponden de montañas de cobertera mesozoica y terciaria, con una naturaleza fundamentalmente carbonatada, que fueron plegadas y deformadas durante la orogénia alpina, dando así unos paisajes diferenciados en los dos sectores de esta cordillera.

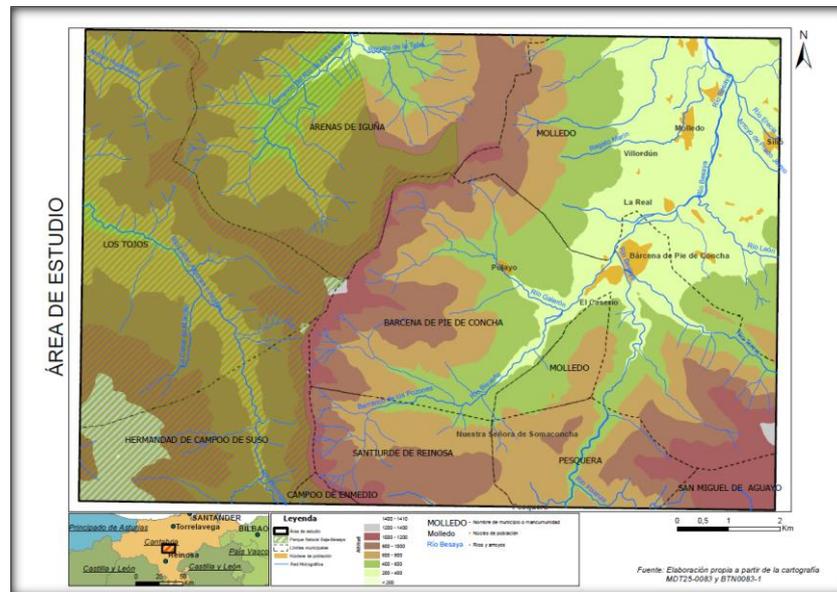
El área de estudio pertenece a la montaña media cantábrica, caracterizada por su elevada potencialidad forestal, en donde las condiciones climáticas, de mayor humedad benefician su desarrollo.

A pesar de esto son áreas ampliamente transformadas debido a la presión que las actividades humanas ejercen en estos ámbitos<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> FROCHOSO SÁNCHEZ, M. (2005). La Naturaleza de la montaña cantábrica: Un valor para conocer y para proteger. En: DELGADO VIÑAS, C (ed.). *La Montaña Cantábrica. Una montaña viva*. Santander: Servicio de publicaciones de la UC. Edit.: Gráficas Calima SA. pp. 61-70.

Figura 1.2: Área de Estudio<sup>15</sup>



Fuente: Elaboración propia a partir de la base cartográfica del IGN

La montaña media es el ámbito de montaña que debido a sus características permiten una mayor accesibilidad frente a las características que presenta la alta montaña. El aprovechamiento de las áreas menos accesibles ha sido muy inferior al de la montaña media, haciendo que conserven en gran cantidad su naturalidad, siendo reductos de grandes valores ambientales y naturales.

La valoración paisajística, ambiental y natural hacia la montaña es por lo general reciente, teniendo tradicionalmente otro tipo de valorización en donde primaban los aspectos relacionados con el estilo de vida y las actividades realizadas por los habitantes de estos medios, es decir económicos. La visión de la montaña como elemento a proteger es mucho posterior, y muchas veces obtenida desde la población externa a estos medios.

La fácil accesibilidad de la montaña media en comparación a la alta montaña, ha provocado por lo general una mayor intervención antrópica siendo los ámbitos de montaña más alterados, debido a que en muchos casos estos medios forman parte de la base económica y organización social de las comunidades que habitan en ellos.

La transformación de la montaña es un hecho continuado, producto de los cambios en las actividades de la sociedad y de la propia dinámica natural, este proceso de transformación es el causante de los diferentes paisajes.

<sup>15</sup> Cartografía disponible en el Capítulo ANEXOS

## **2. GEOMORFOLOGÍA Y DINÁMICA EROSIVA DE LA MONTAÑA MEDIA CANTÁBRICA**

### **2.1. LOS FACTORES DETERMINANTES DE LA DINÁMICA EROSIVA**

En primer lugar es necesario realizar un estudio que nos muestre los elementos de los que se compone la montaña media cantábrica, estudiando las características del relieve (altitudes, pendientes, orientaciones...) y las litoestructuras como elementos básicos en la configuración del medio.

Además de estos factores debemos conocer los agentes que se encargan del modelado de estos valles, como son los climáticos y la red hidrográfica, elementos fundamentales de la dinámica erosiva.

Estas características son de gran utilidad para conocer las unidades geomorfológicas de las que se compone, analizando y determinando las formas de relieve características de cada sector.

#### **2.1.1. Relieve**

Toda la región cantábrica destaca por tener un relieve de montaña complejo, siendo en muchos casos el elemento fundamental en el paisaje. El área de estudio presenta unas características en que el relieve energético en el que los procesos geomorfológicos y la dinámica erosiva modelan el territorio, siendo primordial en el paisaje cantábrico.

El relieve no desempeña únicamente el papel de soporte natural, ya que es un elemento de gran relevancia para la articulación del territorio de la sociedad que se asienta en él, siendo especialmente importante en Cantabria, en donde los usos del suelo están condicionados por este relieve, debido a la falta de áreas llanas y de baja altitud, en donde la población puede asentarse y realizar sus actividades esenciales como son la agricultura, la construcción de infraestructuras que permitan dicha articulación del territorio.

El relieve está caracterizado por diferentes aspectos y, entre ellos, son de importancia la altitud, las pendientes y el roquedo o materiales de los que se componen. La interacción de estos elementos permite la creación de las diferentes formas de relieve, que han sido

modelados a lo largo del tiempo por los diferentes agentes como son la red hidrográfica y la climatología o incluso el propio relieve a través de la gravedad y la pendiente.

#### *2.1.1.1. Altitudes*

La altitud es un elemento fundamental en la caracterización del relieve. En este caso, al tratarse de un área de montaña media, no dispone de grandes altitudes como las que caracterizan al sector occidental de la Cordillera Cantábrica, donde algunos macizos como el de los Picos de Europa presentan altitudes superiores a los 2000 metros. Esta altitud hace que las temperaturas sean más frías, apareciendo la congelación y la innivación como agentes fundamentales del modelado, siendo además un gran condicionante para el desarrollo de las diferentes formas de vida.

En cotas muy altas como los Picos de Europa la dinámica erosiva está muy condicionada por la altitud, un testigo de esto son las formas glaciares heredadas, las cuales no son visibles en la montaña media.

En el caso al que nos centramos, la altitud no supone un elemento tan importante, (1404 metros, pico Abedules), mitigando de este modo la presencia de huellas morfológicas derivadas de la acción del frío, pero si teniendo importancia la existencia de importantes desniveles, que alimentan una dinámica importante en las vertientes.

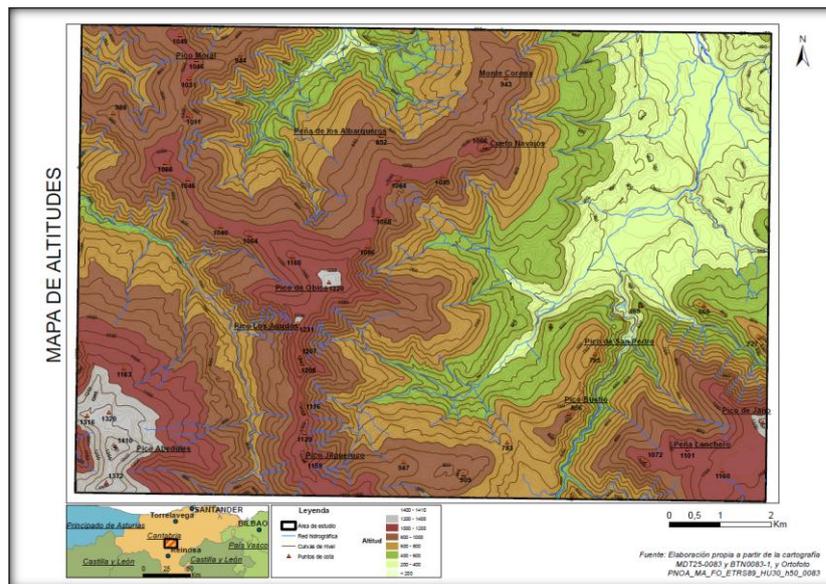
Las altitudes que nos encontramos son bastante variadas, teniendo una cota mínima de 200 msnm (metros sobre el nivel del mar), hasta encontrar altitudes superiores a los 1300 metros, teniendo como cota máxima el pico Abedules a 1404 metros, es decir, más de 1200 metros de altitud relativa desde el punto más bajo, existiendo una distancia entre ellos de 14 km. Debido a estas características, podemos considerar un área de estudio con una importante fuerza de relieve.

Otros puntos de importante altitud en el sector son el pico de Jano (1290), pico Los Agudos (1231), el pico de Obios (1220m), el pico Jilguero (1159) y el cueto Navajos (1066). Los cuatro últimos conforman un cordal de dirección sur-noreste. Del mismo modo, este cordal se desvía hacia el noroeste desde el Pico Obios, hasta el pico Moral de 1046 metros de altitud, existiendo dos alineaciones en el propio conjunto y conformando parte de la sierra de Bárcena Mayor.

El área de trabajo, podemos distinguir dos grandes áreas según su estructura altitudinal, una deprimida en el sector noreste y otra con fuertes desniveles y unas altitudes mucho más importantes.

En la primera de estas, encontramos las altitudes más bajas del área de estudio, situándose entre los 200-400 metros, coincidente con áreas de fondo de valle, y correspondiendo fundamentalmente con el valle del río Besaya. Es un área más o menos extensa y llana, con poco desnivel tanto relativo como absoluto. Este sector destaca por discurrir con una dirección sur-noreste, siendo esta la principal dirección del río Besaya, exceptuando los afluentes de la margen derecha, es decir los que se encuentran al este del sector, que presentan una dirección sureste-noroeste. A pesar de esto la importancia de estos afluentes no es especialmente relevante.

Figura 2.1: Mapa de Altitudes<sup>16</sup>



*Fuente: Elaboración propia a partir de la base cartográfica del IGN*

El segundo sector, se corresponde con las áreas oeste-sur de la cartografía, en donde destacan altitudes mucho más variables que las anteriores, existiendo fuertes desniveles, yendo desde los 400 m (incluso menos en algunas áreas), hasta altitudes por encima de los 1100 metros. Es

<sup>16</sup> La cartografía se encuentra a mayor resolución en el apartado Anexos.

un sector en donde destacan las alineaciones montañosas (anteriormente citadas) con una dirección fundamentalmente sur-norte/noroeste.

Una de estas alineaciones forma parte de la Sierra de Bárcena Mayor y marcando la divisora entre las cuencas hidrográficas de los ríos Saja y Besaya.

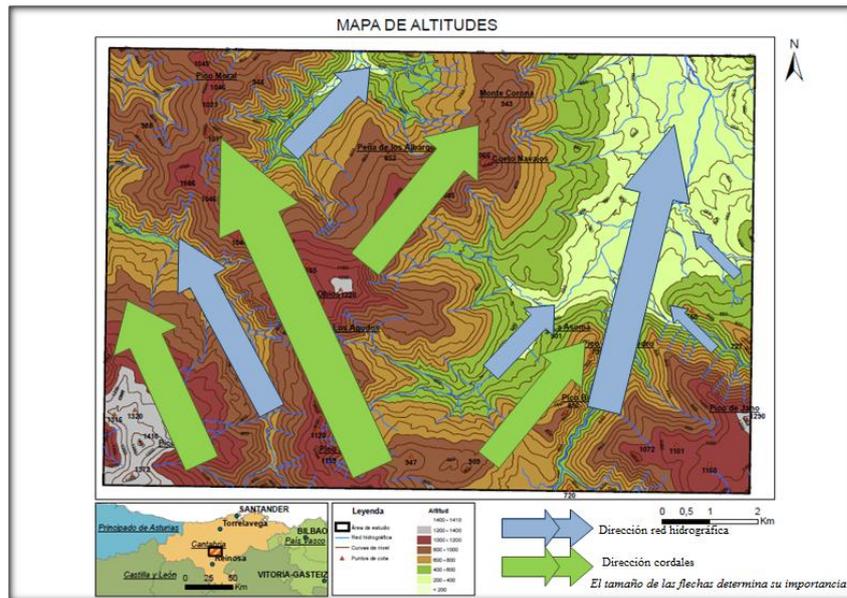
Junto a estas características cabe destacar que este sector forma una parte del Parque Natural Saja-Besaya, haciendo de límite en el área más oriental. Además de esta primera alineación, existe una prolongación de la misma desde el pico de Obios hacia el noreste, hasta el cueto de Navajos, perteneciente al Parque Natural Saja Besaya y que se encuentra en el valle de Iguña.

Dentro de este segundo sector podríamos diferenciar el área sureste, en donde existe un cordal con dirección suroeste-noreste, coincidente con los picos de Bustio (856m) y San Pedro (795m), en donde además, a pesar de que la altitud en esta área no sea excesivamente elevada, el desnivel que existe con el río Besaya a su paso por el este del cordal es muy importante, creando un paso muy estrecho entre ambos y el área montañosa del pico Jano (1290).

Estas alineaciones montañosas condicionan la red hidrográfica, formando estrechos valles excavados por los ríos, apareciendo zonas llanas de fondo de valle en sus cotas más bajas.

Esta red hidrográfica tiene una alineación principalmente sur-noreste, exceptuando a la que desarrolla el río Argonza, afluente del río Saja, que presenta una trayectoria con dirección sur-noroeste

Figura 2.2: Alineaciones de los principales cordales y ríos<sup>17</sup>



Fuente: Elaboración propia a partir de la base cartográfica del IGN

### 2.1.1.2. Pendientes<sup>18</sup>

El análisis de las pendientes se ha realizado a causa de que este es un elemento básico del relieve y de gran influencia en la dinámica erosiva, causante de la dinámica de vertientes, en donde el flujo del agua y la gravedad son los elementos fundamentales, autores del modelado del relieve.

Para el análisis de este factor he procedido a la utilización de la cartografía ya disponible, aprovechando el Modelo Digital del Terreno (MDT) de la hoja 83, denominada como hoja de Molledo, y obtenido a una escala de 1: 25 000<sup>19</sup>.

Para conocer los diferentes valores de pendientes, y con ello augurar los puntos en donde la dinámica de vertientes pueda ser más activa, me basaré inicialmente en la clasificación realizada por Fernand Joly<sup>3</sup>, en donde el autor establece categorías o intervalos en función a las posibilidades de explotación agrícola, en el que la pendiente es un factor determinante. El autor establece tres categorías:

<sup>17</sup> Alineaciones de las principales estructuras, las flechas en color “verde” señalan las alineaciones de los cordales, mientras que las flechas de color “azul” señalan las alineaciones de los valles Su tamaño determina su importancia. Elaboración propia.

<sup>18</sup> FERNAND JOLY (1997). *Glossaire de Geomorfología. Base de données sémiologiques pour la cartographie*. Paris (Francia). Edit. Masson/Armand Colin.

<sup>19</sup> Instituto Geográfico Nacional **MDT25-0083**. (Modelo Digital del Terreno 1:25 000) Hoja 0083 Molledo. Centro de descargas del IGN (Instituto Geográfico Nacional).

En primer lugar un intervalo en donde incluye todos los valores inferiores a 10° de pendiente. Los suelos con estos valores son los más apropiados para el trabajo agrícola, por su mayor facilidad en la mecanización, por el contrario son suelo con mayor riesgo de anegación, y con poca posibilidad de escorrentía.

El segundo de los grupos que se establece comprende los valores entre 10° y 30°, clasificándolo como áreas con mayor dificultad, en donde además la escorrentía es más importante, sumado a la posibilidad de aparición de procesos de solifluxión.

El último de los grupos incluirían todos aquellos valores superiores a 30°, debido principalmente a encontrarse en áreas en donde los procesos por gravedad son importantes, como consecuencia de que el talud de equilibrio se encuentra en torno a los 30-35° de pendiente, además señala este grupo como de gran dificultad para las actividades agrícolas, siendo estas posibles únicamente mediante las técnicas de abancalamiento (construcción de terrazas), reduciendo de esta manera la pendiente.

Partiendo de la clasificación realizada por Joly, vemos conveniente una distribución de mayor detalle y con mayor cantidad de categorías, en donde pueda reflejarse tanto las áreas más llanas del territorio, como aquellas áreas que superan el talud de equilibrio (encima de los 30-35°), por ello creo conveniente establecer seis grupos o intervalos de diferente pendiente.

En primer lugar una categoría en donde se señalen aquellas áreas llanas o prácticamente llanas, en donde no se superen los 5° de pendiente, es decir un intervalo entre 0-5°.

El siguiente de los intervalos incluiría aquellas áreas con una pendiente suave, considerándose las superficies con una pendiente entre los 5° y 10°.

Estas dos categorías se desglosan del primer de los intervalos propuestos por Joly, que en el mapa realizado aparecerían en tonos azules, siendo las áreas más llanas.

El tercero de los intervalos considerados engloba aquellas superficies con una pendiente media, es decir, aquellas incluidas entre los 10° y 15°.

Seguido a este grupo, se englobarían áreas con una pendiente fuerte, incluyendo valores entre 15° y 25°.

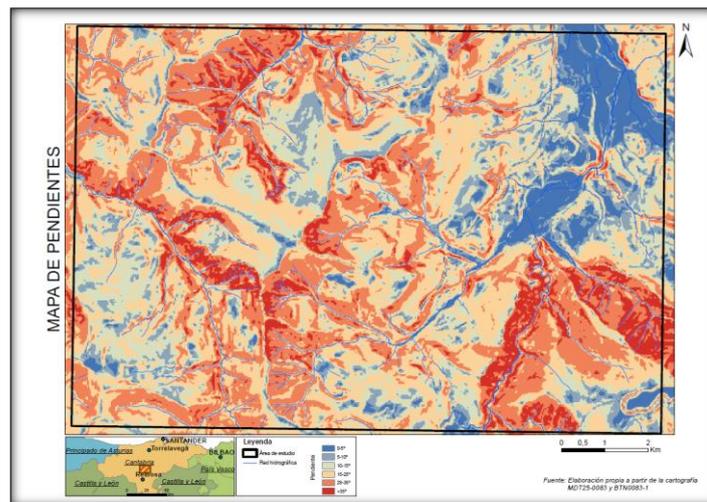
El quinto de los intervalos estaría compuesto por las áreas de muy fuerte pendiente, siendo suelos de difícil acceso e integrándose con valores entre 25° y 35°.

Estos tres anteriores intervalos están basados en el segundo de los grupos propuestos por Joly, aunque desglosados de forma que diferenciar considerablemente los tipos de pendiente. Estos tres grupos están representados mediante colores intermedios entre los azules y el rojo.

Por último propongo un sexto intervalo, que prácticamente es coincidente con el propuesto por Joly, en donde se engloban aquellas áreas del territorio con una pendiente superior a los 35°, es decir, aquellas áreas que superan el valor del talud de equilibrio. Estos valores de pendiente suponen un limitante muy importante para la mayoría de las actividades, aunque favorece ciertos procesos de dinámica erosiva, debido a la acción de la gravedad, beneficiando los movimientos en las laderas, la reducción de absorción de agua y con ello un aumento de la escorrentía. Este último grupo aparece representado en color rojo intenso.

Esta clasificación busca una representación clara, que facilite el reconocimiento de las áreas homogéneas, y de esta forma facilitar la búsqueda de las diferentes formas del relieve, pudiendo localizar las áreas más dispuestas para el desarrollo de la dinámica de laderas. Tras esta clasificación pasamos a la comprobación de los resultados de pendiente, conociendo de este modo la realidad de la distribución de la pendiente.

Figura 2.3: Mapa de Pendientes <sup>20</sup>



*Fuente: elaboración propia a partir de los datos del IGN*

<sup>20</sup> Cartografía disponible en el Capítulo ANEXOS

Como resultado podemos observar cuatro sectores con unas características similares en cuanto a valores de pendiente.

El primero de los sectores corresponde con el área noreste del área de estudio, en donde predominan las áreas llanas y coincidente con el valle del río Besaya.

Este sector se encuentra a su vez dividido en dos partes, correspondiendo con las llanas de Molledo y Bárcena de Pie de Concha. Ambas partes se encuentran separadas por un estrechamiento de fuerte pendiente aunque muy puntualizada.

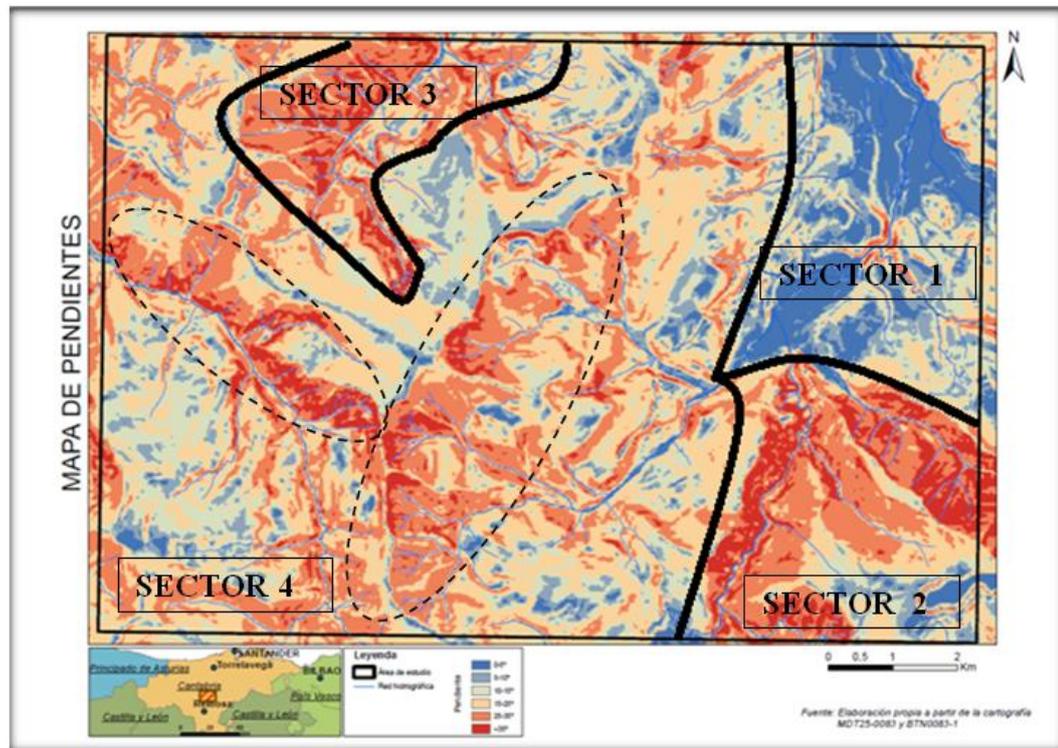
Otro de los sectores fácilmente apreciables, corresponde con el área sureste del área de estudio, en donde encontramos amplios corredores con pendientes muy fuertes e incluso por encima de los  $35^\circ$ , lo que permite intuir áreas encajonadas y muy estrechas de difícil acceso. Esta área se corresponde con la parte más meridional de la cuenca del río Besaya, también conocida como las hoces del Besaya.

El tercer sector ubicado al noreste del área de estudio, se corresponde con el valle de los Llares y se caracteriza por presentar fuertes pendientes a lo largo de las vertientes del valle. Junto a lo anterior, este sector destaca por presentar una estrecha franja de escasa pendiente, coincidente con la llana de fondo de valle.

El cuarto y último de los sectores, más amplio y complejo que los anteriores, se corresponde con el resto del área de estudio. Este sector se caracteriza por su heterogeneidad en cuanto a las pendientes. En primer lugar aparecen fuertemente marcadas dos alineaciones de importante pendiente (superiores a los  $20^\circ$ ), causa de la disección fluviotorrencial.

Por otro lado encontramos sectores más heterogéneos en donde se entremezclan áreas de escasa pendiente (fondos de valle y culminaciones), con otros de pendiente moderada (valores entre  $10-20^\circ$ ).

Figura 2.4: Sectores de pendiente homogénea



Fuente: *Elaboración propia*

### 2.1.1.3. Orientaciones

La diferencia en la exposición solar a la que las vertientes se ven sometidas es un elemento fundamental en las áreas de montaña, en donde la orografía y la altitud pueden llegar a crear una gran disimetría en cuanto a la insolación de las diferentes laderas y su exposición a los vientos. Este hecho es *básico* para explicar las similitudes y diferencias que existen en la distribución de la vegetación.

Las áreas de solana por lo general son las más aptas para el desarrollo del sustrato arbóreo, (siempre condicionado por la altitud y pendientes), debido a que son sectores de mejores condiciones climáticas, en donde la temperatura es algo superior a las áreas de umbría, las heladas son menos frecuentes y la humedad ligeramente más baja. Estas mejores condiciones topoclimáticas a pesar de no ser excesivamente importantes, provocan que los pisos de vegetación o cliserie, se vea alterada, generando una disimetría entre las vertientes de solana y umbría. Esta disimetría provoca que los límites de los pisos de vegetación varíen, elevándose las cotas en las áreas de solana, además de provocar la diferencia de especies vegetales, permitiendo el desarrollo de especies vegetales que normalmente se desarrollan en cotas más

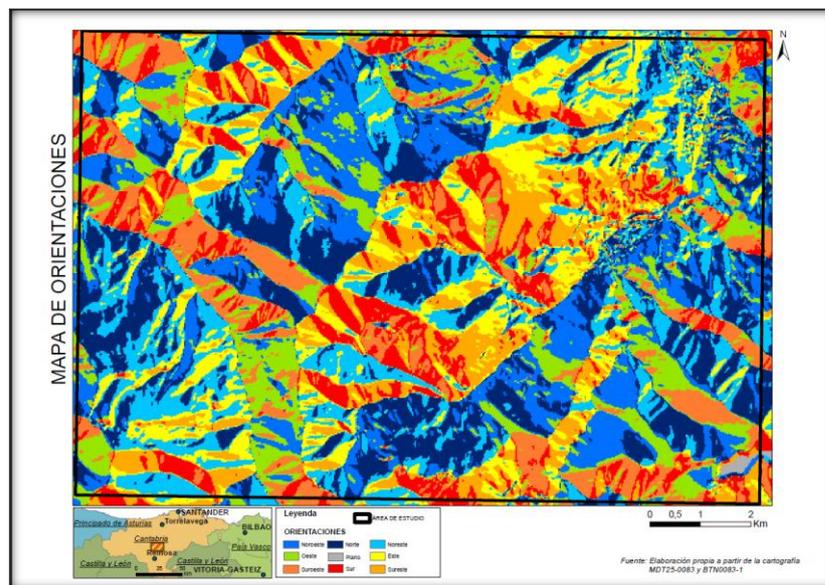
bajas, como es el caso de los robledales. Además permite que el estrato arbóreo se desarrolle por encima de los 1600 metros de altitud.

Otra de las variaciones es el desarrollo de vegetación esclerófila típica del clima mediterráneo como es la encina, en cotas altas pero con alta exposición solar.

Este factor es también causante de un mayor o menor desarrollo de la dinámica erosiva, en el caso del área de estudio las áreas con una exposición de norte son más propensas a sufrir deslizamientos, además de un mayor desarrollo en las cabeceras torrenciales.

Las orientaciones son un factor de relevancia en cuanto a la exposición a los vientos, siendo por lo general las vertientes de cara oeste más húmedas que el resto. Esto es debido a que los vientos dominantes tienen una componente oeste-este, siendo además vientos húmedos, lo que provocan un mayor número de precipitaciones. Esta disimetría entre las áreas de sotavento y barlovento, se ve reflejada en las precipitaciones, registrando el valle del Saja (sotavento) unas mayores precipitaciones que el valle del Besaya, debido a encontrarse a barlovento de estos vientos de mayor humedad, creándose un efecto de refugio, apreciándose ligeramente en los valores de precipitación.

Figura 2.5: Mapa de Orientaciones<sup>21</sup>



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del IGN

<sup>21</sup> Cartografía disponible en el Capítulo ANEXOS

Como resultado al mapa anterior se pueden distinguir diferentes sectores, existiendo áreas alternas entre caras de cara sur, frente a otras de norte. Puede observarse alineaciones correspondientes a laderas con una exposición fundamentalmente sur desde el centro al noroeste del área de estudio, del mismo modo pueden vislumbrarse sectores paralelos entre áreas de exposición sur y otras de exposición norte, estas disimetrías tan marcadas en las exposiciones de las laderas, se corresponden con los cordales y alineaciones montañosas que aparecen en el área de trabajo.

La distribución de las orientaciones es un elemento que condiciona fundamentalmente a la acción climática, creando diferencias significativas en las diferentes laderas. Esto se traslada directamente a los procesos erosivos y la presencia de la vegetación.

### **2.1.2. Litoestructuras**

Uno de los aspectos más relevantes a la hora de la identificación de las unidades geomorfológicas, es conocer las características litológicas del medio, ya que nos muestran información de los materiales que se compone el medio, pudiendo así apreciar la evolución y las formas de las que se compone.

Para la realización de este proyecto, centraré la información disponible en desarrollar un análisis de la resistencia de los materiales y en su naturaleza, debido a que hemos considerado que puede ser una información de gran importancia, a la hora de conocer los diferentes elementos morfológicos de la montaña cantábrica y de comprender la dinámica erosiva, así como las formas de relieve que aparecen en cada sector del área de estudio.

La mayor o menor resistencia de los materiales, es una característica de vital importancia para conocer la facilidad en que pueden ser erosionados, y de este modo poder adivinar las formas de relieve que pueden aparecer o desarrollarse.

Además de esto, es un elemento explicativo directo de la ubicación de la cobertura vegetal, tanto su situación actual, como determinar su posible desarrollo.

Junto a esto, también se pretende realizar una clasificación de los diferentes materiales según su naturaleza, ya sea carbonatada o silíceas. Los materiales carbonatados presentan la condición de ser disueltos por el agua debido a su composición, dando resultado formas de

relieve muy características. Por el contrario los materiales de naturaleza silíceo no tienen esta condición.

Como principal fuente para la realización de esta cartografía, contamos con los mapas geológicos IGME (Instituto Geográfico y Minero Español), concretamente con la hoja 83, denominada hoja de Reinosa<sup>22</sup>, con una escala 1:50.000, disponibles en el centro de descargas de dicho organismo. Los mapas geológicos nos muestran una clasificación por tipología y edad, los diferentes tipos de litología del área, en donde se realiza un análisis esquemático de los materiales por edades geológicas, es decir, utilizando un criterio cronológico, enfocando su distribución a los diferentes procesos que han provocado la evolución y la transformación del medio.

La cartografía litológica disponible, es presentada mediante la situación cronológica de los diferentes materiales, debido al objetivo de este proyecto, creemos conveniente la reclasificación de estos materiales y la representación de los mismos según su resistencia y naturaleza.

Los diferentes grupos de materiales serán representados con dos variables, la primera de ellas la resistencia, distribuidas en cuatro categorías: *suelos*, *deleznales*, *resistentes* y *muy resistentes*. La segunda de las variables a considerar será la naturaleza, es decir si son de naturaleza *silíceo* o *carbonatada*.

En primer lugar pasaremos a hablar de los materiales más antiguos dentro del área de estudio, perteneciendo estos al **Triásico**.

Dentro de este periodo geológico encontraremos en primer lugar un grupo de materiales compuesto de **conglomerados silíceos, areniscas y limolitas (T<sub>G1-2</sub>)**. Este conjunto se compone de bancos conglomerados de hasta 500 metros de espesor, sobre todo en las partes inferiores, mezclado con areniscas blanco-rosadas, compuestas de fragmentos de cuarzo y cuarcitas, y envueltas en una matriz sericítica (moscovitas, arcillas micáceas...). Además de estos materiales aparecen otros sedimentos como limolitas, argilitas rojizas y otros detríticos como limos y arcillas.

<sup>22</sup>Mapa Geológico de España serie Magna 1:50 000m, Hoja 83 Reinosa. *VRF\_MAGNA50-83*. Centro de descargas del IGME (Instituto Geológico y Minero Español). Memoria elaborada por COMPAÑÍA GENERAL DE SONDEOS S.A. (C.G.S.) mediante la dirección y supervisión del Instituto Geológico y Minero Español en 1978.

Debido a la heterogeneidad tanto de los materiales como de su resistencia, he tenido en consideración el grosor e importancia de los materiales de mayor dureza, que a su vez son los más comunes, considerando este grupo de materiales como **muy resistente**, de la misma manera debido a su composición, una **naturaleza silícea**.

El segundo perteneciente al Triásico Medio, se compone de elementos depositados durante del Muschelkalk<sup>23</sup>. Este conjunto de **calizas tableadas, dolomías y brechas calcáreas** (T<sub>G2</sub>) se acompaña de sedimentos carbonatados de unos 25 metros de espesor constituido principalmente de dolomías cristalinas (dolesparitas), calizas microcristalinas y dolomitas. Estos materiales aparecen de forma alterna, en donde se diferencian brechas calcáreas poco desarrolladas. Debido a este carácter podemos considerar a este grupo como **resistente**, teniendo una naturaleza fundamentalmente **carbonatada**.

En cuanto a los materiales del Triásico Superior, podemos observar una fuerte alteración causada por la acción de un diapiro, que provocó el afloramiento de una serie de materiales poco comunes como son las **ofitas (w<sup>4</sup>)**, que se encontraban próximos a al nivel de despegue y que fueron arrastrados hacia la superficie en muy grandes bloques y envueltos en las arcillas y yesos diapíricos. Estas rocas muy alteradas se encuentran mezcladas de materiales poco desarrollados como son **arcillas abigarradas plásticas y yesos** (T<sub>G2-3</sub>), es decir, una serie de facies del Keuper, que al igual que las ofitas, están influenciadas por el diapiro. Debido a estas características podemos clasificar al primero de los materiales (ofitas) como **muy resistente**, mientras que el segundo grupo como **suelto**, debido a su gran heterogeneidad y características. Además de esto, podemos señalar que ambos materiales presentan una naturaleza **silícea**.

Tras esta explicación pasaremos al desarrollo de los materiales del periodo **Jurásico**.

El siguiente grupo, esté compuesto de una serie de materiales muy mezclados como son **dolomías, brechas calizo-dolomíticas y calizas tableadas** (T<sub>A33 -J<sup>2</sup><sub>12</sub></sub>). Estos materiales pueden ser encontrados en los niveles más altos del Triásico (Rethiense) y los más bajos del Jurásico (Hettangiense e incluso Sinemuriense). Estos materiales se encuentran intercalados

<sup>23</sup>RAMON, X. y CALVET, F. (1987). Estratigrafía y Sedimentología del Muschelkalk Inferior del Dominio Monseny-Llobregat (Catalanides). *Estudios Geológicos* Vol.43, Nº 5-6. ISSN: 0367-0449 Madrid.

con calizas microcristalinas y dolomitas de gran espesor (hasta 120 metros), alternadas en muchos casos con franjas de hasta 30 metros de materiales calcáreo-dolomíticos. Además de estos materiales, pueden aparecer algunos estratos con elementos margosos y arenosos. A pesar de esta alternancia de materiales, tanto las calizas como las dolomías y la existencia de brechas, conforman minerales de gran resistencia, por lo que podemos considerar como materiales **resistentes**, además de tener una naturaleza **carbonatada**.

El siguiente grupo aparece en el **Jurásico Inferior** (Lias), aunque en niveles más modernos, y componiéndose de una **alternancia de margas y calizas arcillosas, y margas negras hojosas**

(**J<sup>3-0</sup><sub>A 33</sub>**). Estos materiales muy alternantes y de fácil división en estratos de 200-3700 metros de espesor, están diferenciados según tres periodos. En el primero (Sinemuriense Superior), destacan calizas arcillosas microcristalinas estratificadas con margas. El segundo (Pliensbachiense), similar al anterior, pero además intercalando arcillas calcáreas negras hojosas. En el último de los periodos (Toarciense) muy similar a los anteriores pero incorporando estratos de margas y calizas arcillosas.

Debido a la fuerte alternancia de materiales, podemos clasificar a este grupo de materiales como **deleznable**, presentando una naturaleza fundamentalmente **carbonatada**.

Los materiales del Jurásico Medio (Dogger), se componen fundamentalmente de **margas y calizas, niveles de margas negras hojosas (J<sub>2</sub>)**, apareciendo en estratos de gran espesor (400 metros), y pudiendo diferenciar cuatro periodos, correspondientes a diferentes edades geológicas. La más antigua (Bajociense Superior), aparecen materiales calizos (microcristalinos o biogravelmicritas), intercalados con margas. La siguiente etapa (Bathonense) aparece una alternancia de margas (calcáreas y hojosas oscuras) y grupos masivos de calizas microcristalinas. La última de las etapas (Calloviense) poco desarrollada, presenta una alternancia de bancos de calizas con margas calcáreas (ambas limolíticas). Debido a esta complejidad y alternancia entre materiales muy duros con materiales blandos, podemos considerarlos como **deleznales**, presentando una naturaleza **carbonatada**.

Los materiales del **Cretácico** presentan la siguiente distribución:

En primer los materiales del **Cretácico Inferior** se compone de **Conglomerados silíceos y/o calcáreos, areniscas, arcillas, margas calcáreas y calizas (J<sub>P33</sub> -C<sup>2</sup><sub>P-12</sub>)**, apareciendo

también en el Jurásico Superior. Estos materiales detrítico-terrágenos de gran complejidad, aparecen intercalados en estratos de gran espesor (200-500 m) con materiales calcáreos. Además de esto afloran conglomerados silíceos intercalados con arcillas y areniscas. En algunos casos aparecen estratos de conglomerados de cuarzos y calizas con arcillas (negras hojosas) o materiales calizos lacustres y arenosos. Debido a esta heterogeneidad en donde destacan los materiales de baja resistencia, podemos clasificar este grupo de materiales como *deleznable*, además de tener una naturaleza **carbonatada**.

El siguiente grupo de materiales, compuesto de **conglomerados areniscas, limolitas y arcillas** ( $C^{3-1}_{w12-15}$ ), aflora en estratos de gran grosor (1200-2500 m) aflorando materiales de baja resistencia (areniscas, arcillas y niveles microglomeráticos). Debido a esta tipología de materiales, podemos decir que este grupo de materiales es *deleznable*, del mismo modo podemos decir que estamos ante un conjunto de materiales de naturaleza fundamentalmente **silícea**.

El último de los grupos de materiales del Cretácico se compone de **arenas, areniscas y arcillas (Lechos carbonosos)** ( $C_{16}$ ), materiales del Albiense que forman estratos de gran grosor (100), en donde afloran arenas, areniscas, silíceas ferruginosas y arcillas carbonosas. Además de estos materiales pueden aparecer otros de carácter blando, al igual que los anteriores, como puede ser margas y calizas arcillosas. Debido a esta composición de los materiales podemos clasificar este grupo de materiales como *suelos*, del mismo modo que de una naturaleza *silícea*.

Por último, los últimos materiales que aparecen, y los más recientes en cuanto a la antigüedad de los materiales son del **Cuaternario**, estos materiales no forman grandes estratos, debido a que corresponden con materiales detríticos de un espesor muy escaso y muy poco desarrollado. Estos se corresponden con elementos de dinámica fluvial como pueden ser Terrazas, coluviones y fondos de valle, además de conos de deyección. Debido a sus características de ser materiales y elementos poco desarrollados, no podemos clasificarlos por resistencia, por lo que debemos de tener en cuenta los materiales en los que estos se encuentran depositados, que corresponden con materiales con un desarrollo geológico mayor y por lo tanto son más acertados.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la categorización de los diferentes estratos por naturaleza y resistencia, ordenados de forma cronológica, de los materiales más recientes a los más antiguos.

Tabla 2.1: Resistencia y naturaleza de los materiales

PERIODO	ÉPOCA	CLAVE	MATERIALES	RESISTENCIA	NATURALEZA
CUATERNARIO	HOLOCENO	Q <sub>2</sub> C	Coluviones	Materiales Detríticos Superficiales	
		Q <sub>2</sub> AI	Conos de deyección		
	PLEISTOCENO	Q <sub>2</sub> Cd Q <sub>1</sub> T	Fondos de valle y terraza inferior Terrazas		
CRETÁCICO	C. INFERIOR	C <sub>16</sub>	Arenas, areniscas y arcillas. Lechos carbonosos	Suelto	Silíceo
		C <sup>3-1</sup> <sub>w12-15</sub>	Conglomerados, areniscas, limolitas y arcillas	Deleznable	Silíceo
		J <sub>P33</sub> -C <sup>2</sup> <sub>p-12</sub>	Conglomerados silíceos y/o calcáreos, areniscas, arcillas, margas calcáreas y calizas. Niveles lumaquéllicos	Deleznable	Carbonatada
JURÁSICO	J. MEDIO (DOGGER)	J <sub>2</sub>	Margas y calizas. Niveles de margas negras hojosas	Deleznable	Carbonatada
	J. INFERIOR (LIAS)	J <sup>3-0</sup> <sub>A 33</sub>	Alternancia de margas y calizas arcillosas. Margas negras hojosas	Deleznable	Carbonatada
	TRIÁS. SUP./ J. INF.	T <sub>A33</sub> -J <sup>2</sup> <sub>12</sub>	Dolomías, brechas caliza-dolomíticas y calizas tableadas	Resistente	Carbonatada
TRIÁSICO	T. SUPERIOR	T <sub>G2 3</sub>	Arcillas abigarradas plásticas y yesos	Suelto	Silíceo
		W <sup>4</sup>	Ofitas	Muy Resistente	Silíceo
	T. MEDIO (MUSCHELKALK)	T <sub>G2</sub>	Calizas tableadas, dolomías y brechas calcáreas	Resistente	Carbonatada
	T. INFERIOR	T <sub>G1-2</sub>	Conglomerados silíceos, areniscas y limolitas	Muy Resistente	Silíceo

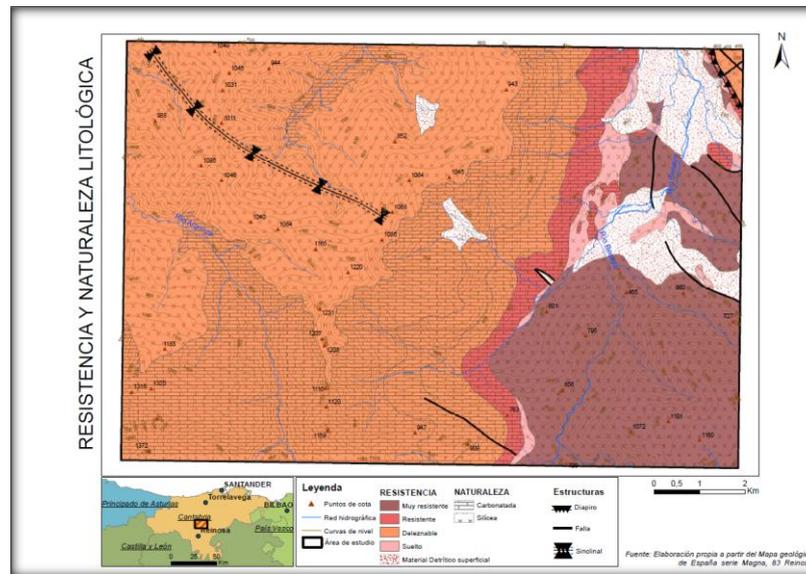
Fuente: Elaboración propia a partir de la información del mapa geológico

Como resultado a esta reclasificación de los materiales por resistencia llevada a cabo, llegamos a la conclusión que se muestra. Existe una diferencia en la dureza de los materiales muy clara entre cinco áreas del ámbito de estudio.

La primera de ellas, un área más o menos de materiales detríticos superficiales y de materiales blandos al noreste del área de estudio, y coincidente con el valle del río Besaya. Esta área deprimida se encuentra separada por una alineación de materiales muy duros. Esta disimetría dentro de este sector se debe fundamentalmente a la acción de un diapiro.

El siguiente de los sectores que se puede apreciar, corresponde con el sector sureste del área de estudio, un sector en donde los materiales presentan una resistencia muy grande, haciendo que sea muy difícil su erosión. Del mismo modo estos mismos materiales tienen una naturaleza silíceo, por lo que no que su erosión es aun más difícil. Este sector se corresponde con las hoces del Besaya.

Figura 2.6: Mapa de Resistencia y naturaleza litológica<sup>24</sup>



Fuente: Elaboración propia a partir de mapa geológico

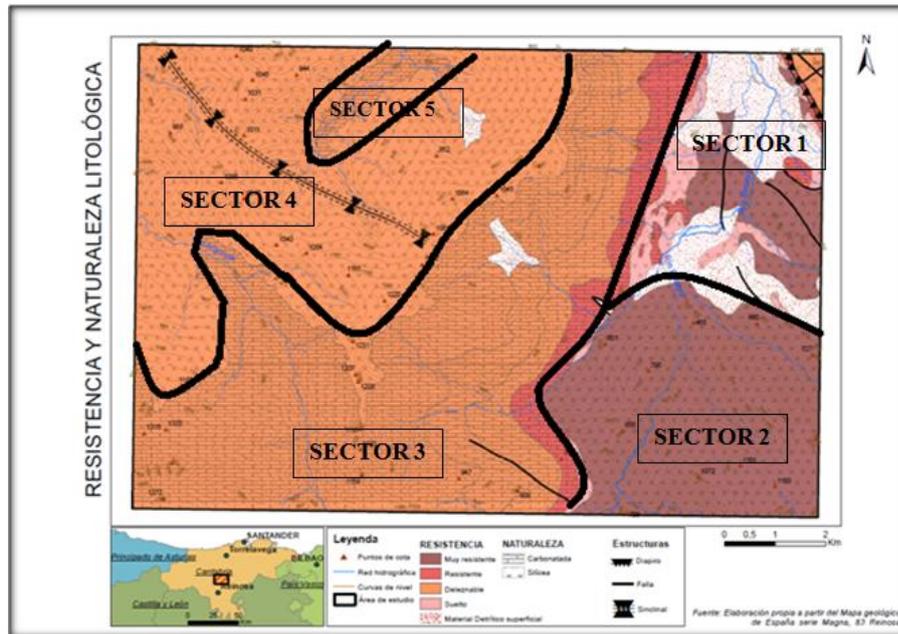
El tercero de los grupos que encontramos, es uno de los más amplios, ubicándose en el sur y centro del área de estudio, correspondiendo con una serie de materiales principalmente deleznales, en donde la acción fluviotorrencial es muy activa debido a la naturaleza carbonatada de los materiales, existiendo una clara disección y elementos kársticos en este ámbito.

El cuarto de los grupos se encuentra ubicado al noroeste del área de estudio y abarcando una gran superficie. Dicho grupo presenta unas características muy similares al anterior en cuanto a la resistencia de los materiales, aunque la naturaleza de los mismos es de tipo silíceo, siendo menos importante la disección torrencial y eliminando la actividad kárstica. Tanto este grupo como el anterior forman parte de la sierra de Bárcena Mayor.

El quinto y último de los sectores que aparece tiene las mismas características que el tercer grupo, es decir materiales principalmente deleznales de naturaleza carbonatada, lo que del mismo modo existe una fuerte dinámica fluviotorrencial facilitada por la erosión kárstica. Este grupo de materiales se ubica al noroeste del área de estudio, más concretamente en el valle de Los Llares.

<sup>24</sup> Cartografía disponible en el Capítulo ANEXOS

Figura 2.7: Sectores litológicos



Fuente: Elaboración propia

### 2.1.3. Climatología

Mediante la clasificación climática de Köppen, podemos encontrar que el clima de los valles centrales de los ríos Besaya y Argonza, es de tipo Cfb<sup>25</sup>, tipología climática denominada clima oceánico o atlántico templado-húmedo.

Este clima es muy extendido por gran parte de Europa Occidental<sup>26</sup> (Norte de España, Francia, Islas Británicas, Bélgica, Países Bajos, oeste de Alemania...). El sistema en el que Köppen se basa, tiene que ver con la vegetación y los cultivos, y su relación con el clima.

Para ello se basa en los datos de temperatura y precipitaciones, dando un significado a los valores a los datos (medias anuales y mensuales), además de tener en cuenta la estacionalidad de estos valores.

<sup>25</sup> KOTTEK Markus; GRIESER, Jürgen; BECK, Christoph; RUDOLF, Bruno; y RUBEL Franz. (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification. *Meteorologische Zeitschrift*. Vol.15, No.3, pp.259-263. ISSN: 0941-2948 ISSN online: 1610-1227. Stuttgart (Alemania).

<sup>26</sup> RODRÍGUEZ GUTIÁN, Manuel A. y RAMIL-REGO, Pablo (2007). Clasificaciones climáticas aplicadas a Galicia: revisión desde una perspectiva biogeográfica. *Recursos Rurais*. Vol1. Nº3, pp.31-53. ISSN-e 1885-5547. Santiago de Compostela (España).

Las características generales de esta distribución climática, engloba aquellas áreas en donde se cumplen las siguientes características:

- Inviernos de temperaturas templadas o frías.
- Veranos frescos, sin llegar a los 22°C de media en verano.
- Más de cuatro meses superan los 10°C de media.
- Precipitaciones distribuidas de forma homogénea a lo largo de todo el año.
- Inexistencia de estación seca.

Las características climáticas descritas proporcionan una vegetación potencial caracterizada por los bosques de frondosas.

En este clima la presencia del océano suaviza las temperaturas tanto en invierno como en verano (haciendo que los inviernos sean menos fríos y los veranos menos calurosos).

En el caso de la franja cantábrica las características climáticas se deben a la dinámica atmosférica, situándose en el borde meridional de la zona templada y húmeda (oceánica), sometiendo al borde cantábrico a los efectos de la circulación templada y subtropical. Los desplazamientos del Frente Polar a latitudes más bajas en los meses invernales, dando una mayor inestabilidad al tiempo, mientras que en la época estival las masas anticiclónicas son abundantes, haciendo que las precipitaciones y la estabilidad en el tiempo sean más comunes<sup>27</sup>.

Respecto a los tipos de tiempo en la montaña media cantábrica central<sup>28</sup>:

En **invierno** suele alternarse con dos situaciones diferentes:

Tiempo estable, en donde los frentes fríos procedentes del norte, se alternan con los vientos del sur (cálidos), causando grandes variaciones de temperatura, alternándose fuertes nevadas en las montañas, con subidas de temperatura de hasta 10°C.

---

<sup>27</sup>RASILLA ÁLVAREZ, Domingo Fernando, (1994). Los Regímenes de precipitación en el norte de la Península Ibérica. *Estudios geográficos*. Vol.55, Nº 214, pp.151-181.

ISSN: 0014-1496. Madrid (España).

<sup>28</sup>ANCELL TRUEBA, Rafael y CÉLIS DÍAZ, Ramón. (2013)

“Termopluviometría de Cantabria durante el Periodo 1981-2010” Edit. Publicaciones AEMET

La situación contraria (más estable), que aparece entre las diferentes borrascas, produciéndose un tiempo más estable, en donde los vientos procedentes del nordeste provocan una situación anticiclónica de frío (tendencia seca y soleada).

En **primavera**, grandes cambios e inestabilidad.

Destacan las bajas presiones con abundantes precipitaciones (pluviales y nivales).

Importancia de los vientos costeros del oeste, (templados y húmedos)

Frecuentes granizos, y tormentas en las zonas interiores.

En **verano** es la época más estable del año, siendo los meses menos lluvioso del año.

Presencia de vientos húmedos del oeste las primeras semanas.

Vientos del nordeste (tiempo seco y apacible), alternado con tormentas de calor procedentes de la Meseta

La presencia del mar, no tan importante como en la costa, suaviza las temperaturas en la montaña media

En esta época pueden darse episodios cortos de tiempo fresco y lluvias.

En **otoño** sucede el máximo pluviométrico (noviembre).

Alternancia de vientos del sur y vientos del noreste.

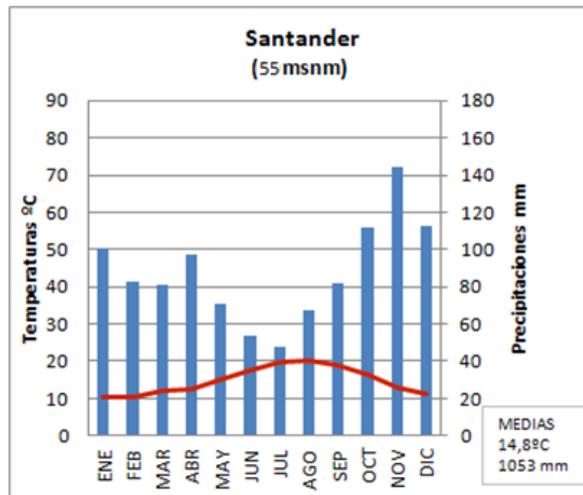
Frecuentes borrascas, de viento fuerte y rachas de frío.

Son comunes las heladas en los valles interiores, y nevadas en las cumbres.

Estas características zonales del ámbito climático se ven ligeramente modificadas por otros aspectos físicos, como es la orografía, que modifica y altera los elementos climáticos debido a la variabilidad de la altitud, la exposición solar, y la mayor o menor exposición a los vientos. Estos fenómenos provocan que las precipitaciones no sean homogéneas en todo el territorio, del mismo modo se ve afectada la temperatura. Estas características propias o localismos climáticos son fundamentales a la hora de explicar los diferentes aspectos en el medio biofísico.

En los siguientes climodiagramas podemos observar las diferencias entre algunas de las regiones de Cantabria, mediante la observación de los datos de precipitaciones y temperaturas de las estaciones meteorológicas. La primera estación elegida es Santander, debido fundamentalmente a presentar las características más propiamente del clima oceánico.

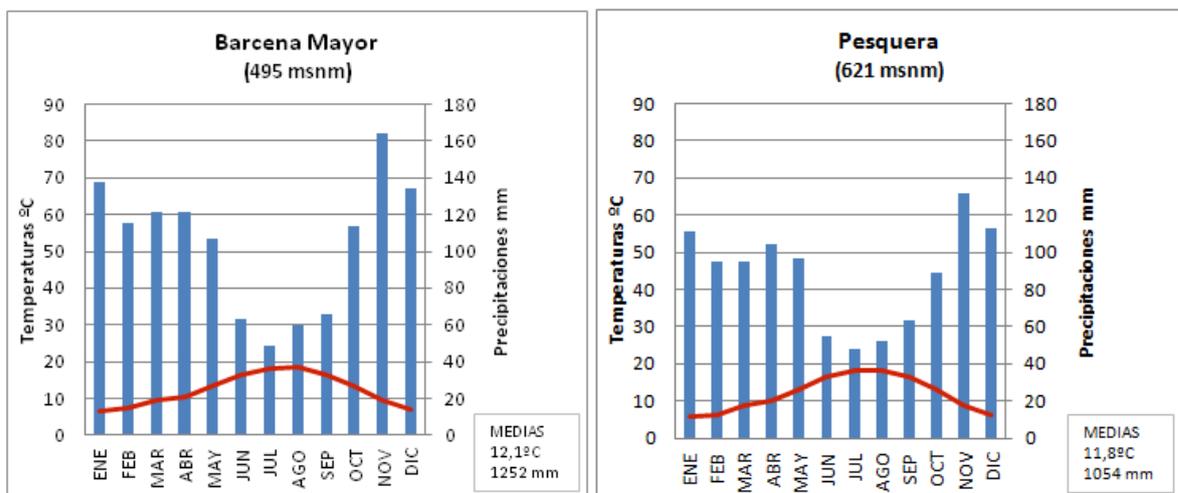
Gráfico 2.1: Climodiagrama Santander (valores medios 1981-2010)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del AEMET<sup>29</sup>

A continuación podemos ver una serie de datos en donde se reflejan algunas de las variaciones que el propio clima oceánico tiene en Cantabria, ocasionadas fundamentalmente por la orografía. Los datos señalados destacan los datos de precipitaciones y temperaturas medias de las estaciones meteorológicas de Santander, Bárcena Mayor y Pesquera (las dos últimas ubicadas en el área de estudio).

Gráficos 2.2 y 2.3: Climodiagramas de Bárcena Mayor y Pesquera (valores medios 1981-2010)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la AEMET

<sup>29</sup>ANCELL TRUEBA, Rafael y CÉLIS DÍAZ, Ramón. (2013)

“Termopluviometría de Cantabria durante el Periodo 1981-2010” Edit. Publicaciones AEMET

En cuanto a la situación pluviométrica es fácilmente destacable las diferencias que existen en la propia área de estudio, existiendo casi unos 200 mm de precipitación anual de diferencia, a favor de Bárcena Mayor, y coincidente con el área occidental del ámbito de estudio, situada en la cuenca hidrográfica del río Saja.

La estación pluviométrica de Pesquera registra valores muy similares de la costa, siendo estas por lo general de menos precipitación frente a las áreas de montaña, que debido a la altitud suelen presentar datos más elevados.

Este valor inferior en el valle del Besaya se debe principalmente a que este se encuentra resguardado de los vientos, ya que estos son en gran medida de dirección Oeste-este<sup>30</sup>, siendo vientos cargados de humedad, haciendo que precipiten en mayor proporción en la vertiente oriental de la divisoria entre las cuencas de los ríos Saja y Besaya. Este fenómeno provoca que la cuenca del Saja sea beneficiada con mayores precipitaciones, debido al efecto de refugio que se produce. Esta diferenciación es debida a la posición de ambas estaciones termopluviométricas, encontrándose la estación de Pesquera más resguardada, muy próxima a las Hoces del Besaya. Por el contrario la estación de Bárcena Mayor se encuentra en un valle mucho más abierto, al pie de los relieves que se oponen a los vientos húmedos.

En cuanto a los datos térmicos prácticamente son muy similares en las dos estaciones pertenecientes al área de estudio, sus diferencias térmicas en la estación de invierno es debido fundamentalmente a que las estaciones se encuentran a altitudes diferentes, estando a una mayor altitud la ubicada en el núcleo de Pesquera, por ello sus valores son algo inferiores. El área de estudio experimenta una menor temperatura media que las registradas en las áreas costeras (Santander) debido fundamentalmente a la existencia de una mayor altitud. Del mismo modo se puede considerar que la influencia del mar es ligeramente menor, haciendo que los inviernos sean más fríos, existiendo con ello heladas en el invierno, situación poco común en el litoral.

Estas condiciones climáticas explicadas anteriormente afectan de forma continuada en la dinámica erosiva del medio, modelando muy lentamente las formas del relieve.

---

<sup>30</sup> VIEDMA MUÑOZ, Manuel. (2005) El régimen de Vientos en la Cornisa Cantábrica  
*Nimbus: Revista de climatología, meteorología y paisaje* n°15-16, pp.203-222. ISSN 1139-7136. Almería (España).

Los acontecimientos climáticos excepcionales, a su vez, son los causantes de la aceleración en los procesos erosivos además de ser desencadenantes de otros específicos, por lo que se consideran muy importantes en el desarrollo de la dinámica erosiva.

Uno de los acontecimientos más importantes son los periodos de precipitaciones extremos<sup>31</sup>. Estos fenómenos favorecen el desarrollo de riadas, inundaciones y coladas de barro. Estas lluvias pueden ser consideradas excepcionales a partir de los 30 mm registrados en una hora. Estos fenómenos de corta duración pero muy intensos, aceleran considerablemente los procesos erosivos, tanto en las vertientes, como en las llanas de fondo de valle.

#### **2.1.4. Red hidrográfica**

El área que hemos elegido de estudio, la abarcada por la hoja del MTN 1:25.000 de Molledo, se centra en el tramo medio-alto de las cuencas de los ríos Saja y Besaya, considerada la misma cuenca hidrográfica debido a su unión en su tramo bajo a la altura del municipio de Torrelavega. Esta cuenca hidrográfica abarca una superficie aproximada de 1025 km<sup>2</sup>, siendo la cuenca con el valor de superficie más elevado en Cantabria<sup>32</sup>.

Los límites de las cuencas hidrográfica del Saja y del Besaya están definidos por la orografía, por las cuencas de los ríos Nansa (al oeste) y Pas (este). Al sur limita con la cuenca del río Ebro y al norte con el mar Cantábrico, y con las pequeñas cuencas de los ríos que desembocan directamente al mar.

Esta cuenca hidrográfica es peculiar debido a estar constituida por dos ríos, Saja y Besaya, similares tanto en superficie de la cuenca como en longitud. El río Saja con una longitud de 54 km (hasta la confluencia con el río Besaya), teniendo su nacimiento en el término municipal de Mancomunidad de Campoo-Cabuérniga a una altitud de 800 metros. Uno de los

---

<sup>31</sup>BARCENA ODRIOZOLA, P y PACHECO IBARS, S. (1995). Precipitaciones excepcionales en Cantabria. Distribución espacial y consecuencias. En: CREUS NOVAU, J. *Situaciones de riesgo climático en España*. Jaca (España) Edit. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC, Instituto Pirenaico de Ecología, pp. 117-128.

<sup>32</sup> MEDIO AMBIENTE CANTABRIA <http://dma.medioambientecantabria.es>

principales afluentes es el río Argonza, que vierte sus aguas a la altura del municipio de Los Tojos, y tiene una longitud aproximada de 19 km.

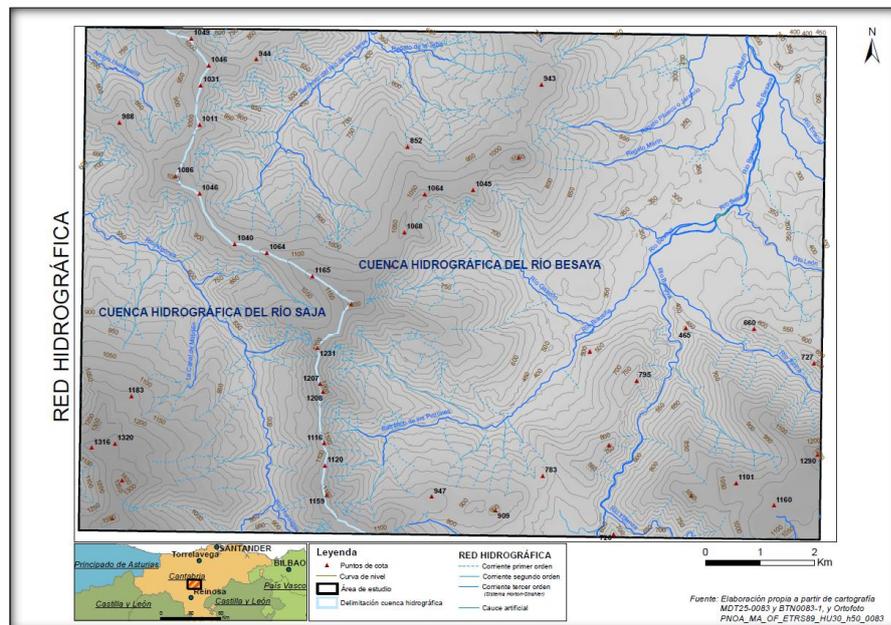
El río Besaya tiene su nacimiento próximo a la divisoria con la cuenca hidrográfica del Ebro, en Fuente Besaya, teniendo una longitud aproximada de 47 km (hasta confluencia con el río Saja). Se delimita al Oeste con la cuenca del Saja, por la sierra de Bárcena Mayor y los picos de Ibio y Mozagro, además por el este con la cuenca del Pas.

Los principales afluentes del río son el Torina, León, Erecia, Llares y Cieza.

Ambos ríos tienen una orientación Sur-Norte, naciendo en las zonas más altas de la divisoria y desembocando en el mar cantábrico a través de la ría de Suances. Tras la unión de ambos ríos, el río discurre en el municipio de Torrelavega unos 2,2 km más hasta llegar a la desembocadura.

A pesar de esta extensión de las cuencas, en este trabajo nos centraremos en los tramos medio alto de ambas, abarcando en el caso de la cuenca del Saja, el río Argonza, debido principalmente al límite del área de estudio.

Figura 2.8: Mapa de la red hidrográfica<sup>33</sup>



Fuente: Elaboración propia a partir de mapa geológico

<sup>33</sup> Cartografía disponible en el Capítulo ANEXOS

En cuanto a los caudales<sup>34</sup> tomaremos como referencia los que están introducidos dentro del área de estudio, por ello mediante los datos del Estudio de Caudales Ecológicos de la Red Hidrográfica de Cantabria, para ello escogeremos las estaciones de medida de caudal denominadas QAR-01 ubicada en el río Argonza antes de la confluencia con el río Saja.

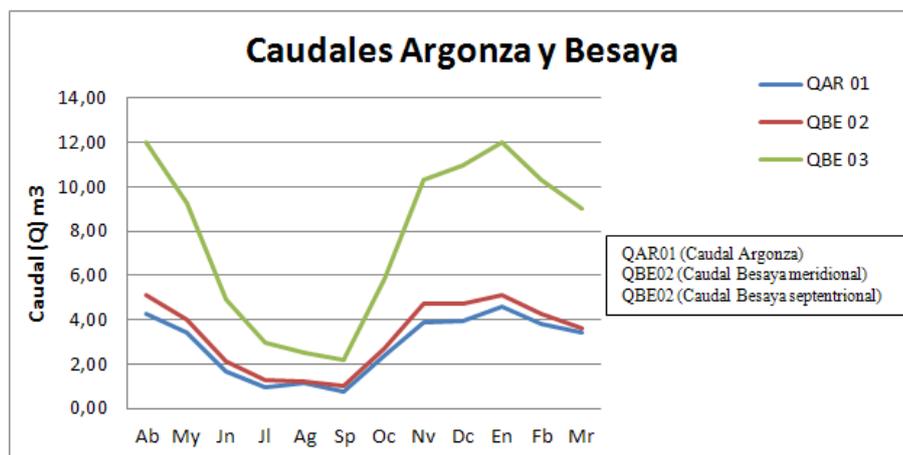
En el caso del río Besaya, utilizare de forma comparativa las estaciones QBE-02 y QBE-03, la primera de ellas tras la confluencia del con el río Torina (parte más meridional del río), y la segunda en la presa de abastecimiento ubicada entre los Corrales de Buelna y Arenas de Iguña (aguas abajo del área de estudio).

La primera estación de medida (QAR-01) cuenta con una cuenca vertiente de 124,83 km<sup>2</sup>, suponiendo prácticamente el total de la cuenca del río Argonza, uno de los afluentes más importantes del río Saja.

Las estaciones de medida del río Besaya (QBE-02 y QBE-03) cuentan con 111,27km<sup>2</sup> y 321,71 km<sup>2</sup> respectivamente, estando la primera incluida dentro de la segunda.

Los valores medios mensuales registrados se presentan en el siguiente gráfico:

Gráfico 2.4: Caudales de los ríos Argonza y Besaya



*Fuente: Elaboración propia a través de datos del “Estudio de Caudales Ecológicos en la Red Hidrográfica de Cantabria”*

<sup>34</sup>Consejería de Medio Ambiente de Cantabria y Universidad de Cantabria (2005) “Estudio de Caudales Ecológicos de la Red Hidrográfica de Cantabria, Anejo VII Cuenca del Saja-Besaya”.

El gráfico muestra los datos medios de caudales, en donde se puede observar la variabilidad de los mismos a lo largo del año. En primer lugar destaca dos máximos de caudal el primero en el mes de enero y el otro en abril, junto a estos dos meses, son de importancia los meses de noviembre y marzo. Estos máximos de caudal coinciden fundamentalmente con los de precipitación, apreciándose un aumento en el caso del mes de abril debido posiblemente al deshielo de las montañas más cercanas.

Por el contrario, los mínimos de caudal registrados se corresponden con los meses estivales, encontrándose el mínimo absoluto en el mes de septiembre, existiendo otro mínimo en el mes de julio.

La distribución de estos caudales es de gran importancia en el desarrollo de los procesos erosivos, siendo estos más importantes en los periodos de mayor caudal desarrollándose en mayor frecuencia la erosión fluvial y el arrastre de materiales. Por el contrario los periodos de menor caudal favorecen el depósito de materiales reduciéndose los procesos erosivos.

A lo citado anteriormente cabe señalar la importancia de los periodos de precipitación extrema, que afectan de una manera u otra dependiendo del caudal existente. En casos de máximo caudal estos episodios agravan la situación aumentando las crecidas y los fenómenos erosivos. En el caso de que las precipitaciones hayan sido frecuentes en horas anteriores, la menor posibilidad de absorción de agua aumenta la escorrentía creando crecidas en el caudal de muy rápido desarrollo.

En el caso contrario, periodos de caudal bajo, el desarrollo de estos periodos extremos son de menor gravedad frente a los anteriores.

## **2.2. UNIDADES MORFOESTRUCTURALES**

Tras la realización de un análisis de las diferentes características fisiográficas, litológicas y estructurales del área de estudio, podemos deducir las unidades morfoestructurales de las que se compone, debido fundamentalmente a una similitud en sus rasgos, que permiten delimitar áreas del terreno con una homogeneidad en su morfología y estructura.

### **2.2.1. Llanas del Besaya**

La primera unidad geomorfológica la hemos denominado Llanas del Besaya, y se encuentra ubicada al noreste del área de estudio, en lo que forma el valle del río Besaya en su máxima extensión.

Esta unidad se compone de dos elementos muy fácilmente reconocibles, las llanas de Bárcena de Pie de Concha y Molledo, en donde se ubican dichos núcleos de población, y con ellos gran cantidad de las actividades que la población desarrolla. Estas dos llanas están divididas por un estrechamiento muy marcado, por donde el río Besaya circula y establece la conexión entre las dos llanas.

Esta unidad se caracteriza por componerse de áreas llanas, en donde las altitudes son las más bajas del área de estudio (entre los 200 a 400 metros excepcionalmente). Es un sector en donde las pendientes son por lo general escasas, dominando aquellas por debajo de los 5°, y alcanzando puntualmente valores por encima de los 35° (área central del estrechamiento).

Los materiales de los que se compone este sector son producto de la disección fluvial, acelerada por la acción de un diapiro, en donde destacan arcillas y yesos mezclados con ofitas, es decir materiales de muy baja resistencia mezclados con otros muy resistentes. Estos materiales se encuentran en gran parte cubiertos de materiales sueltos de muy baja resistencia, y de composición detrítica (arcillas y limos) producto de la sedimentación fluvial. La franja central de esta unidad se compone de materiales muy resistentes (ofitas), causante del estrechamiento central, limitador entre las dos llanas y excavado por el río Besaya.

Este sector se caracteriza por ser producto del modelado fluvial, en donde la acción del río es el elemento más destacable. La situación de fondo de valle compuesta de materiales blandos

facilitan los continuos y rápidos cambios en las áreas más próximas al lecho fluvial, siendo muy común el cambio del cauce por el movimiento de los limos y materiales, y con ello también la modificación de las islas y las áreas de depósito.

Esta facilidad tanto en el transporte como en el depósito de los materiales está directamente relacionada con el caudal del río, siendo más fácil la erosión y transporte de estos materiales a otros puntos del cauce en los momentos de caudal máximo, y desarrollarse el depósito en periodos de menor caudal. Este proceso es común en todo el sector exceptuando el área del estrechamiento, en donde la dureza de los materiales y el encajonamiento del cauce provocan una mayor acción erosiva en las paredes de esta garganta, potenciado en periodos de gran caudal.

### **2.2.2. Hoces Silíceas del Besaya**

El segundo de los conjuntos, se encuentra en el sector sureste del área de estudio, conformando un área de gran fuerza de relieve, en donde los materiales muy duros han sido excavados por la acción fluvial, creando grandes gargantas y fuertes desniveles, en donde la fuerte pendiente es una característica común. El río Besaya, al igual que otros afluentes atraviesa este macizo a través de gargantas. La red hidrográfica atraviesa esta macizo a través de estrechos pasillos sometidos a una continuada erosión. Predominan los conglomerados, areniscas y limolitas del Terciario formando bancales y capas de varios metros de potencia dando lugar a vertientes escalonadas. Estas características junto con la acción fluvial y torrencial hacen muy comunes los desplomes de materiales. Otra característica común de este sector es la naturaleza silíceas de los materiales, por lo que no pueden ser disueltos en el agua como ocurre con los sectores carbonatados.

Las altitudes aunque variadas, no son demasiado altas, aunque si el desnivel entre estas y las áreas más bajas, pasando en pocos metros de altitudes algo superiores a los 800 metros, hasta poco más de los 400. Este hecho muestra la existencia de fuertes desniveles, siendo frecuentes aquellos por encima de los 35°, formando grandes y alargadas gargantas, producto de la acción fluvial.

El río Besaya atraviesa la garganta situada entre los picos de Bustio y San Pedro al oeste, y el pico de Jano al este y delimitando este sector en dos partes, de mismas características, pero separadas por un estrecho pasillo.

### **2.2.3. Montaña Media Calcárea Besaya-Argonza**

La tercera de las unidades y una de las más extensas, se encuentra en las montañas de la vertiente oeste del río Besaya y la parte sur del río Argonza. Se caracteriza por la presencia de materiales deleznable de naturaleza carbonatada, como pueden ser las margas alternantes con pequeños de calizas y conglomerados, es decir materiales de fácil erosionabilidad.

Este sector configura un importante cordal de rumbo NNE-SSO que cruza y divide el área de estudio, siendo el principal elemento del relieve.

La disección fluviotorrencial se ha desarrollado con facilidad en esta montaña media debido, sobre todo, a la naturaleza deleznable, creando desarrolladas cabeceras torrenciales y algunos puntos de actividad kárstica, poco apreciables a la escala de trabajo. Son comunes los escarpes aislados en las vertientes debido a la heterogeneidad de los materiales, perdurando aquellos de mayor resistencia y con menos componente carbonatado, mientras que erosionados con facilidad los de resistencia. Estas diferencias en cuanto a los materiales provocan la facilidad en la erosión torrencial.

El principal cordal que aparece tiene una dirección S-N desde el pico Jilgueruco hasta las estribaciones del pico Los Agudos. Además de este cordal destacan el pico Abedules, mayor cota en el área de estudio (1410m). Las altitudes son variadas, yendo desde los 1000-1200 metros en los cordales, hasta los casi 500 metros en las áreas de valle como el del Argonza. La situación y formación del valle es el resultado de la disección fluviotorrencial.

Esta unidad geomorfológica se caracteriza por la alineación de los relieves de disección que culminan en cordales alomados, separando los valles del río Besaya y Argonza, suponiendo la divisoria de aguas entre las cuencas de los ríos Saja y Besaya en el área más meridional.

### **2.2.4. Montaña Media Silíceo de Bárcena Mayor**

La siguiente unidad geomorfológica, aparentemente similar a la anterior en cuanto a las características del relieve, es decir a la alternancia de cordales y zonas deprimidas, encontrándose en el sector noroeste del área de estudio. Este sector forma parte de un cordal de gran importancia en la región, debido a funcionar como divisoria de aguas entre las cuencas hidrográficas de los ríos Saja y Besaya. El cordal principal forma parte de la

denominada Sierra de Bárcena Mayor, en donde podemos encontrar los picos de Los Agudos, Obios y Pico del Moral, teniendo una alineación S-NO.

Además de este cordal, existe una segunda alineación que parte desde el pico Obios, con una dirección S-NNE hasta el cueto Navajos. Junto a estas áreas se alternan áreas deprimidas coincidentes con los regatos y barrancos de la Teba, Huzmeana, y los tramos medios del de los Llares. Además de estas áreas deprimidas se incluye el tramo más próximo a Barcena Mayor del río Argonza.

Esta unidad geomorfológica se compone de materiales heterogéneos deleznable como los conglomerados de areniscas limolitas y arcillas, materiales con unas características que permiten la disección fluvio-torrencial, existiendo un importante desarrollo de la dinámica erosiva en las vertientes.

A pesar de la semejanza a la unidad geomorfológica anterior en cuanto a la heterogeneidad de los materiales, la naturaleza de estos es silíceo, por lo que no presenta la acción kárstica.

Las altitudes son variadas, destacando los valores entre los 1200-1000 en los cordales, siendo la altitud máxima el pico Obios con 1220 metros. Es un área en donde las pendientes fuertes se concentran en los límites con la montaña calcárea fundamentalmente, siendo el resto del sector áreas de pendiente media. Los tramos más altos de los cordales presentan una morfología alomada, del mismo modo que la unidad anterior.

La dinámica de vertientes es un elemento común, destacando los canchales y las incisiones de arroyada fundamentalmente en las caras norte de las montañas.

La acción erosiva es más importante en las cabeceras torrenciales en donde la fuerza del agua acompañado de la pendiente es el principal factor.

### **2.2.5. Valle Calcáreo de los Llares**

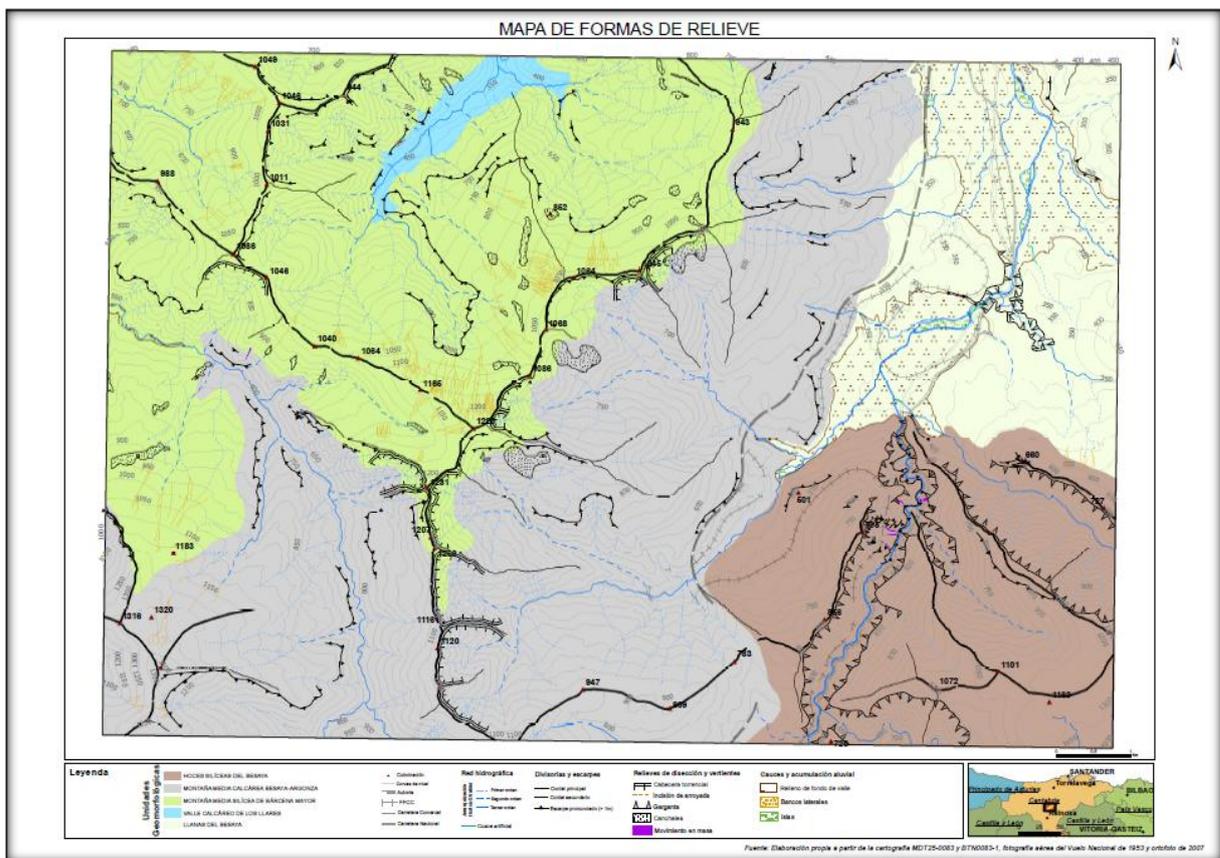
La última de las unidades geomorfológicas, se corresponde con el sector noroeste del área de estudio, coincidente con el valle del río Llares. Esta unidad es el resultado de la disección fluvial originada por el río los Llares y los barrancos adyacentes, en donde los materiales deleznable que afloran son de naturaleza calcárea, como los conglomerados calcáreos, areniscas, arcillas y margas calcáreas.

Es la unidad más pequeña del área de trabajo, en donde se presentan unas altitudes bajas, en torno a los 350 y 500 metros de altitud.

Es un sector en donde la disección fluvial de los materiales ha alcanzado los niveles calcáreos subyacentes a los materiales silíceos que culminan este valle,

Podemos encontrar áreas con escarpes en los límites de las montañas silíceas, debido a este cambio en la naturaleza de los materiales.

Figura 2.9: Distribución de las unidades geomorfológicas y las formas de relieve<sup>35</sup>



Fuente: Elaboración propia

<sup>35</sup> Cartografía disponible en el Capítulo ANEXOS

## **2.3. FORMAS DE RELIEVE**

Las formas de relieve son el resultado del modelado de la superficie de la tierra, pudiendo diferenciarlas según el criterio morfológico o el genético. El primero de estos basado en el aspecto del mismo, mientras que la segunda en el proceso que ha llevado a su formación.

Las principales formas a las que nos referimos están relacionadas con distintos aspectos, como pueden ser la gravedad, crestas, escarpes, cimas,... además de otros que presentan una cierta dinámica como son los relacionados con los movimientos de ladera, (deslizamiento, canchales...), del mismo modo pretende mostrar la importancia de las formas del relieve influenciadas por la dinámica fluvial, como pueden ser las incisiones torrenciales en las vertientes y la incisión que provoca en el medio. Del mismo modo es importante señalar las formas que podemos encontrar en las áreas de fondo de valle, en donde podemos incluso deducir la dinámica que los cursos fluviales han dibujado, tanto por las diferentes terrazas, como por el propio curso del río. Por último también destacaré aquellas de tipo kárstico que pueden encontrarse en algunas de las áreas de estudio.

Hemos diferenciado las siguientes formas de relieve:

### **2.3.1. Formas de relieve de disección y vertientes**

Las vertientes de las que se compone el área de estudio son por lo general escarpadas, existiendo importantes pendientes sobre todo en sus tramos más altos de los principales cordales. Esta característica facilita el desarrollo de la dinámica erosiva en estos ámbitos. Estas formas de relieve son producto de la erosión producida en las vertientes de las áreas montañosas, tanto por la acción de la red hidrográfica, como por la acción de la gravedad, siendo formas de relieve en continuo cambio.

Estas vertientes crean áreas homogéneas dependiendo de las características litológicas de las que se compongan, siendo más uniformes aquellas de mayor resistencia, por el contrario las ubicadas en sectores de materiales menos resistentes presentan una menor uniformidad en sus vertientes.

Algunas de estas formas de relieve son:

### *Divisorias y escarpes*

Los cordales o alineaciones montañosas son un elemento muy común en el área de estudio, apareciendo casi en su totalidad, (exceptuando las Llanas del Besaya). Es un componente del medio muy importante, siendo producto de los diferentes procesos geomorfológicos y orogénicos, que más tarde fueron modeladas por los agentes erosivos.

Las divisorias o cordales que aparecen tienen por lo general culminaciones redondeadas, sobre todo aquellas ubicadas en los sectores centro-este del área de estudio, culminaciones contrapuestas a las que aparecen en las gargantas silíceas, donde destacan las culminaciones en forma de crestas escarpadas.

Las divisorias son un elemento muy importante del territorio, ya que delimita y articula el territorio, condicionando tanto los elementos naturales como la propia distribución poblacional.

Los escarpes es otro de los elementos muy comunes en toda el área de estudio, siendo un componente de gran variedad en cuanto a su extensión. Esta forma de relieve puede formarse por numerosas causas, como la erosión, o incluso deberse a elementos estructurales.

Los tipos de escarpes que aparecen son muy variados, siendo muy comunes por todo el área aquellos que aparecen a media vertiente, consecuencia de la diferencia en la resistencia de los materiales, predominando aquellos de mayor resistencia.

Los escarpes culminantes son más comunes en las áreas en donde la disección torrencial ha incidido de forma importante siendo áreas de materiales deleznable. Una situación similar ocurre en las hoces silíceas, en donde los escarpes presentan grandes saltos con fuertes pendientes.

### *Canchales*

Acumulaciones de derrubios producto de la erosión o meteorización de las culminaciones o áreas más elevadas cuyos derrubios han sido acumulados en las laderas de las montañas. Son elementos frecuentes en toda el área de estudio, sobre todo en la Montaña Media Calcárea Besaya-Argonza y la Montaña Media Silícea de Bárcena Mayor.

Los canchales aparecen con frecuencia en los cordales y muy ligados a procesos de meteorización física, en donde la heterogeneidad de los materiales tiene un papel muy importante.

Los canchales pueden llegar a estabilizarse, producto de la ralentización o freno definitivo de los procesos de meteorización, pudiendo ser invadidos por la vegetación y llegándose incluso a ocultar por completo.

Figura 2.10: canchal cubierto de vegetación en las estribaciones de Pujayo



*Fuente: fotografía tomada en el área de estudio*

### *Desplomes y formas derivadas de los movimientos en masa*

Las formas derivadas de los movimientos en masa y los desplomes están provocados por la fuerza de la gravedad y la inestabilidad del terreno en donde se asientan, haciendo que se deslicen o desplomen. Existen varios tipos de movimientos en las vertientes, siendo muy comunes algunos de ellos en el aula de estudio.

Una de las formas más frecuentes son los *desprendimientos*. Este tipo de forma se caracteriza por un desarrollo partícula a partícula, estando compuesto por derrubios de gran tamaño y que rara vez son invadidos completamente por la vegetación

Este tipo de forma de relieve es muy común en el área de estudio, aunque muy frecuente en las Hoces Silíceas del Besaya. Esto es debido fundamentalmente a sus características litológicas, en donde destacan materiales muy compactos de gran dureza y espesor, de bloques masivos de conglomerados, areniscas y limolitas. Estas características estimulan que

se provoquen desprendimientos de grandes bloques de materiales, generando en algunas ocasiones canchales.

En cuanto a *las formas derivadas de los movimientos en masa*, podemos encontrarlas distribuidas por todo el área de estudio, sobre todo en aquellas áreas en donde los materiales son más heterogéneos, como puede ser en la Montaña Media Calcárea de Argonza-Besaya o la M.M. Silíceea de Bárcena Mayor.

Estas al contrario que las anteriores se caracterizan por tener pocas roturas y ser más fluido. Dentro de este tipo se pueden distinguir deslizamientos o coladas de barro, estos últimos caracterizados por ser muy rápidos y fluidos, siendo su localización tanto en la fotografía aérea como en el campo mucho más difícil debido a su fácil recubrimiento vegetal.

Este tipo de formas de relieve aparecen con mayor frecuencia en periodos de precipitaciones extremas.

Figura 2.11: Nicho de despeje en las proximidades de Somaconcha



*Fuente: fotografía tomada en el área de estudio*

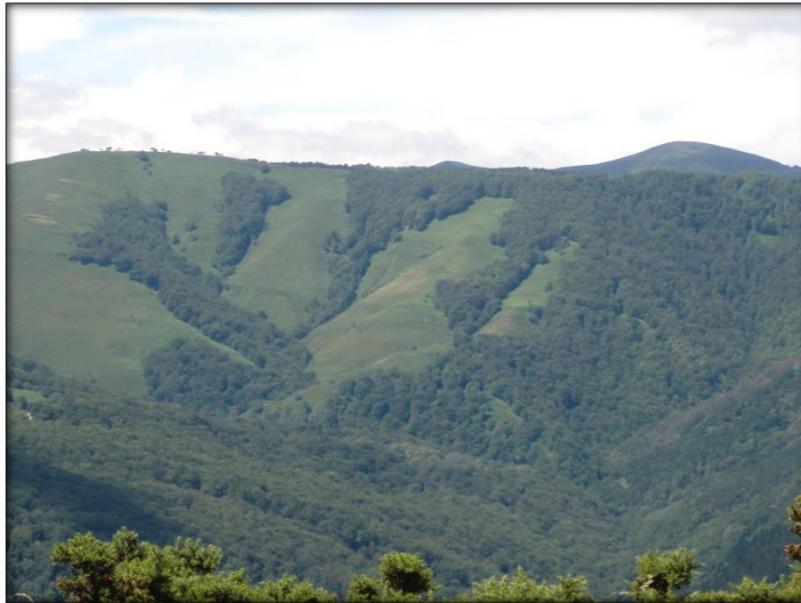
### *Cabecera torrencial*

Las cabeceras torrenciales son producto de la disección torrencial en sus tramos más altos, es decir las torrenteras, en donde la gravedad y la pendiente provocan que la acción erosiva del agua aumente, creando una serie de incisiones que se ramifican a medida que el desarrollo de

la cabecera aumenta. La propia incisión actúa como acelerante en la cabecera, debido al aumento de la pendiente y con ello produciéndose retranqueos de las cabeceras.

Este tipo de formas de erosión son frecuentes en la Montaña Media Carbonatada Besaya-Argonza y la Montaña Media Silíceo de Bárcena Mayor, debido a su carácter litológico deleznable, que facilita la disección en las áreas de vertiente.

Figura 2.12: Cabecera torrencial del barranco de los Pozones, próximo a Somaconcha



*Fuente: fotografía tomada en el área de estudio*

### 2.3.2. Formas de relieve de fondo de valle: cauces y acumulación aluvial

La dinámica fluvial es producto del flujo constante de caudal que provoca un continuo desplazamiento y depósito de materiales detríticos fluviales, modificando tanto el cauce del río como los depósitos laterales y centrales.

Este tipo de relieve ha sido formado por la disección y erosión que permitió el vaciado del actual valle del río Besaya, especialmente en los sectores en que afloran los materiales diapíricos muy heterogéneos y deleznales como las arcillas y yesos mezclados con ofitas, en donde prevalecieron las últimas, mientras que los materiales blandos fueron erosionados. Estos materiales forman la base sobre la que se asientan materiales de acumulación fluvial.

Este vaciado permitió el desarrollo de una extensa *llana de fondo de valle*, en donde se pueden vislumbrar una serie de terrazas aluviales generadas por el propio río.

Otros de los elementos destacables dentro de esta dinámica erosiva es el *llano de inundación*, terraza más próxima al río que es inundada esporádicamente en periodos de gran caudal.

Después de estas formas aparecen aquellas que tienen mayor dinámica, como son:

El *cauce*, elemento más complejo y dinámico de este tipo de formas. El cauce fluvial es uno de los elementos más dinámicos y cambiantes en el conjunto del valle y se compone entre sus márgenes de las siguientes formas

Los *bancos* e *islas*. Ambos fruto de la sedimentación fluvial, en donde el primero de ellos no ha sido invadido por la vegetación, síntoma de que su inundación es frecuente o los procesos de erosión y sedimentación son muy alternantes. En el caso contrario encontramos las islas, en donde la menor inundabilidad permite el desarrollo de la vegetación. Las islas pueden ser fruto de la ramificación del cauce.

Además del cauce permanentemente mojado, pueden aparecer otros como son los *canales abandonados*, por donde el río habitualmente no discurre, y los *canales estacionales o esporádicos*, similar a los anteriores pero que son inundados en periodos concretos del año (caudales máximos).

Este tipo de formas de relieve son exclusivas de las áreas de fondo de valle, estando muy desarrolladas en las Llanas del Besaya.

## 2.4. DINÁMICA EROSIVA

La evolución de la erosión, es un fenómeno constante y por lo general de difícil medida, debido a que su proceso es en la mayoría de los casos muy lento.

En consecuencia a esta difícil medición en cuanto a su evolución, hemos procedido a realizar un estudio de la dinámica erosiva del área de estudio por medio de una serie de muestreos, que nos sirvan para conocer los cambios producidos en los últimos años.

Para la realización de esta tarea utilizaremos la fotografía aérea, con la que poder cartografiar los diferentes elementos que sean relevantes y que muestren la dinámica de erosión que presenta.

Con el fin de conseguir dicho objetivo utilizare las siguientes fotografías aéreas:

La fotografía aérea del Vuelo Catastral de 1953 realizado por el Ministerio de Hacienda.

La ortofoto de 2007 disponible en el Instituto Geográfico Nacional, la cual se presenta a una alta resolución y actualidad. Se encuentra representado en sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM en su huso correspondiente (PNOA-MA-OF- ETRS89-HU30-h50-0083)

### 2.4.1. Tipología de dinámica erosiva

La tipología de dinámica erosiva que vamos a proceder realizar el análisis será la siguiente: ***Dinámica erosiva de fondo de valle.*** Dinámica erosiva de rápido desarrollo, y principal elemento de dinámica de las áreas más bajas y llanas del área de estudio.

***Dinámica de vertientes.*** En donde podemos diferenciar fundamentalmente tres tipos:

*Desplomes y formas derivadas de los movimientos en masa.*

*Canchales*

*Cabeceras torrenciales*

Este tipo de dinámica es por lo general mucho más lenta, desarrollándose en las laderas de las montañas, en donde la pendiente es un factor de gran importancia.

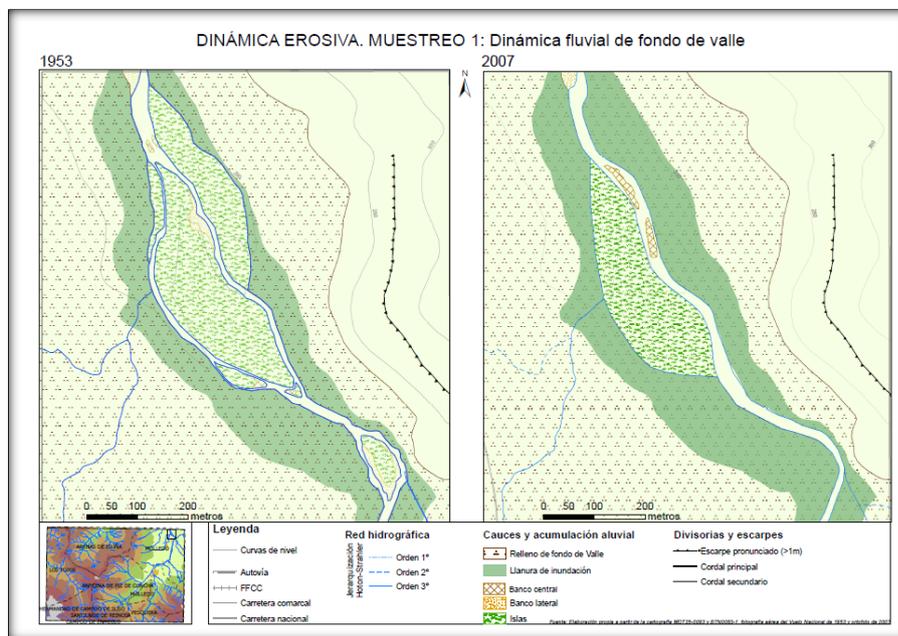
### 2.4.2. Dinámica Erosiva entre los años 1953 y 2007. Muestreos

#### *Muestreo número 1: Dinámica erosiva de fondo de valle.*

Este primer muestreo se centra en un sector de las Llanas del Besaya, con el fin de conocer el comportamiento que se ha producido en el lecho fluvial en el último medio siglo. El muestreo elegido se corresponde con el tramo más septentrional del río Besaya dentro del área de estudio, muy próximo al núcleo de Molledo.

Hemos elegido esta área de muestreo al considerarlo uno de los más dinámicos dentro de las Llanas del Besaya.

Figura 2.13: Muestreo número 1<sup>36</sup>



Fuente: Elaboración propia

La cartografía realizada muestra importantes cambios en la dinámica fluvial, en donde el cauce en 1953 se encontraba muy ramificado, casi de tipo trenzado, existiendo dos brazos principales y varios secundarios individualizando bancos e islas. En cambio en el estado actual, el cauce se encuentra más concentrado, diferenciándose perfectamente un cauce principal, y varias ramificaciones de menor importancia.

Se puede observar además que la acumulación en algunas de las ramificaciones que existían en 1953, ha provocado el relleno total y la obstrucción del ramal, apareciendo canales abandonados o estacionales integrándose en la llanura de inundación.

<sup>36</sup> Cartografía disponible en el Capítulo ANEXOS

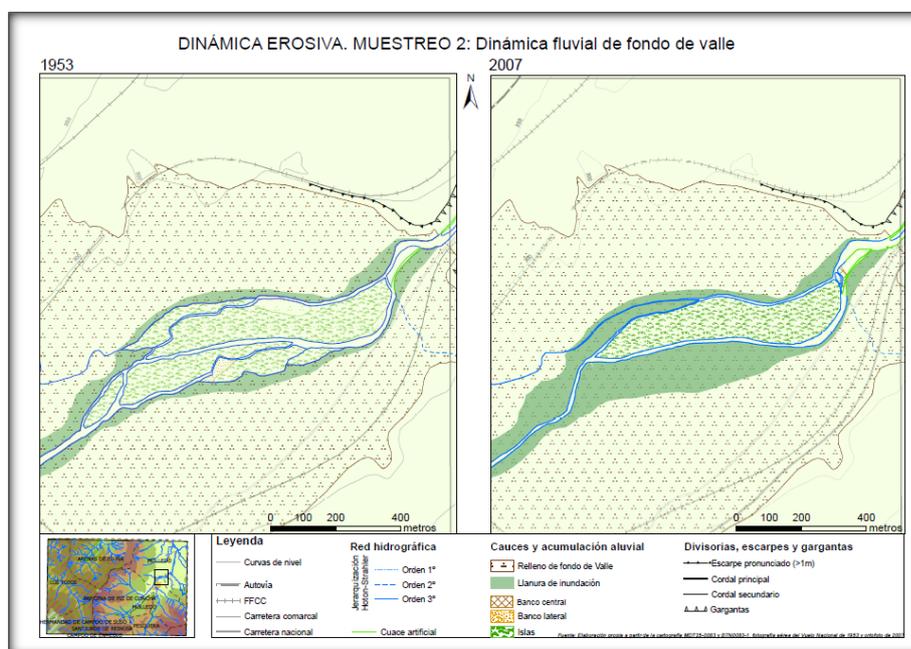
Junto a esto se puede señalar el aumento de la presencia de áreas de depósito en medio del cauce principal, señal de la reducción de caudal.

Esta jerarquización y aumento de las áreas de depósito puede ser producto de la reducción de caudal (época estival) o las situaciones extremas de precipitación.

**Muestreo número 2: Dinámica erosiva de fondo de valle.**

El segundo muestreo realizado se centra en el lado más meridional de las Llanas del Besaya, junto al municipio de Bárcena de Pie de Concha. Al igual que el anterior, su elección se debe fundamentalmente a la consideración de área de fuerte dinámica fluvial.

Figura 2.14: Muestreo número 2<sup>37</sup>



Fuente: Elaboración propia

En este muestreo puede observarse un caso similar al anterior, el cauce muy ramificado en 1953, ha sido rellenado con materiales de depósito, haciendo desaparecer muchas de las islas, cambiando y unificando el sector en el 2007. A pesar de esto existe una isla central muy bien marcada que continua dividiendo el cauce en dos partes.

Las islas más meridionales del lecho fluvial, han sido integradas en la ribera fluvial debido al abandono de diferentes cauces.

<sup>37</sup> Cartografía disponible en el Capítulo ANEXOS

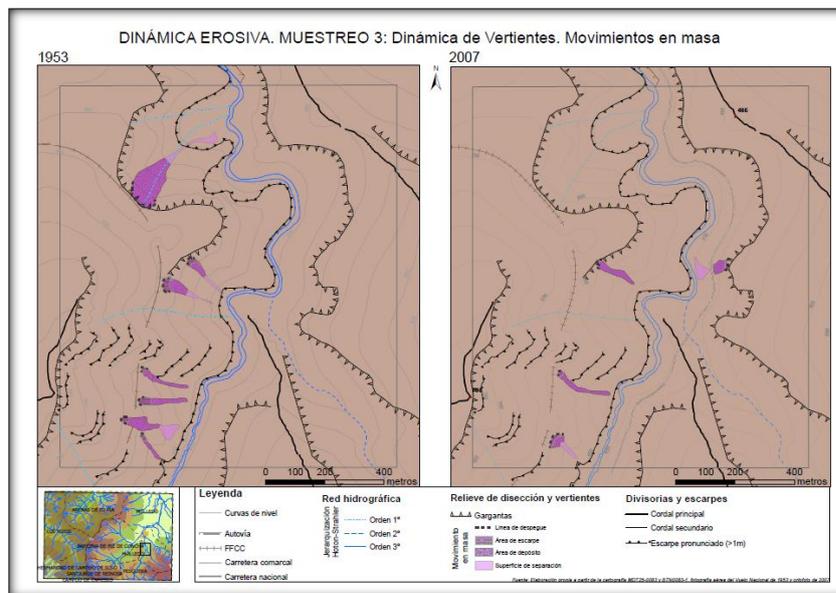
En este punto puede observarse la existencia de un cauce artificial, en donde el caudal del río es desviado.

**Muestreo número 3: Dinámica de vertientes. Desplomes y formas derivadas de los movimientos en masa**

El siguiente de los muestreos pretende analizar la dinámica erosiva de las vertientes, analizando en este caso las Hoces Silíceas del Besaya, en donde los deslizamientos y derrumbes de materiales son muy frecuentes, debido a sus características litológicas y de fuerte pendiente.

Hemos considerado que este muestreo es el adecuado debido a ser un área en donde son fácilmente visibles múltiples desplomes y formas derivadas de los movimientos de ladera.

Figura 2.15: Muestreo número 3<sup>38</sup>



Fuente: Elaboración propia

En primer lugar puede observarse dos tipos de movimientos, el primero de ellos y el más frecuente son los desprendimientos. Este primer grupo de movimientos de ladera se caracteriza por formarse principalmente de rocas sueltas y de gran tamaño, lo que dificulta su revegetación, sobre todo en el área de depósito. Este tipo de deslizamientos son fácilmente apreciables en los dos estados de muestreo, existiendo pocos cambios en la morfología de los mismos.

<sup>38</sup> Cartografía disponible en el Capítulo ANEXOS

Por otro lado podemos observar otro tipo de movimiento en masa en el que los materiales deslizados están muy fragmentados. Estos deslizamientos son por lo general más efímeros, observándose fácilmente en 1953, y habiendo sido colonizado por la vegetación en 2007.

Este tipo de fenómenos son especialmente desarrollados en periodos de precipitación extrema y episodios de altas bajadas de temperatura (gelifracción).

***Muestreo número 4: Dinámica de vertientes. Desplomes y formas derivadas de los movimientos en masa.***

El siguiente muestreo se encuentra ubicado en el valle del río Argonza, en los límites entre la Montaña Media Calcárea de Besaya-Argonza y la Montaña Media silíceo de Bárcena Mayor, muy próximo a este núcleo de población.

Hemos considerado este muestreo debido a que este tipo de movimientos en masa son uno de los más frecuentes, pero también uno de los más efímeros.

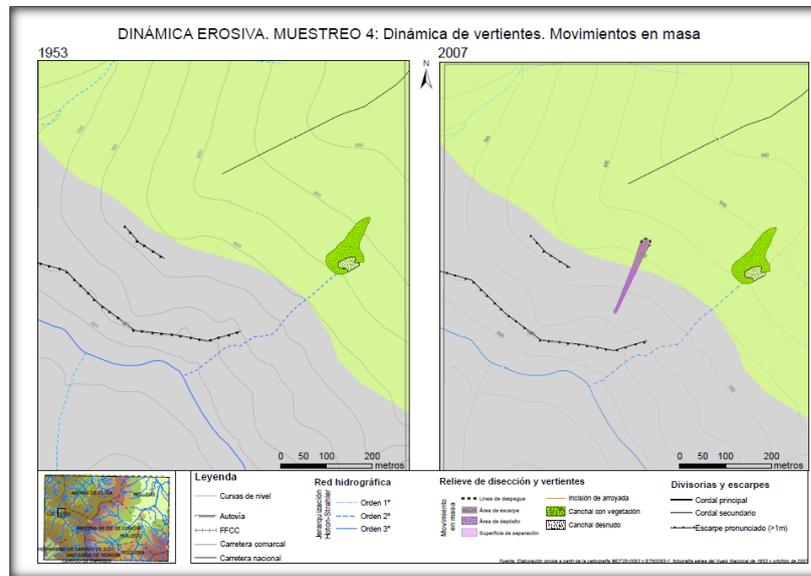
El siguiente de los muestreos refleja una de los tipos de movimientos en masa más comunes del área de estudio. La litología deleznable de este sector favorece este tipo de procesos, en donde la heterogeneidad de materiales (conglomerados de areniscas limolitas y arcillas)

Debido a sus características morfológicas, podría considerarse una colada de barro o flujo de derrubios, dada la fluidez de sus materiales.

Este tipo de movimientos de masa son los más frecuentes pero los que dejan una menor huella debido a la facilidad ser recubiertos por la vegetación o incluso de rellenados por materiales.

Estas formas de relieve se desarrollan más frecuentemente en episodios de precipitaciones extremas, sobre todo cuando ocurre en un periodo de precipitaciones abundantes, en donde la escorrentía es mayor agravando los corrimientos de tierra.

Figura 2.16: Muestreo número 4<sup>39</sup>



Fuente: Elaboración propia

### ***Muestreo número 5: Dinámica de vertientes. Canchales***

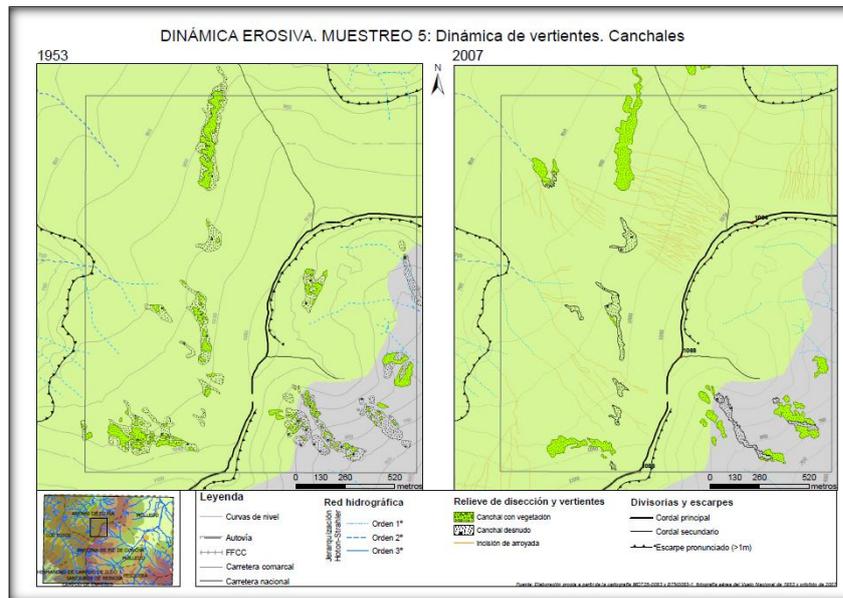
EL siguiente muestreo ubicado entre los límites entre las montañas medias calcárea y silícea, muestra el desarrollo de una serie de canchales en donde los cambios apreciables se deben fundamentalmente al recubrimiento vegetal. El aumento de la vegetación entre el año 1953 y el 2007 refleja una mayor estabilización de estos canchales, permitiendo así su ocupación.

Los canchales presentan una forma alargada y compacta, existiendo conjuntos importantes. Debido a la diferencia en cuanto a las pendientes, son más frecuentes en la cara norte de este cordal, en donde la pendiente no es tan pronunciada, permitiendo de esta manera su depósito más o menos estable, desarrollando de esta manera su vegetación

La estabilización de los canchales es producto de una ralentización de los procesos erosivos que disminuyen el desprendimiento de derrubios.

<sup>39</sup> Cartografía disponible en el Capítulo ANEXOS

Figura 2.17: Muestreo número 5<sup>40</sup>



Fuente: Elaboración propia

A pesar de que existan áreas no señaladas en el año 2007 y que si aparecen en 1953, se debe a la dificultad para señalar los elementos debido a la importante cobertura vegetal que existe en el último periodo.

### ***Muestreo número 6: Dinámica de vertientes. Canchales***

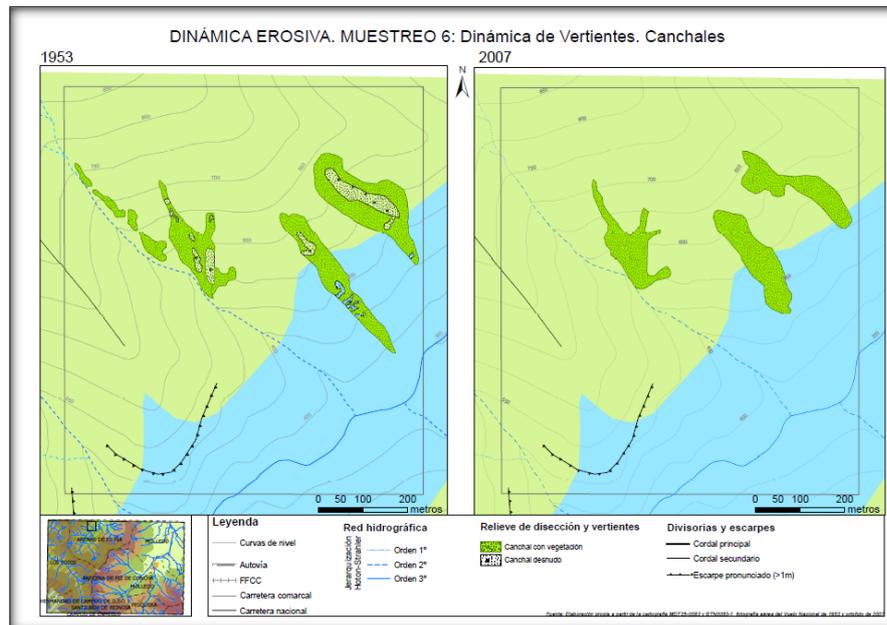
El siguiente de los muestreos se encuentra ubicado junto al valle calcáreo de los Llares y la montaña media silíceo de Bárcena Mayor.

En este muestreo al igual que el anterior, los canchales han evolucionado desde el punto de partida, (1953), aumentando su recubrimiento vegetal, llegando en este caso a no ofrecer sectores de canchal desnudo. Esto supone que la dinámica de estas vertientes se ha frenado de modo sustancial, permitiéndose así dicha colonización.

En el año 2007 los canchales son poco visibles en su mayor extensión, reduciéndose a las áreas centrales en donde las partes visibles ya han sido invadidas por la vegetación.

<sup>40</sup> Cartografía disponible en el Capítulo ANEXOS

Figura 2.18: Muestreo número 6<sup>41</sup>



Fuente: Elaboración propia

### **Muestreo número 7: Dinámica de vertientes. Cabecera torrencial**

El séptimo muestreo se encuentra ubicado junto el pico Los Agudos, límite entre las montañas calcárea y silícea, en donde la litología deleznable permite el desarrollo de estos procesos.

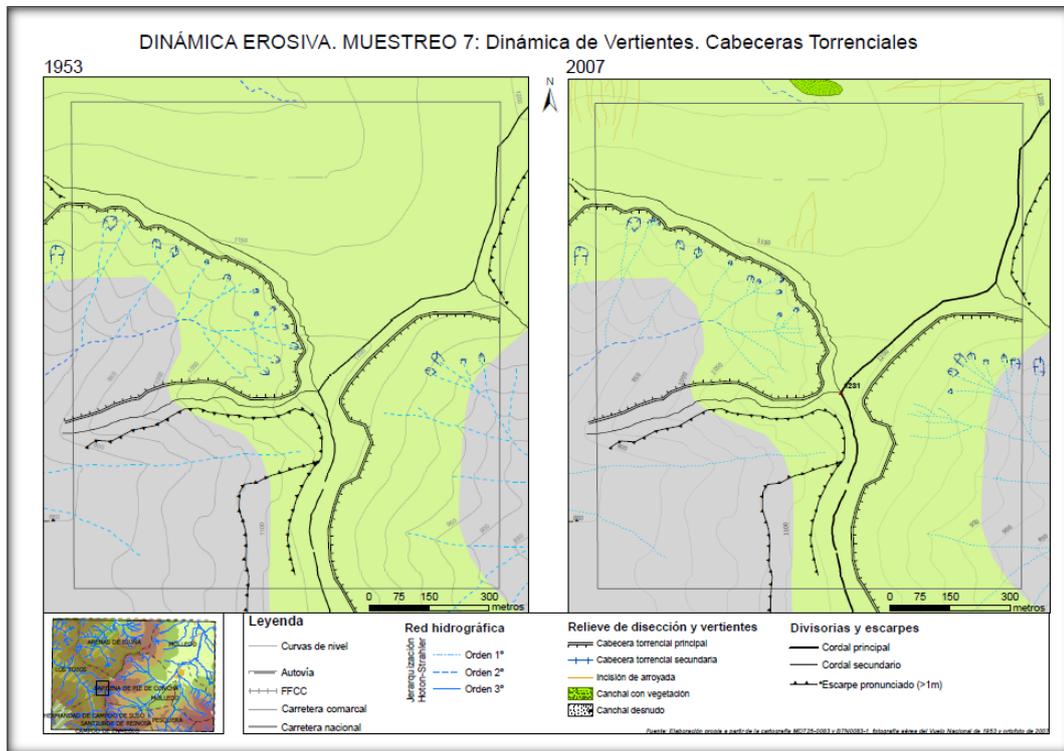
En este muestreo puede observarse que las cabeceras torrenciales experimentan una constante erosión, facilitada por la incisión fluviotorrencial, ya que proporciona energía para el retroceso de las cabeceras, esta erosión a medida que se acentúa genera una ramificación, en cabeceras a su vez más pequeñas. Del mismo modo se despliega un proceso de incisión torrencial en los lechos, desarrollándose a lo largo del perfil torrencial

Este tipo de erosión es producto fundamentalmente de los episodios de precipitaciones extremas.

El siguiente muestreo muestra que las cabeceras inicialmente desarrolladas en el 1953 se han multiplicado en sus tramos más altos, pasando de una a 4 ramificaciones en algunos de los casos. En otro caso (al este), la cabecera torrencial a experimentado un desarrollo de 4 a 8 cabeceras. Algunas de estas cabeceras no se muestran en el año 2007 debido a la aparición de vegetación que dificulta su identificación.

<sup>41</sup> Cartografía disponible en el Capítulo ANEXOS

Figura 2.19: Muestreo número 7<sup>42</sup>



### ***Muestreo número 8: Dinámica de vertientes. Cabecera torrencial***

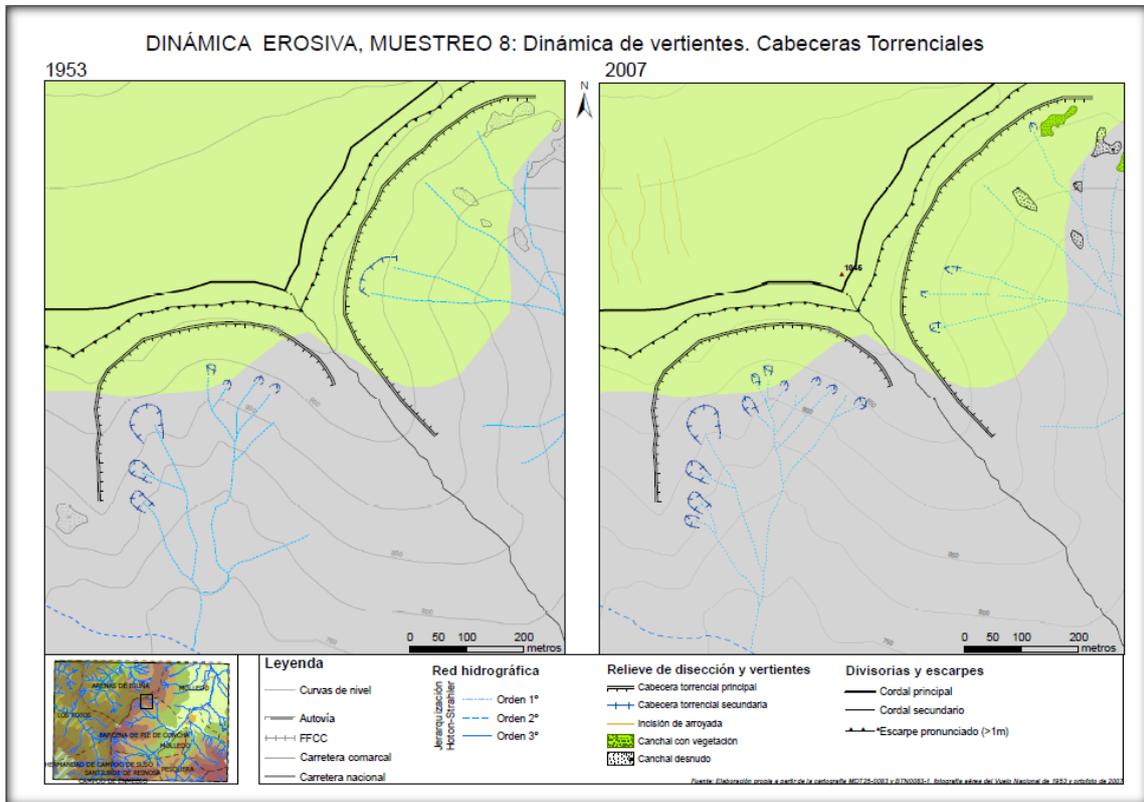
En último muestreo ubicado próximo al cueto Navajos, presenta el límite entre las montañas calcárea y silíceas, de litología deleznable favoreciendo estos procesos.

Del mismo modo que el anterior las cabeceras torrenciales experimentan una constante erosión (acción fluviotorrencial) proporcionando energía para el retroceso de las cabeceras, acentuando la ramificación en cabeceras cada vez más pequeñas.

Las cabeceras han desarrollado un mayor número de ramificaciones, aumentando la superficie afectada y produciéndose un retroceso de las cabeceras. En este caso, el año 1953 mostraba un total de 7 cabeceras torrenciales, pasando al 2007 a 12. Este ejemplo refleja el alto desarrollo que ha experimentado el sector, y la importancia de los episodios de precipitaciones excepcionales.

<sup>42</sup> Cartografía disponible en el Capítulo ANEXOS

Figura 2.20: Muestreo número 8<sup>43</sup>



*Fuente: Elaboración propia*

<sup>43</sup> Cartografía disponible en el Capítulo ANEXOS

### 3. CONCLUSIONES

El estudio de las características litoestructurales y del relieve nos permite definir las unidades geomorfológicas de las que se compone el medio, conociendo detalladamente los elementos fundamentales que lo caracterizan, en donde tanto la resistencia litológica, su naturaleza y el relieve determinan enormemente la presencia de distintas formas de relieve.

Estos elementos se encuentran acompañados de la acción que ejercen los elementos climáticos y la red hidrográfica en este medio físico, modelando y desarrollando una dinámica erosiva muy diversificada en el espacio y constante en el tiempo.

Esta dinámica funciona de forma diferente dependiendo de su tipología.

La montaña media cantábrica tiene una variada morfología, afectada por la dinámica de procesos erosivos complejos. La heterogeneidad de las formas del relieve y su dinámica erosiva, se muestra a través de la sucesión de cordales calcáreos de importante desarrollo en la dinámica de vertientes, con áreas de fondo de valle en donde la dinámica erosiva es lineal además de intensa y muy rápida siendo el río el principal transformador del medio.

La construcción de estos medios de la montaña está principalmente causada por la disección fluvial, que la importante red hidrografía ha modelado a lo largo del tiempo.

Estos ámbitos de desarrollo más o menos dinámicos, se mezclan con otros sectores en donde la dureza de sus materiales provoca un desarrollo aparentemente más lento, a pesar de esto la acción fluvial ha generado imponentes formas del relieve como son las hoces silíceas del Besaya.

Esta dinámica modeladora del medio a pesar de ser lenta es constante en el tiempo, estando siempre acelerada por los fenómenos climáticos extremos, procesos de gran importancia en el desarrollo de las formas del relieve.

El estudio de la dinámica revela que existe una clara diferenciación en cuanto al desarrollo de los diferentes fenómenos, destacando aquellos de dinámica fluvial. Este hecho es apreciable en los muestreos realizados en el fondo de valle, en donde los cambios en las formas de relieve son significantes.

Este tipo de dinámica ha presentado un desarrollo en el que la jerarquización de los cauces es clara, dominando por lo general el depósito de sedimentos frente a la erosión, apareciendo cauces abandonados en donde anteriormente discurría el agua.

En el caso de la dinámica de las vertientes, el desarrollo es más complejo pero se manifiesta una tendencia clara a la colonización vegetal de los canchales y pedreras, revelando cierta estabilización de las vertientes, combinada con pequeños movimientos en masa, ocasionados en gran medida por fenómenos climatológicos extremas.

Los resultados obtenidos con el presente proyecto dejan abierto varias líneas de trabajo, existiendo la posibilidad de desarrollar un análisis en mayor profundidad que resuelva alguna de las cuestiones en las que no menos hemos enfatizado con profundidad, siendo el presente trabajo el punto de partida, tanto conceptual como cartográfico para su desarrollo.

Su principal aplicación o línea de trabajo viene recogido como uno de los principales objetivos del propio proyecto, en donde se busca que sirva como base para la inmersión y aportación de un posterior estudio más sistemático y detallado de identificación de los elementos naturales de los paisajes. Este estudio buscaría la identificación de los elementos del paisaje centrándose en la montaña media cantábrica, ámbito estudio en el presenta proyecto.

La identificación de elementos físicos y su papel en las unidades paisajísticas es una tarea de gran envergadura, en la que intervienen los aspectos naturales, estudiados en gran parte en este proyecto, y que pueden servir de gran ayuda en su identificación, pero que además se incorporan otros muchos elementos no mencionados, como la vegetación, los usos del suelo, actividades humanas...

Otra de las posibles ramas de trabajo que permite desarrollar el presente proyecto, tiene que ver con el estudio de la dinámica erosiva. El proyecto hace un avance a través de los diferentes muestreos pudiendo desarrollar un estudio de mayor precisión y así conocer el diferente desarrollo de cada una de las tipologías de dinámica erosiva.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

ANCELL TRUEBA, Rafael y CÉLIS DÍAZ, Ramón. (2013)

*Termopluviometría de Cantabria durante el Periodo 1981-2010*. Edit. Publicaciones AEMET  
([http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/publicaciones/NT\\_10\\_AEMET/NT\\_10\\_AEMET.pdf](http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/publicaciones/NT_10_AEMET/NT_10_AEMET.pdf))

BARCENA ODRIOZOLA, P y PACHECO IBARS, S. (1995). Precipitaciones excepcionales en Cantabria. Distribución espacial y consecuencias. En: CREUS NOVAU, J. *Situaciones de riesgo climático en España*. Jaca (España) Edit. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC, Instituto Pirenaico de Ecología, pp. 117-128.

CENTENO CARRILLO, Juan de Dios y GARCÍA RODRIGUEZ, Manuel. (2005) El Papel de los Procesos Gravitacionales en los Relieves Graníticos: El Derrumbe de Peña Sirio. *Tecnología y Desarrollo* Vol 3. ISSN 1696-8085. Villanueva de la Cañada, Madrid

Consejería de Medio Ambiente de Cantabria y Universidad de Cantabria (2005) “*Estudio de Caudales Ecológicos de la Red Hidrográfica de Cantabria, Anejo VII Cuenca del Saja-Besaya*”. <http://www.emisarios.unican.es/dma/caudales/Anejo%20VII%20Cuenca%20del%20Saja-Besaya.pdf>

CUSTODIO GIMENA, Emilio y HUERGA RODRIGEZ, Argimiro. (2000). *Ciento Cincuenta Años 1849-1999. Estudio e Investigación en las Ciencias de la Tierra*. Madrid: Instituto Tecnológico GeoMinero de España, Ministerio de Ciencia y Tecnología.  
Edit: Grafistaff s.a. Pp. 19-34.

DELGADO VIÑAS, Carmen y GIL DE ARRIBA, Carmen (2008) .Dinámica y desarrollo territorial de la Montaña Cantábrica: el ejemplo de las comarcas cántabras de Campoo y Cabuérniga-Tudanca. *Ería* n°75. Págs. 53-76. ISSN: 02110563. Oviedo.

DÍEZ HERRERO, Andrés; LAIN HUERTA, Luis; y LLORENTE ISIDRO, Miguel. (2006) *Mapas de peligrosidad de avenidas e inundaciones. Métodos, experiencias y ampliación*. Madrid: Edit: Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, Serie: Medio Ambiente. Riesgos Geológicos n°7. Capítulo 11.

FERNAND JOLY (1997). *Glossaire de Geomorfología. Base de données sémiologiques pour la cartographie*. Paris (Francia). Edit. Masson/Armand Colin

FROCHOSO SÁNCHEZ, Manuel (1990). *Geomorfología del Valle del Nansa*. Santander: Edit. Universidad de Cantabria.

FROCHOSO SÁNCHEZ, Manuel y SIERRA ÁLVAREZ, José. (2004). La construcción de los mapas geológicos españoles del siglo XIX: Observación, conceptualización y representación. *Ería* n°64-65, pp.221-259. ISSN: 02110563. Oviedo.

FROCHOSO SÁNCHEZ, M. (2005). La Naturaleza de la montaña cantábrica: Un valor para conocer y para proteger. En: DELGADO VIÑAS, C (ed.). *La Montaña Cantábrica. Una montaña viva*. Santander: Servicio de publicaciones de la UC. Edit.: Gráficas Calima SA. pp. 61-70

FROCHOSO SÁNCHEZ, Manuel. (2006). Morfología y dinámica de las vertientes en el valle de Lamasón (Cantabria occidental). *Ería* n°70, pp.283-299. ISSN: 02110563. Oviedo (España)

FROLOVA, Marina (2009). La Evolución reciente de las políticas de paisaje en España y el convenio europeo del paisaje. *Proyección*, n°6. ISSN: 0478-6378. Mendoza (Argentina)

KOTTEK Markus; GRIESER, Jürgen; BECK, Christoph; RUDOLF, Bruno; y RUBEL Franz. (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification. *Meteorologische Zeitschrift*. Vol.15, No.3, pp.259-263. ISSN: 0941-2948 ISSN online: 1610-1227. Stuttgart (Alemania)

LÓPEZ BERMÚDEZ, Francisco; RUBIO RECIO, José Manuel y CUADRAT; José M<sup>a</sup>. (1992). *Geografía Física*. Madrid: Edit. Ediciones Cátedra, S.A.

MATA OLMO, Rafael y SANZ HERRÁIZ, Concepción. (2002). *Atlas de los Paisajes de España*. Madrid: Convenio entre la Secretaría de Estado de Aguas y Costas del Ministerio de Ambiente y la Universidad Autónoma de Madrid.

MATA OLMO, Rafael. (2005). El Paisaje, Patrimonio y Recurso: Una oportunidad para la montaña cantábrica. En: DELGADO VIÑAS, Carmen (ed.). *La Montaña Cantábrica. Una montaña viva*. Santander: Edit. Gráficas Calima S.A. Pp.39-59.

PEÑA MONNÉ, José Luis. (1997). *Cartografía Geomorfológica Básica y Aplicada*. Logroño Edit. Geoforma Ediciones.

PÉREZ ALBERTI, Augusto y LÓPEZ BEDOYA, Juan. (2006) “*Geomorfología y Territorio. Actas de la IX Reunión Nacional de Geomorfología*”. Santiago de Compostela : Edit. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico de la Universidad de Santiago de Compostela.

PÉREZ-GONZÁLEZ, Alfredo; VEGAS, Juana y MACHADO, María J. (2002) *Aportaciones a la Geomorfología de España en el Inicio del Tercer Milenio*. Madrid Edit: B&A Ediciones para Instituto Geológico y Minero de España.

QUIRÓS LINARES, Francisco y FERNÁNDEZ GARCÍA, Felipe. (1996). Los Orígenes de la fotografía aérea en España. El Servicio de Aerostación Militar (1896-1913). *Ería n°41*. pp. 173-188. ISSN: 02110563. Oviedo (España)

RAMON, X. y CALVET, F. (1987). Estratigrafía y Sedimentología del Muschelkalk Inferior del Dominio Monseny-Llobregat (Catalanides). *Estudios Geológicos Vol.43*, N° 5-6. ISSN: 0367-0449 Madrid (España)

RASILLA ÁLVAREZ, Domingo Fernando, (1994). Los Regímenes de precipitación en el norte de la Península Ibérica. *Estudios geográficos. Vol.55*, N° 214, pp.151-181. ISSN: 0014-1496. Madrid (España)

RODRÍGUEZ GUITIÁN, Manuel A. y RAMIL-REGO, Pablo (2007). Clasificaciones climáticas aplicadas a Galicia: revisión desde una perspectiva biogeográfica. *Recursos Rurais. Vol1*. N°3, pp.31-53. ISSN-e 1885-5547. Santiago de Compostela (España)

VIEDMA MUÑOZ, Manuel. (2005) El régimen de Vientos en la Cornisa Cantábrica  
*Nimbus: Revista de climatología, meteorología y paisaje* n°15-16, pp.203-222.  
ISSN 1139-7136. Almería (España)

Otras fuentes

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. IGME

<http://www.igme.es/museo/historia.htm>

MEDIO AMBIENTE CANTABRIA <http://dma.medioambientecantabria.es>

## CARTOGRAFÍA

Instituto Geográfico Nacional **MDT25-0083**. (Modelo Digital del Terreno 1:25 000) Hoja 0083 Molledo. Centro de descargas del IGN (Instituto Geográfico Nacional). [www.ign.es](http://www.ign.es)

Mapa Geológico de España serie Magna 1:50 000m, Hoja 83 Reinosa. **VRF\_MAGNA50-83**. Centro de descargas del IGME (Instituto Geológico y Minero Español). Memoria elaborada por COMPAÑÍA GENERAL DE SONDEOS S.A. (C.G.S.) mediante la dirección y supervisión del Instituto Geológico y Minero Español en 1978.

## FOTOGRAFÍA AÉREA Y ORTOFOTOS

**Fotografía aérea del Vuelo Catastral de 1953** realizado por el Ministerio de Hacienda.

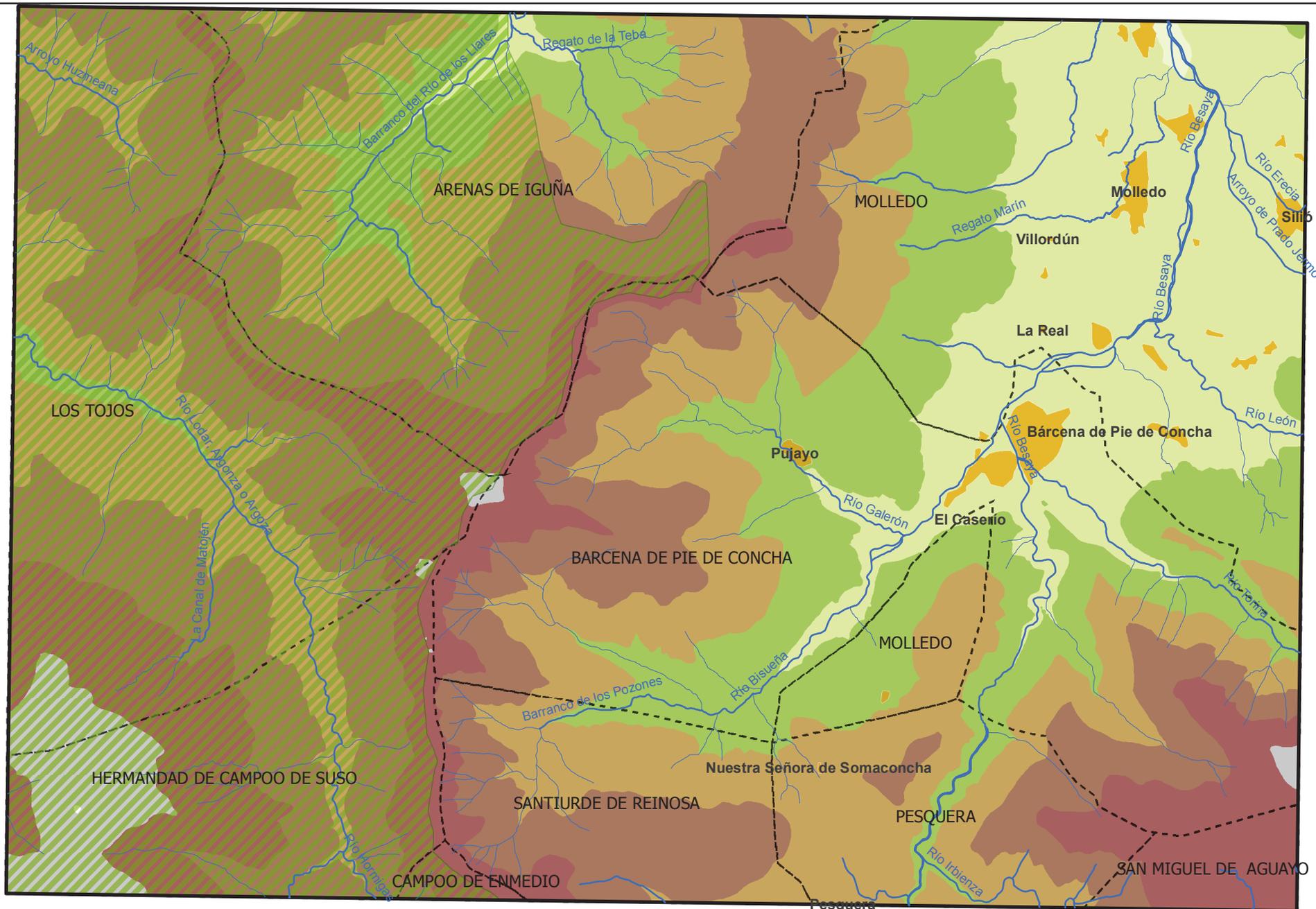
**Ortofoto de 2007 (PNOA-MA-OF- ETRS89-HU30-h50-0083)** disponible en el Instituto Geográfico Nacional, la cual se presenta a una alta resolución y actualidad. Se encuentra representado en sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM en su huso correspondiente

## 5. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Valle del Besaya desde Pico San Pedro .....	9
Figura 1.2: Área de Estudio .....	11
Figura 2.1: Mapa de Altitudes .....	14
Figura 2.2: Alineaciones de los principales cordales y ríos .....	16
Figura 2.3: Mapa de Pendientes .....	18
Figura 2.4: Sectores de pendiente homogénea .....	20
Figura 2.5: Mapa de Orientaciones .....	21
Figura 2.6: Mapa de Resistencia y naturaleza litológica .....	28
Figura 2.7: Sectores litológicos .....	29
Figura 2.8: Mapa de la red hidrográfica .....	35
Figura 2.9: Distribución de las unidades geomorfológicas y las formas de relieve .....	42
Figura 2.10: Canchal cubierto de vegetación en las estribaciones de Pujayo .....	45
Figura 2.11: Nicho de despegue en las proximidades de Somaconcha .....	46
Figura 2.12: Cabecera torrencial del barranco de los Pozones, próximo a Somaconcha .....	47
Figura 2.13: Muestreo número 1 .....	50
Figura 2.14: Muestreo número 2 .....	51
Figura 2.15: Muestreo número 3 .....	52
Figura 2.16: Muestreo número 4 .....	54
Figura 2.17: Muestreo número 5 .....	55
Figura 2.18: Muestreo número 6 .....	56
Figura 2.19: Muestreo número 7 .....	57
Figura 2.20: Muestreo número 8 .....	58
Gráfico 2.1: Climodiagrama Santander .....	32
Gráficos 2.2 y 2.3: Climodiagramas de Bárcena Mayor y Pesquera .....	32
Gráfico 2.4: Caudales de los ríos Argonza y Besaya .....	36
Tabla 2.1: Resistencia y naturaleza de los materiales .....	27

## 6. ANEXOS

# ÁREA DE ESTUDIO



**Legenda**

- Área de estudio
- Parque Natural Saja-Besaya
- Límites municipales
- Núcleos de población
- Red Hidrográfica

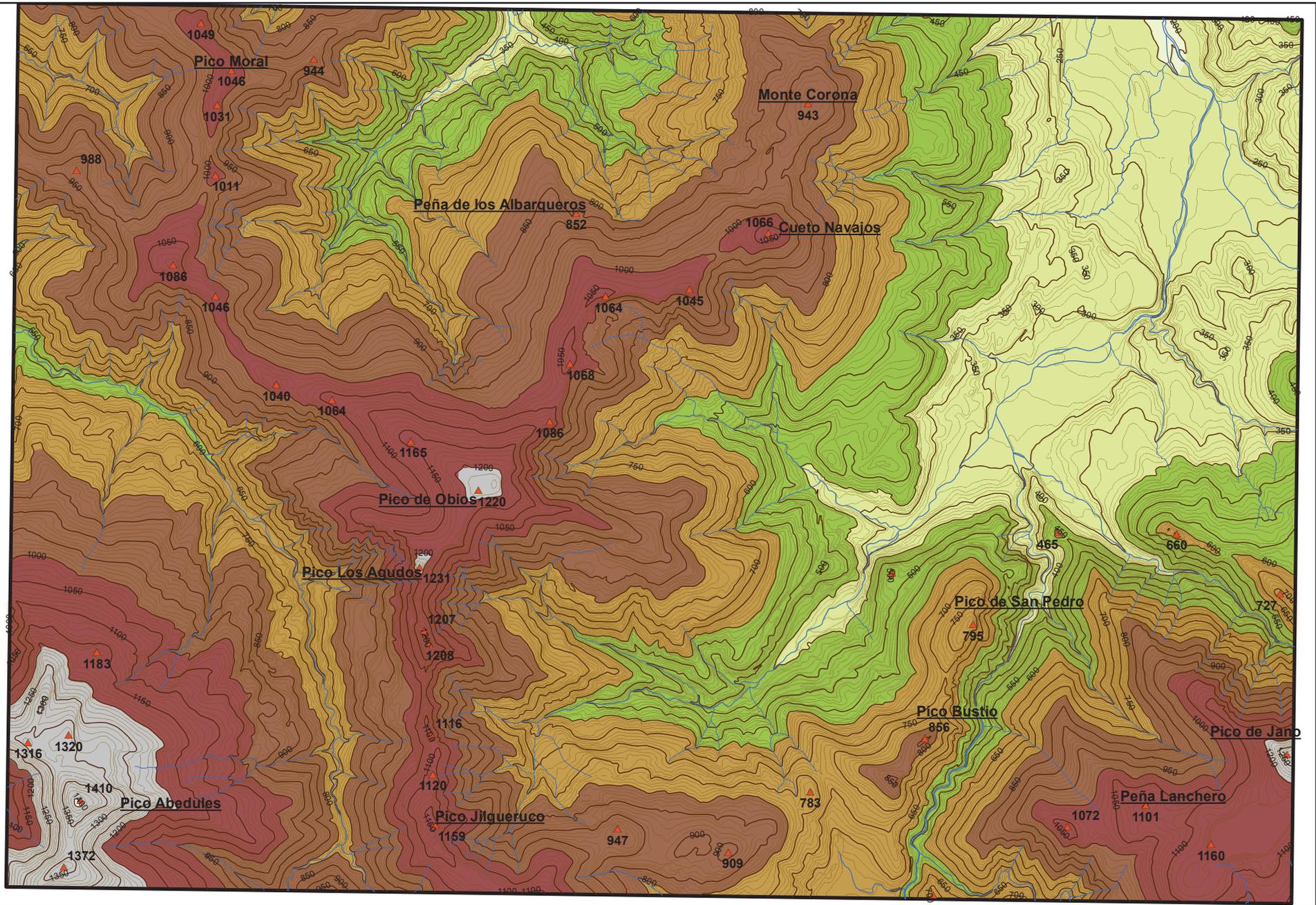
Altitud	Color
1400 - 1410	Dark Grey
1200 - 1400	Light Grey
1000 - 1200	Dark Brown
800 - 1000	Medium Brown
600 - 800	Light Brown
400 - 600	Light Green
200 - 400	Yellow-Green
< 200	Light Yellow

**MOLLEDO** - Nombre de municipio o mancomunidad  
**Molledo** - Núcleo de población  
**Río Besaya** - Ríos y arroyos



Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía MDT25-0083 y BTN0083-1

# MAPA DE ALTITUDES

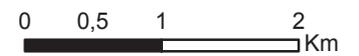
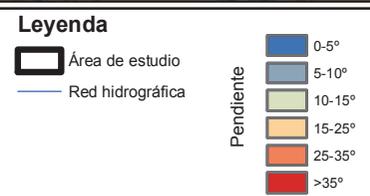
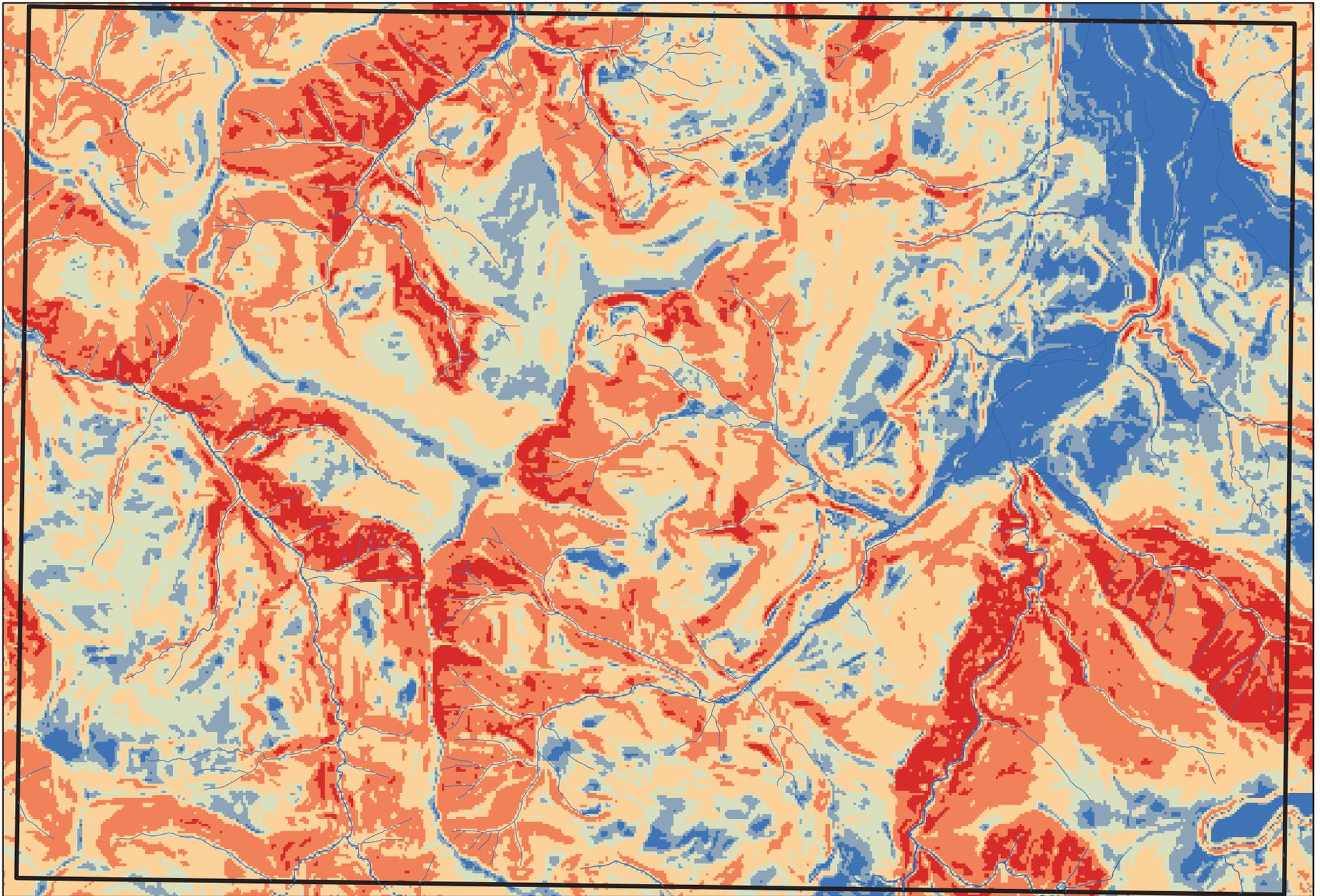


Leyenda	
	Área de estudio
	Red hidrográfica
	Curvas de nivel
	Puntos de cota
Altitud	
	1400 - 1410
	1200 - 1400
	1000 - 1200
	800 - 1000
	600 - 800
	400 - 600
	200 - 400
	< 200



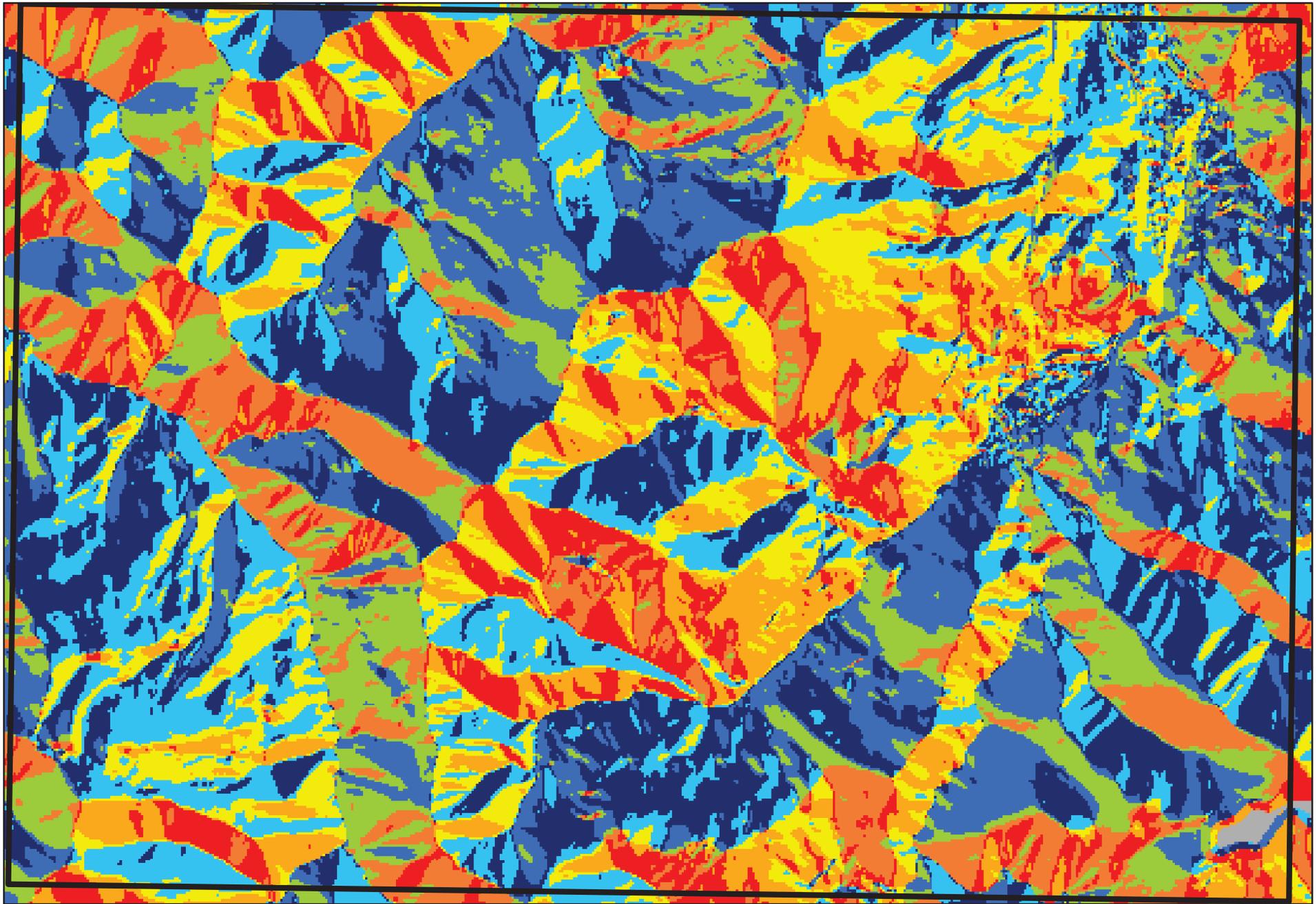
Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía MDT25-0083 y BTN0083-1, y Ortofotografía PNOA\_MA\_FO\_ETRS89\_HU30\_h50\_0083

# MAPA DE PENDIENTES



Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía MDT25-0083 y BTN0083-1

# MAPA DE ORIENTACIONES



**Leyenda**

▭ ÁREA DE ESTUDIO

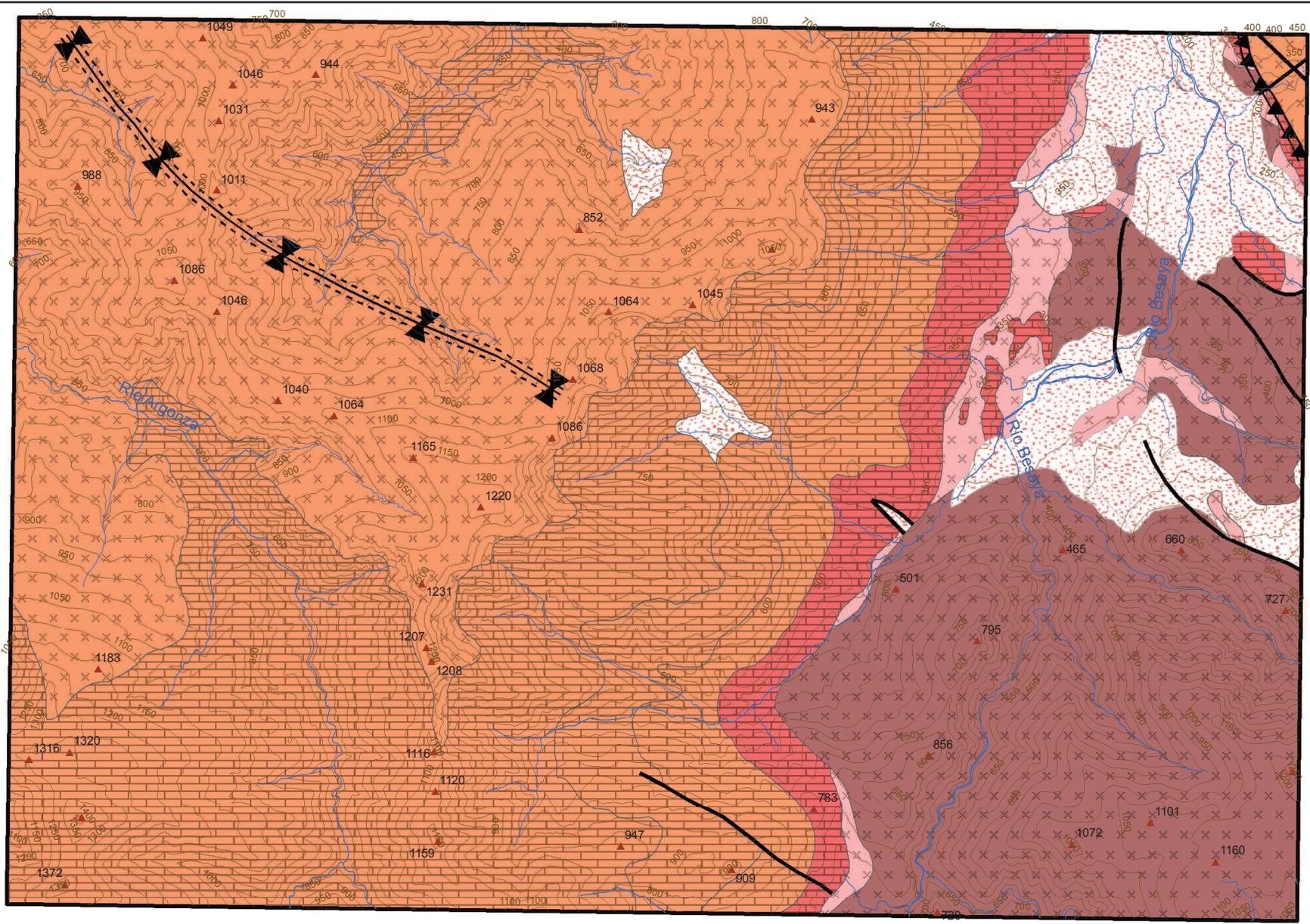
**ORIENTACIONES**

Noroeste	Norte	Noreste
Oeste	Plano	Este
Suroeste	Sur	Sureste



Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía MDT25-0083 y BTN0083-1

# RESISTENCIA Y NATURALEZA LITOLÓGICA



## Leyenda

- ▲ Puntos de cota
- Red hidrográfica
- Curvas de nivel
- Área de estudio
- Muy resistente
- Resistente
- Deleznable
- Suelto
- Material Detrítico superficial
- ▨ Carbonatada
- ▨ Silicea

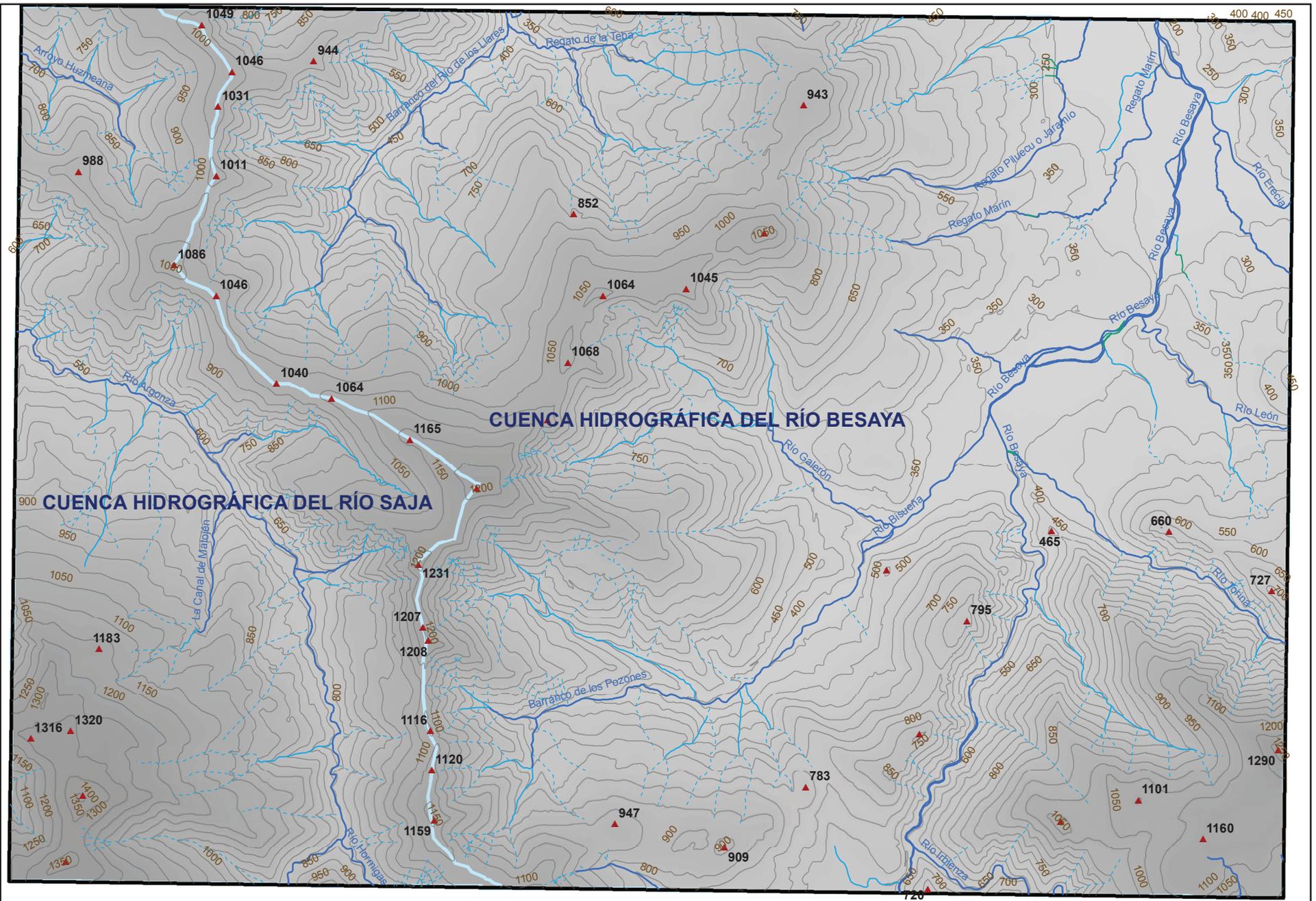
## Estructuras

- ▬ Diapiro
- Falla
- ▬ Sinclinal

0 0,5 1 2 Km

Fuente: Elaboración propia a partir del Mapa geológico de España serie Magna, 83 Reinosa.

# RED HIDROGRÁFICA



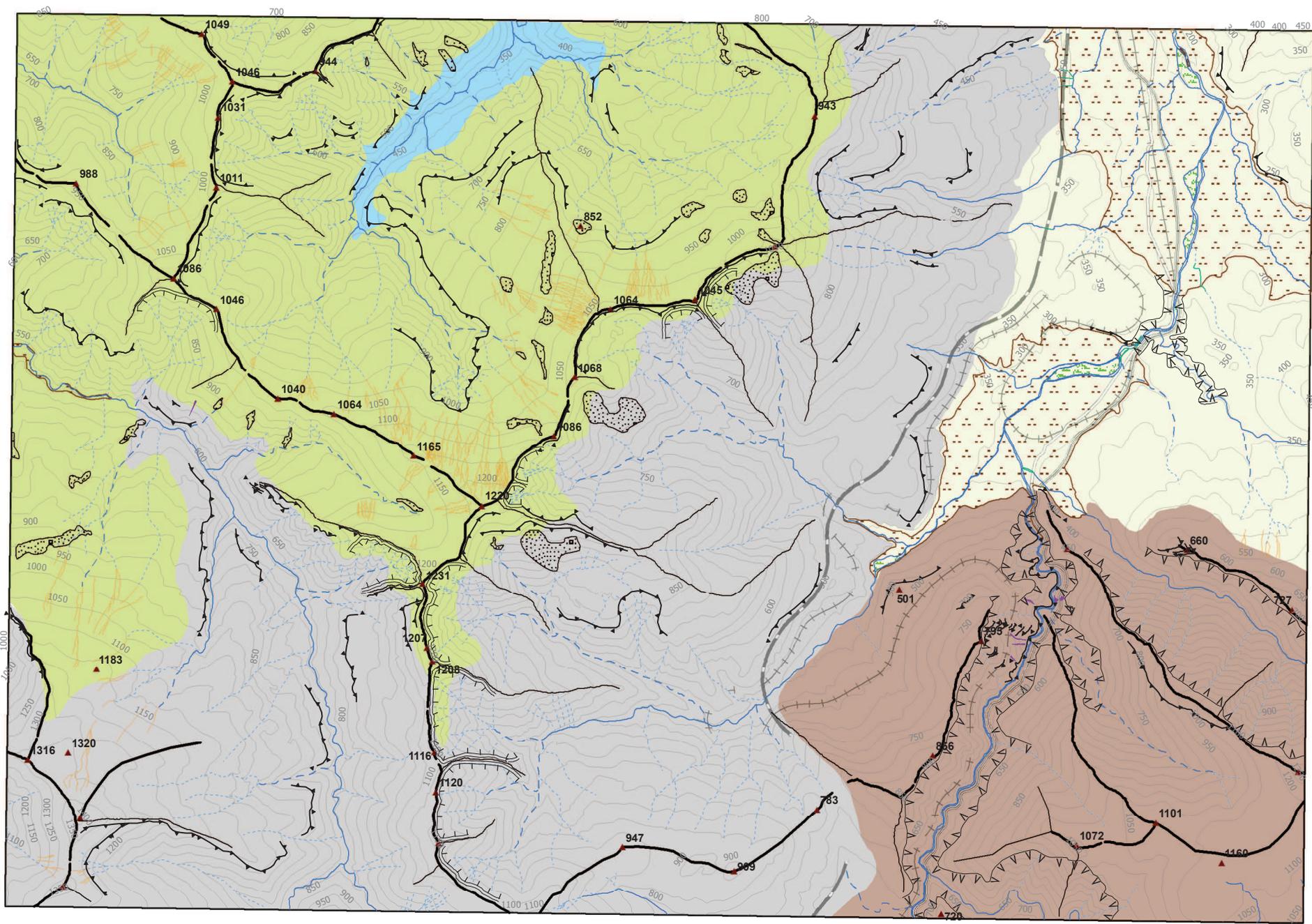
**Leyenda**

Puntos de cota	Corriente primer orden
Curva de nivel	Corriente segundo orden
Área de estudio	Corriente tercer orden (Sistema Horton-Strahler)
Delimitación cuenca hidrográfica	Cauce artificial



Fuente: Elaboración propia a partir de cartografía MDT25-0083 y BTN0083-1, y Ortofoto PNOA\_MA\_OF\_ETRS89\_HU30\_h50\_0083

# MAPA DE FORMAS DE RELIEVE



## Legenda

### Unidades Geomorfológicas

- HOCES SILICEAS DEL BESAYA
- MONTAÑA MEDIA CALCÁREA BESAYA-ARGONZA
- MONTAÑA MEDIA SILICEA DE BÁRCENA MAYOR
- VALLE CALCÁREO DE LOS LLARES
- LLANAS DEL BESAYA

- Cúlmación
- Curvas de nivel
- Autovía
- FFCC
- Carretera Comarcal
- Carretera Nacional

- ### Red hidrográfica
- Primer orden
  - Segundo orden
  - Tercer orden
  - Cuace artificial

- ### Divisoria y escarpes
- Cordal principal
  - Cordal secundario
  - Escarpe pronunciado (> 1m)

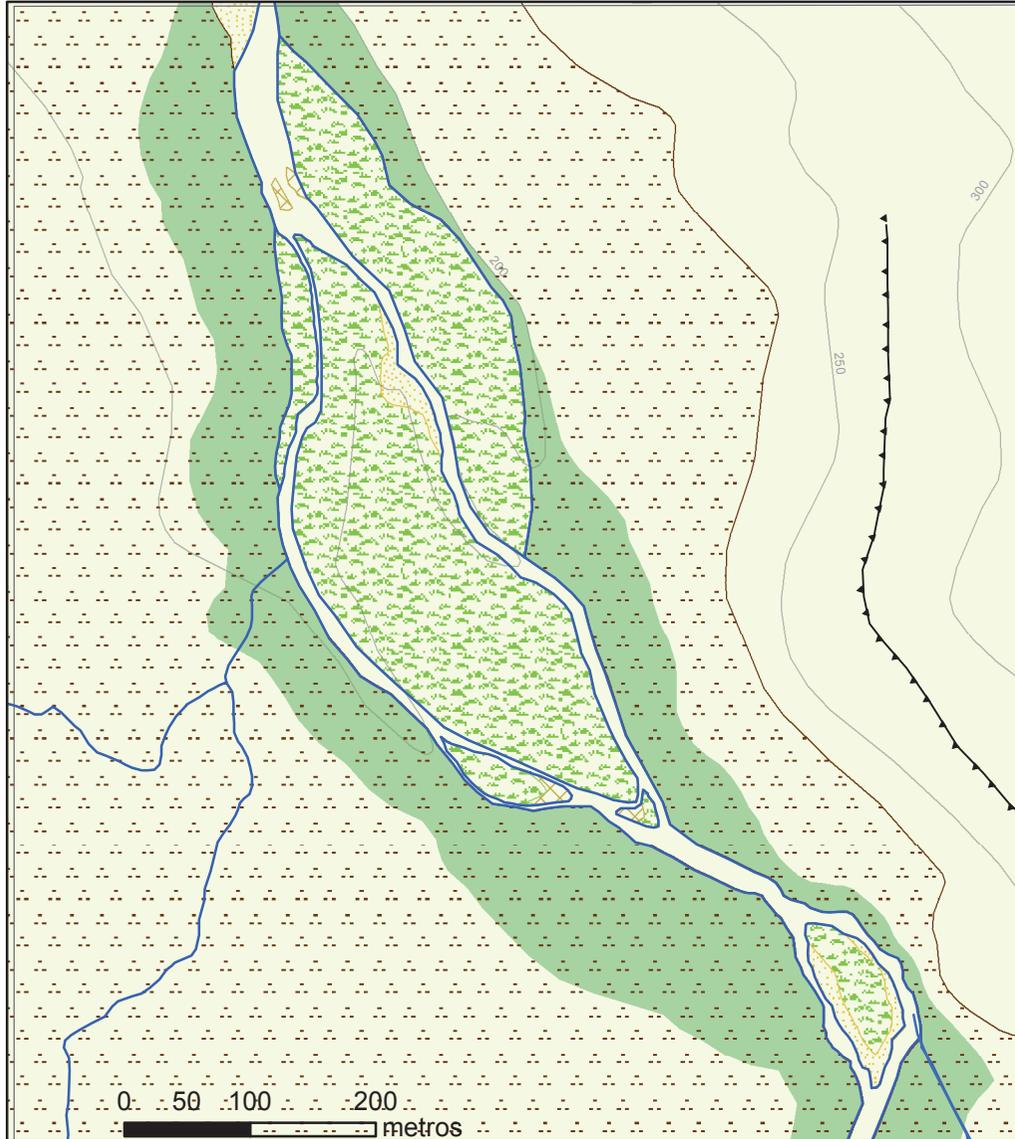
- ### Relieves de disección y vertientes
- Cabecera torrencial
  - Incisión de arroyada
  - Garganta
  - Canchales
  - Movimiento en masa

- ### Cauces y acumulación aluvial
- Relleno de fondo de valle
  - Bancos laterales
  - Islas

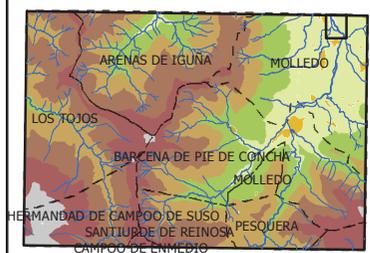
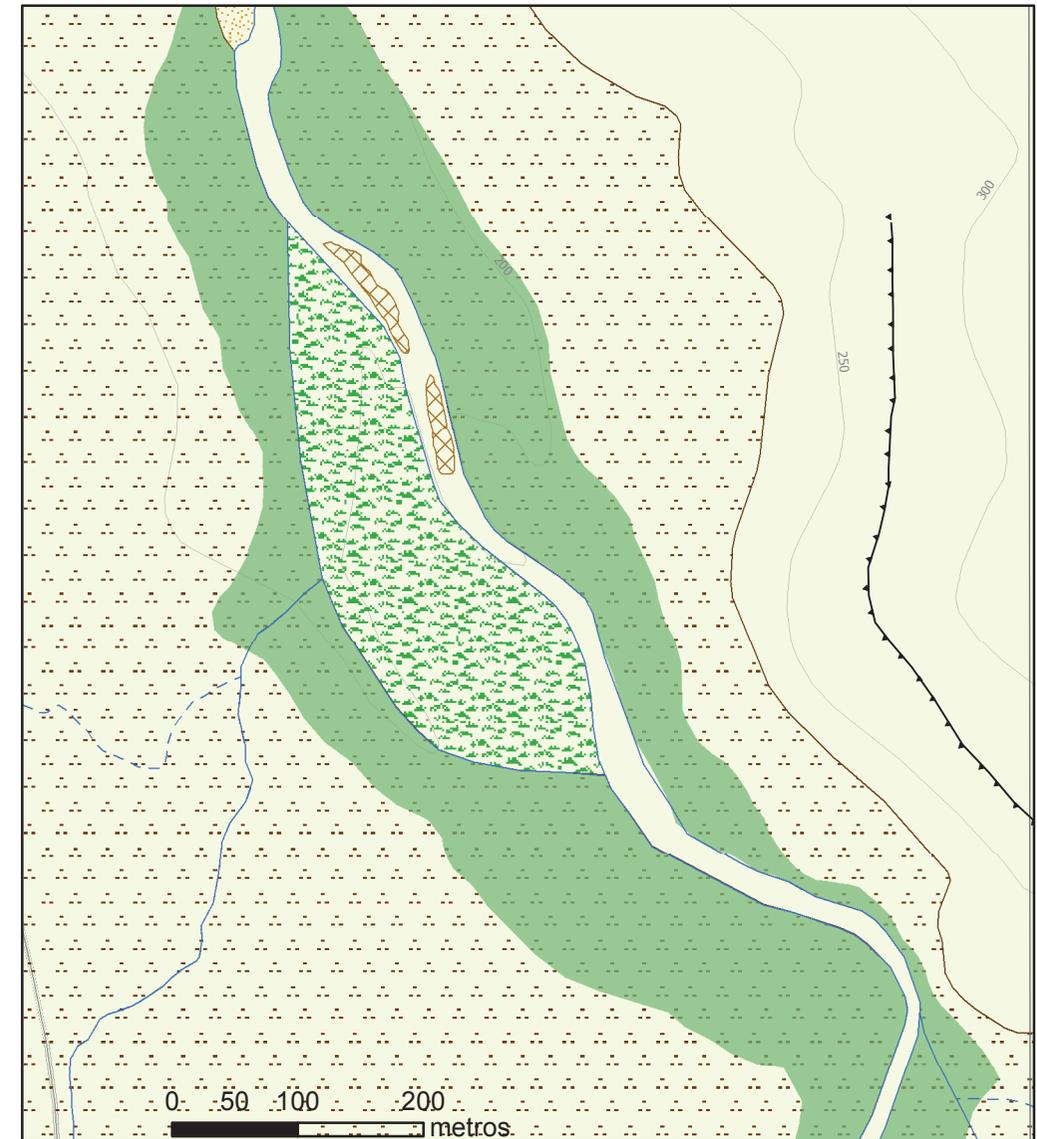


# DINÁMICA EROSIVA. MUESTREO 1: Dinámica fluvial de fondo de valle

1953



2007



## Legenda

- Curvas de nivel
- Autovía
- FFCC
- Carretera comarcal
- Carretera nacional

## Red hidrográfica

- Jerarquización  
Hoton-Strahler
- Orden 1°
  - Orden 2°
  - Orden 3°

## Cauces y acumulación aluvial

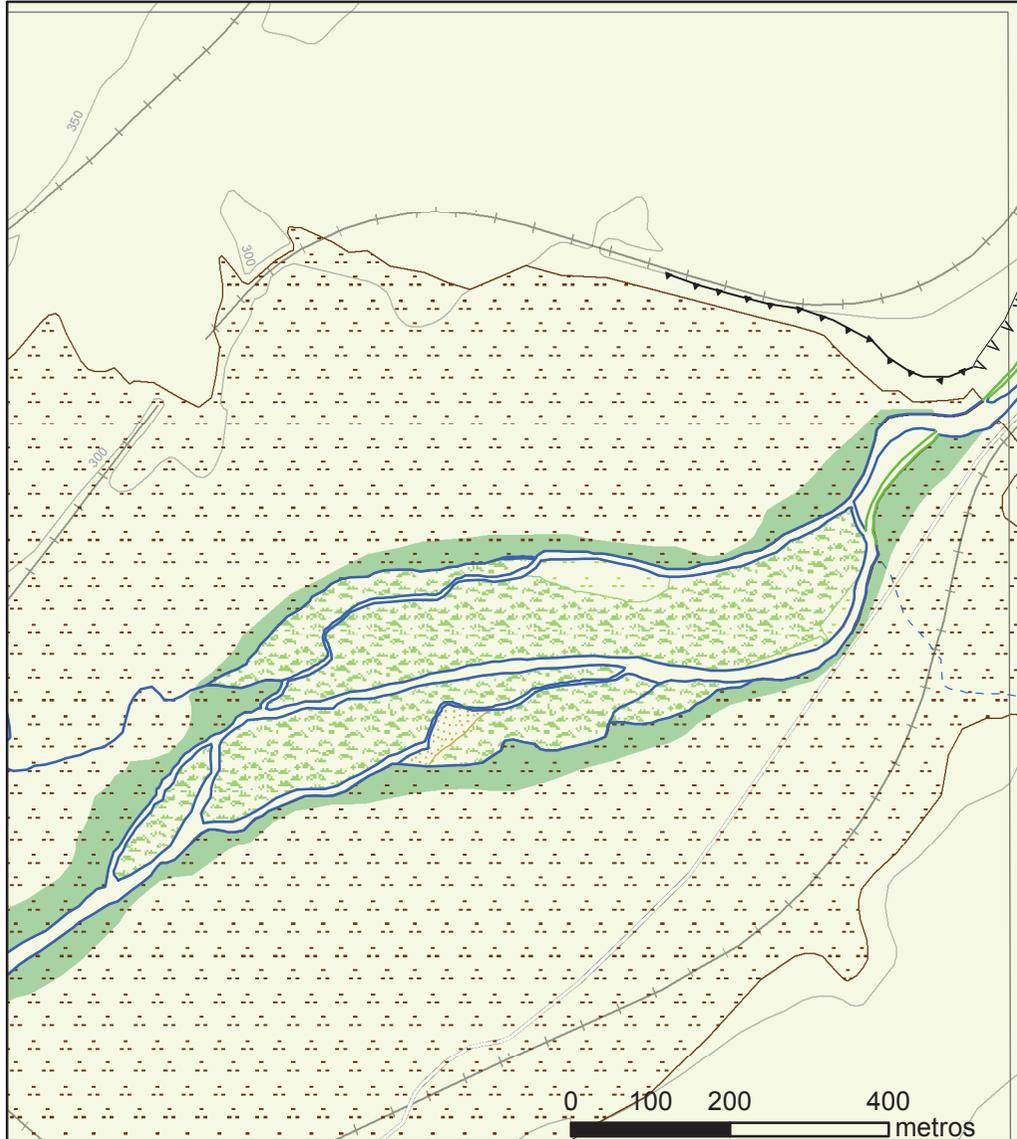
- Relleno de fondo de Valle
- Llanura de inundación
- Banco central
- Banco lateral
- Islas

## Divisorias y escarpes

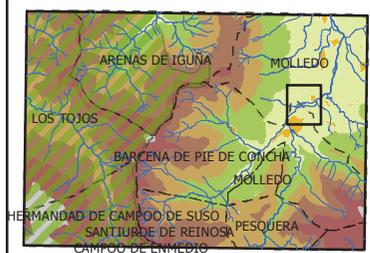
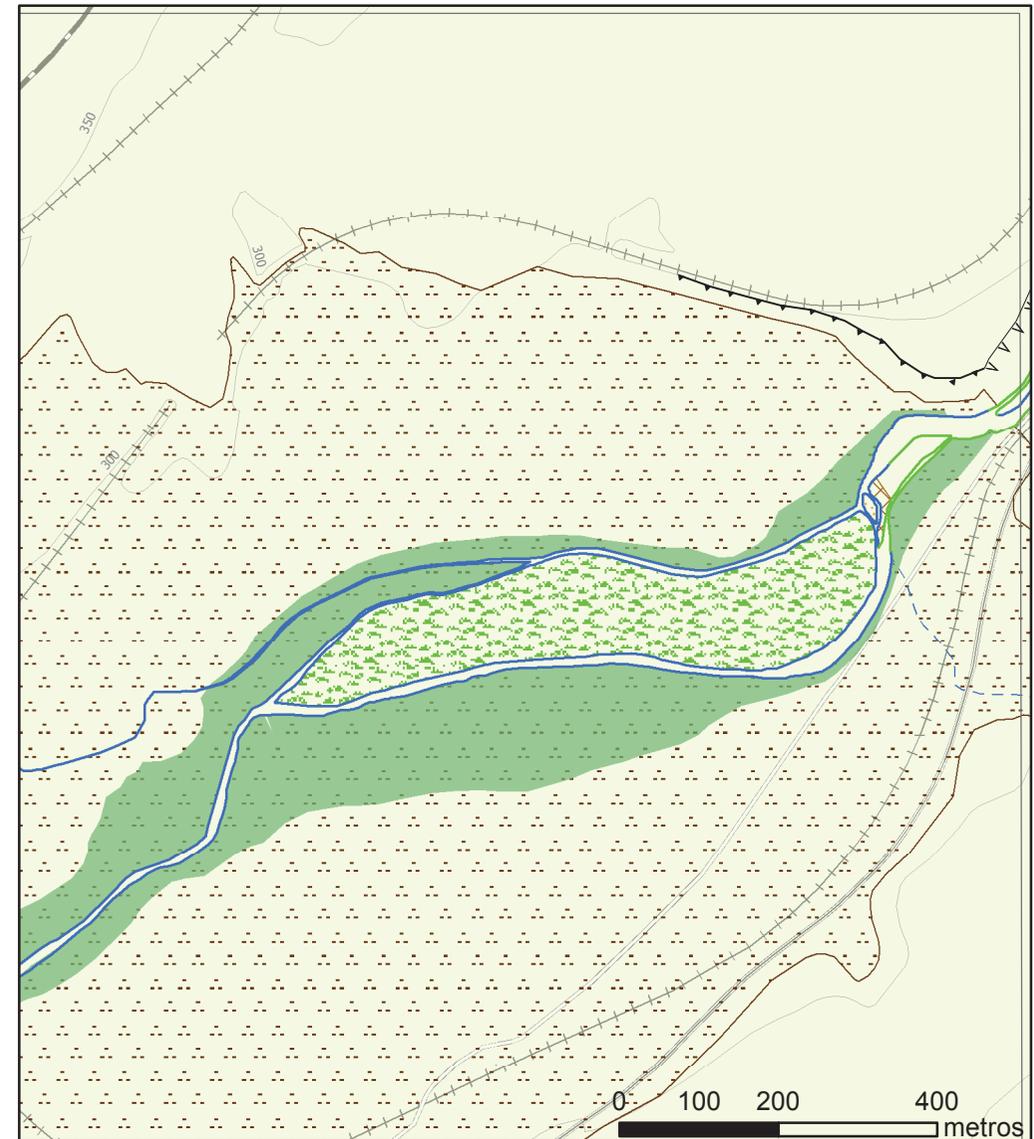
- Escarpe pronunciado (>1m)
- Cordal principal
- Cordal secundario

# DINÁMICA EROSIVA. MUESTREO 2: Dinámica fluvial de fondo de valle

1953



2007



## Leyenda

- Curvas de nivel
- Autovía
- FFCC
- Carretera comarcal
- Carretera nacional

## Red hidrográfica

- Jerarquización  
Hoton-Strahler
- Orden 1°
  - Orden 2°
  - Orden 3°
  - Cuace artificial

## Cauces y acumulación aluvial

- Relleno de fondo de Valle
- Llanura de inundación
- Banco central
- Banco lateral
- Islas

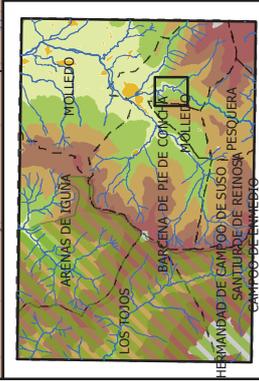
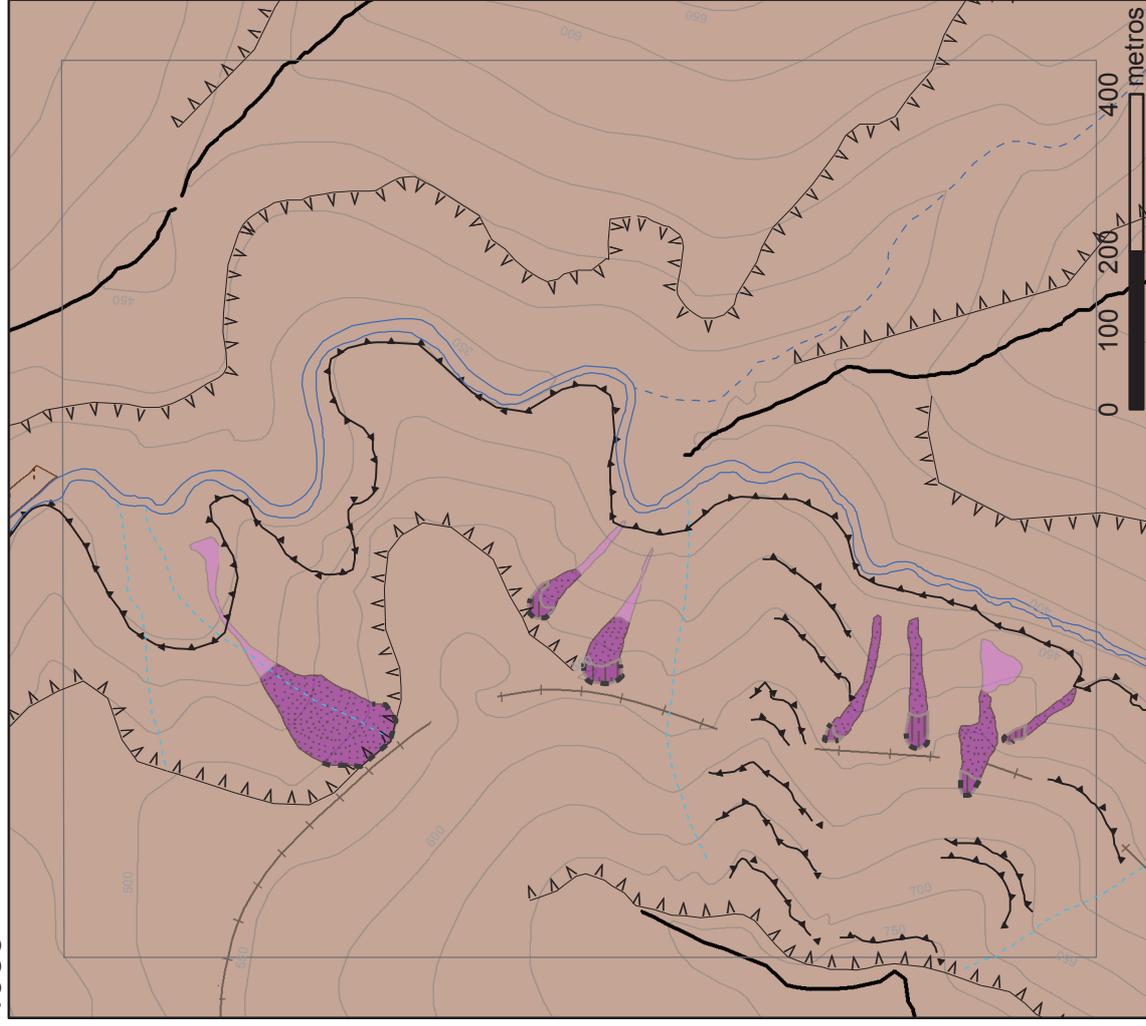
## Divisorias, escarpes y gargantas

- Escarpe pronunciado (>1m)
- Cordal principal
- Cordal secundario
- Gargantas

# DINÁMICA EROSIVA. MUESTREO 3: Dinámica de Vertientes. Movimientos en masa

1953

2007

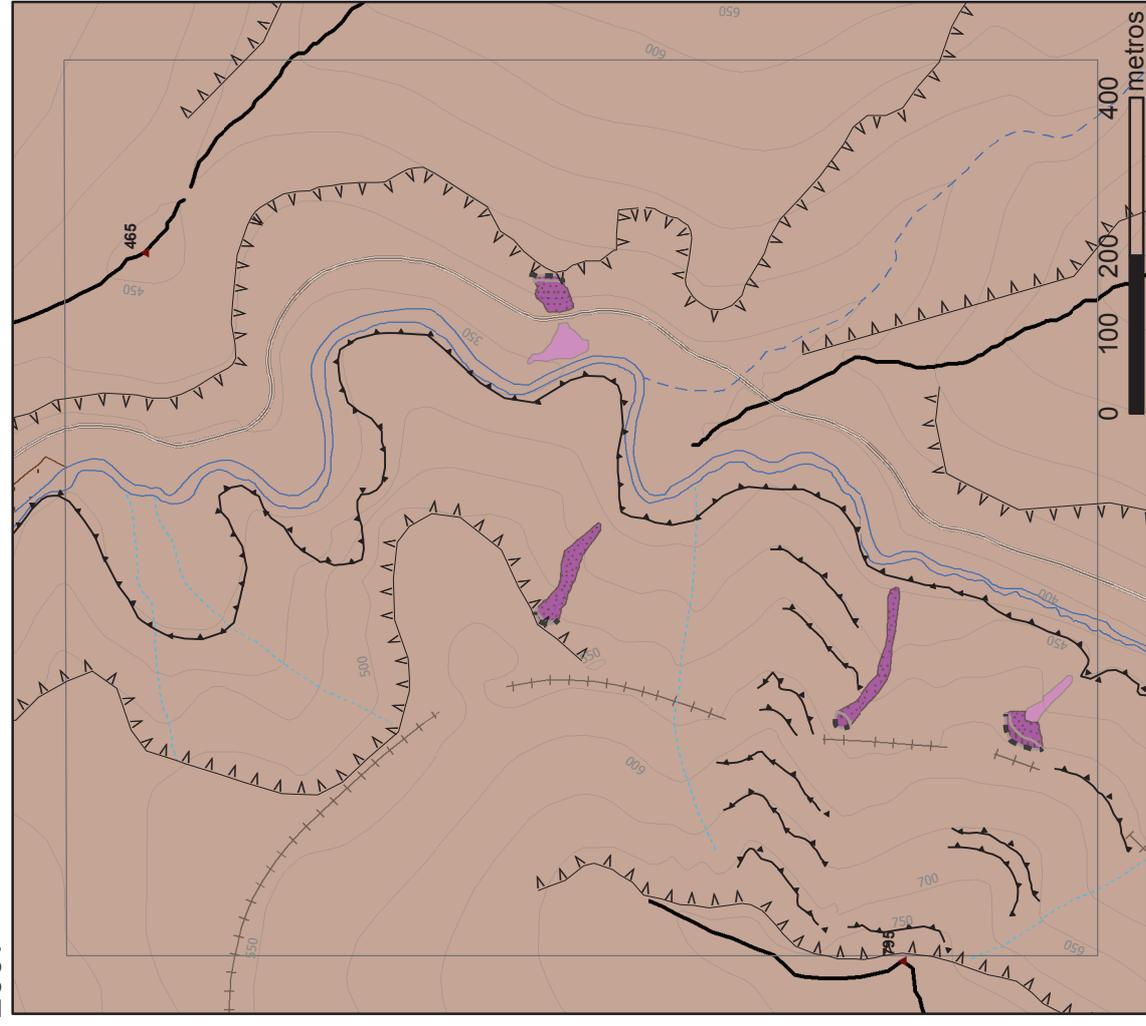


## Legenda

- Curvas de nivel
- Autovía
- FFCC
- Carretera comarcal
- Carretera nacional

## Red hidrográfica

- Jerarquización
- Orden 1°
- Orden 2°
- Orden 3°



## Relieve de disección y vertientes

- ▲ ▲ ▲ Gargantas
- Línea de despegue
- Área de escape
- Área de depósito
- Superficie de separación

## Divisoria y escarpes

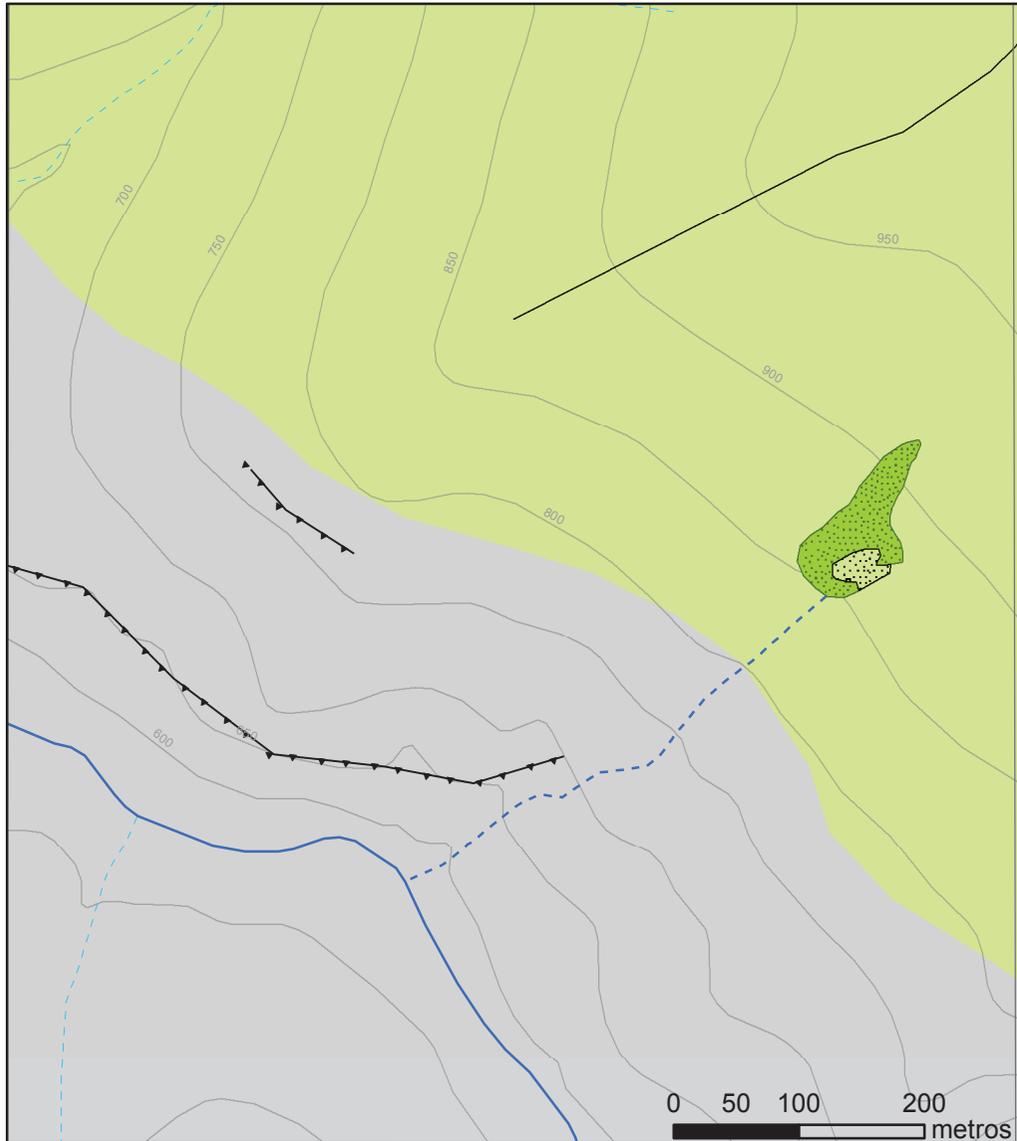
- Cordal principal
- Cordal secundario
- Escarpe pronunciado (> 1m)

## Movimiento en masa

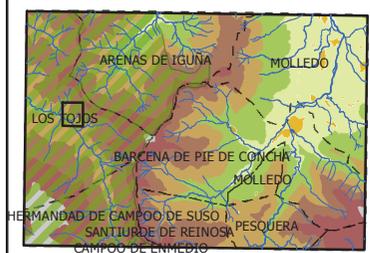
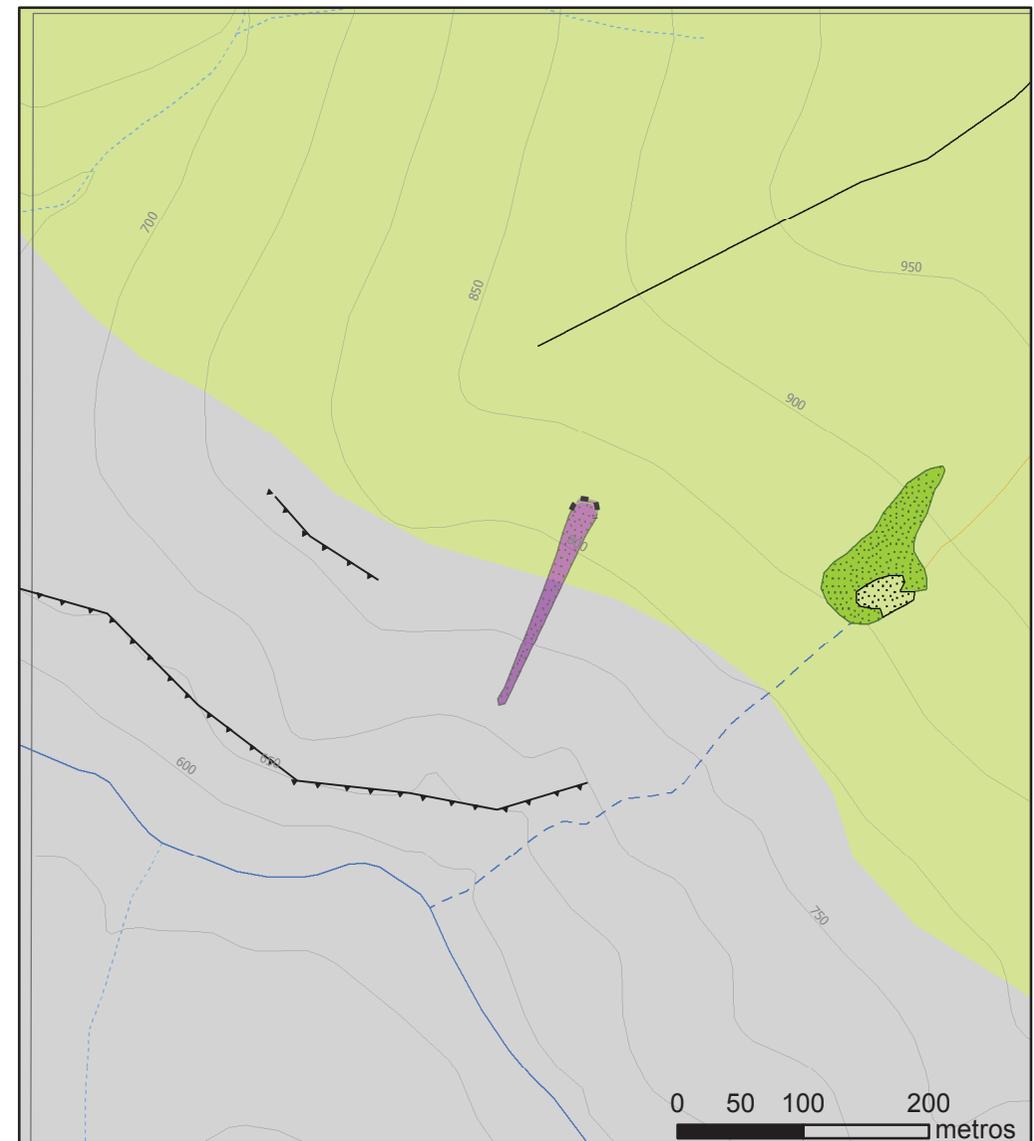
Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía MDT25-0083 y BTN0083-1, fotografía aérea del Vuelo Nacional de 1953 y cartoteo de 2007

# DINÁMICA EROSIVA. MUESTREO 4: Dinámica de vertientes. Movimientos en masa

1953



2007



## Legenda

- Curvas de nivel
- Autovía
- FFCC
- Carretera comarcal
- Carretera nacional

## Red hidrográfica

Jerarquización  
Hoton-Strahler

- Orden 1°
- Orden 2°
- Orden 3°

## Relieve de disección y vertientes

Movimiento  
en masa

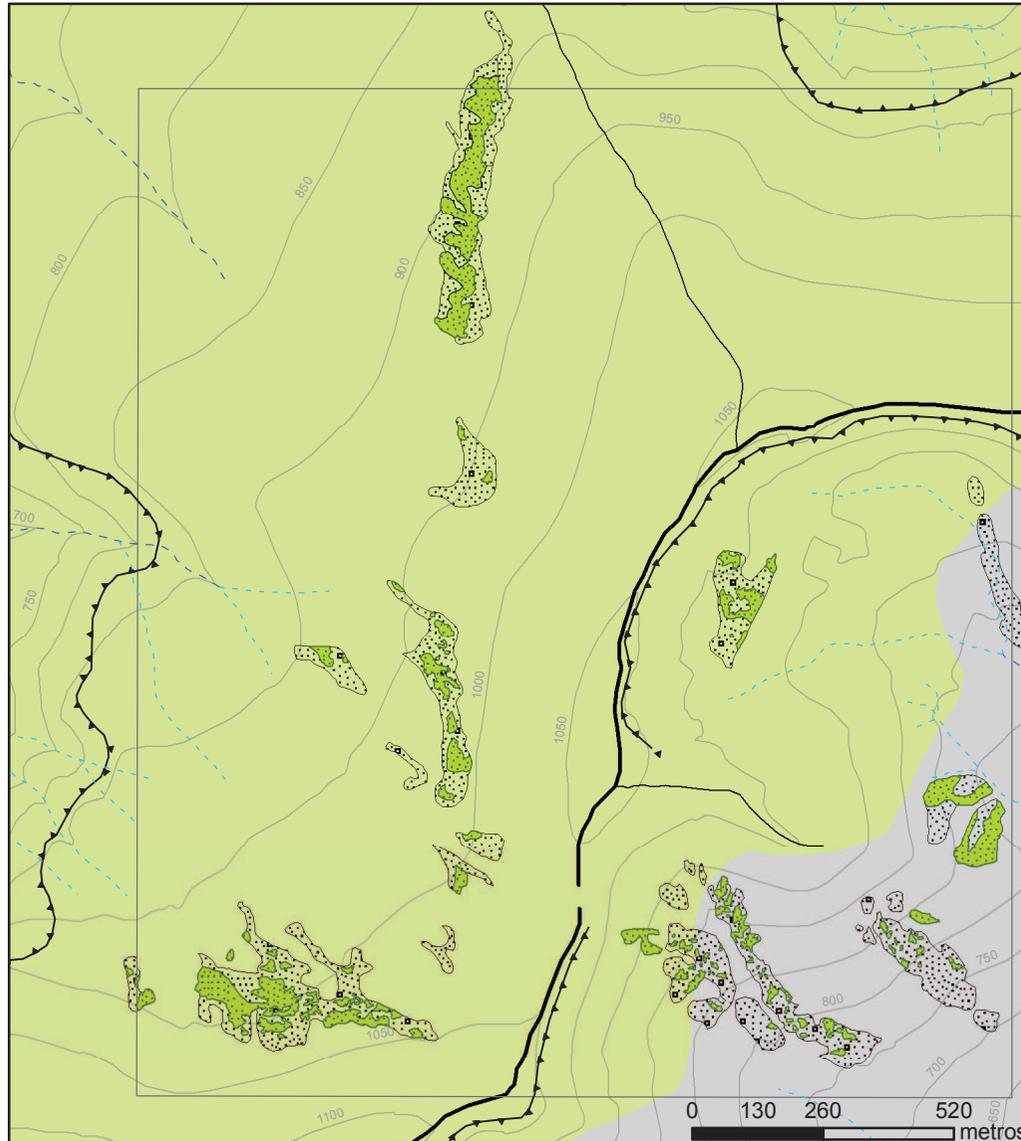
- Línea de despegue
- Área de escarpe
- Área de depósito
- Superficie de separación
- Incisión de arroyada
- Canchal con vegetación
- Canchal desnudo

## Divisorias y escarpes

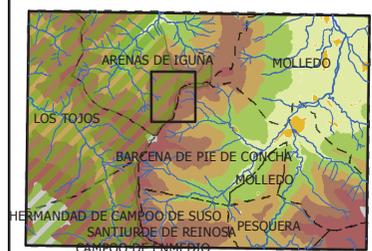
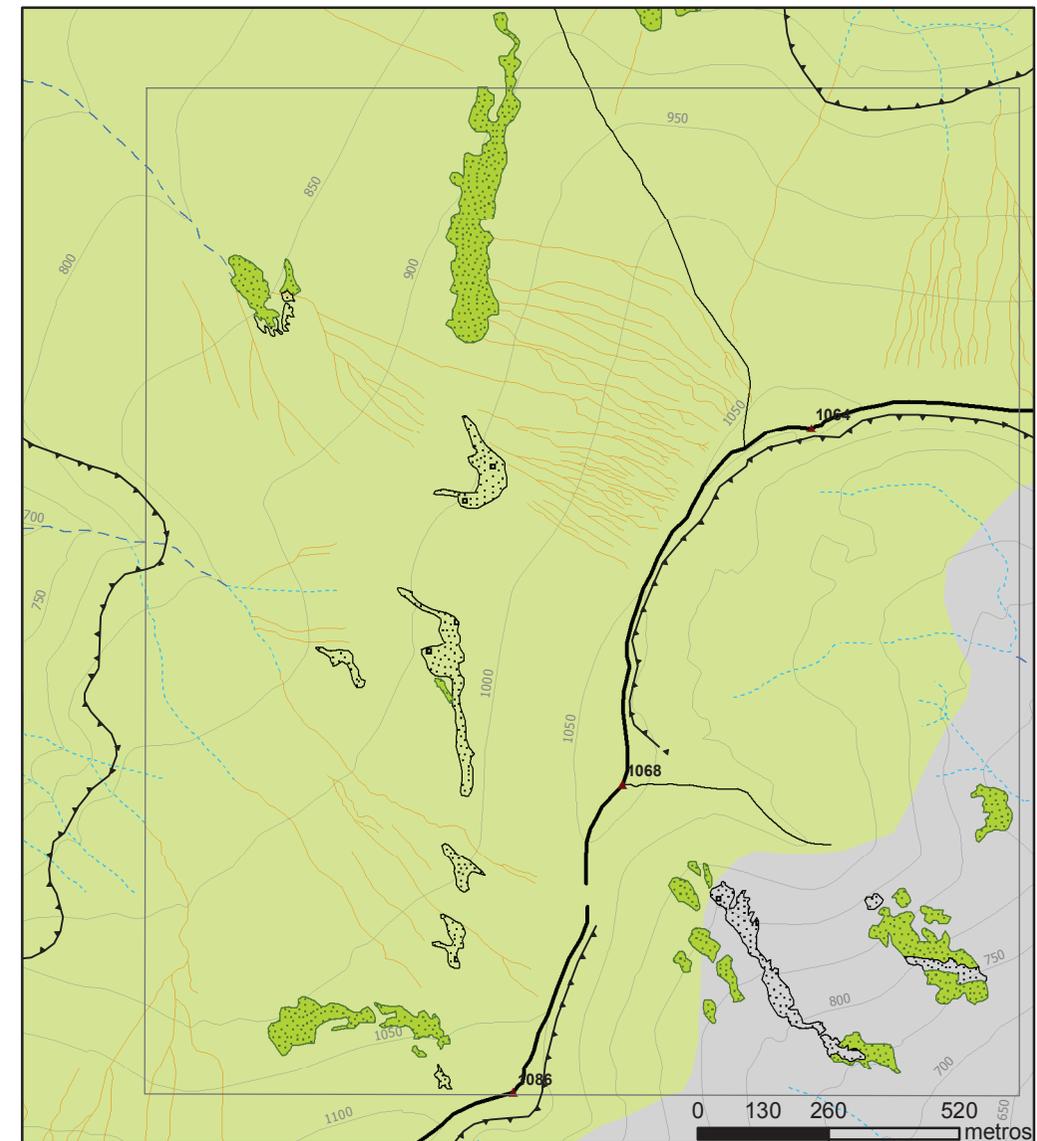
- Cordal principal
- Cordal secundario
- \*Escarpe pronunciado (>1m)

# DINÁMICA EROSIVA. MUESTREO 5: Dinámica de vertientes. Canchales

1953



2007



## Leyenda

- Curvas de nivel
- Autovía
- FFCC
- Carretera comarcal
- Carretera nacional

## Red hidrográfica

- Jerarquización  
Hoton-Strahler
- Orden 1°
  - Orden 2°
  - Orden 3°

## Relieve de disección y vertientes

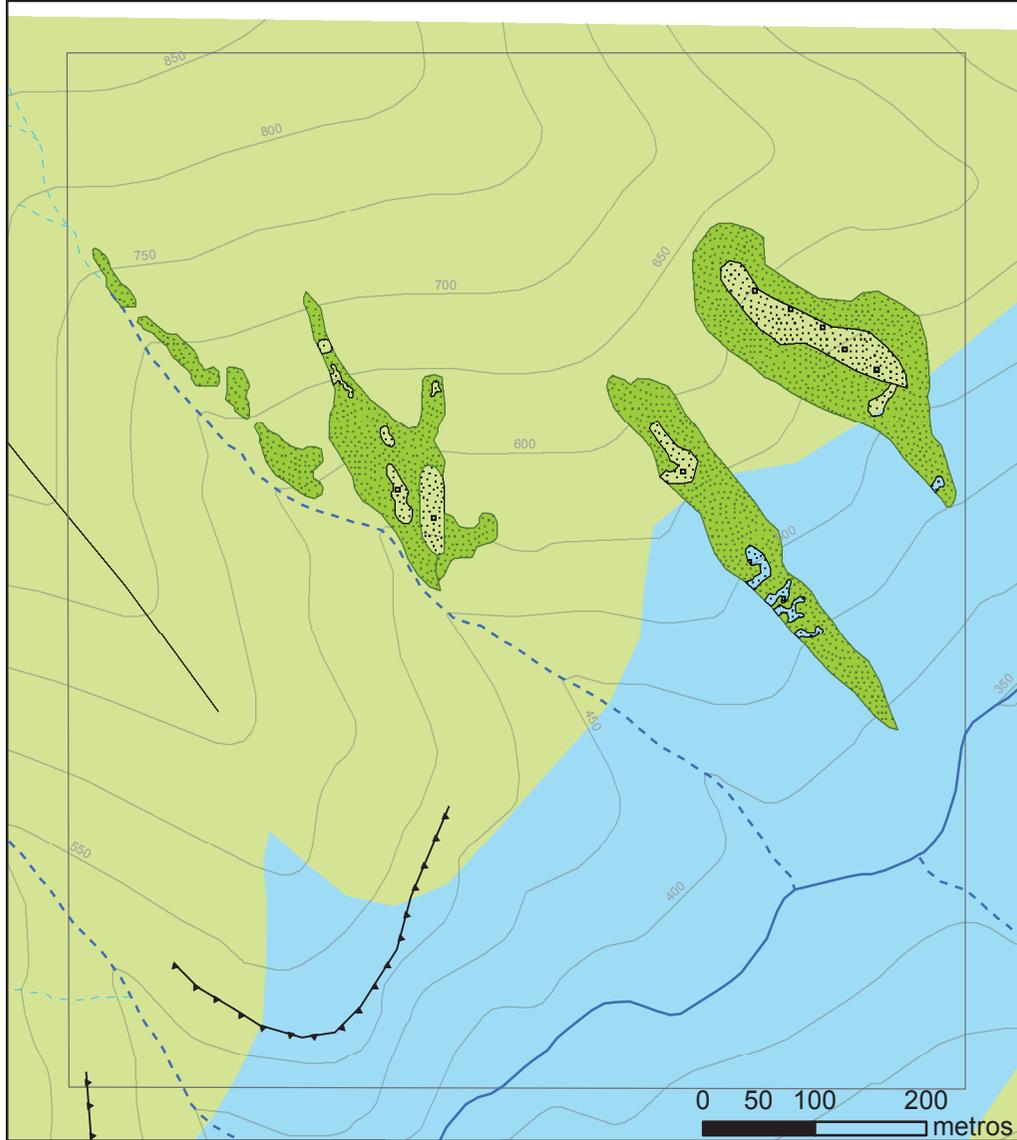
- Canchal con vegetación
- Canchal desnudo
- Incisión de arroyada

## Divisorias y escarpes

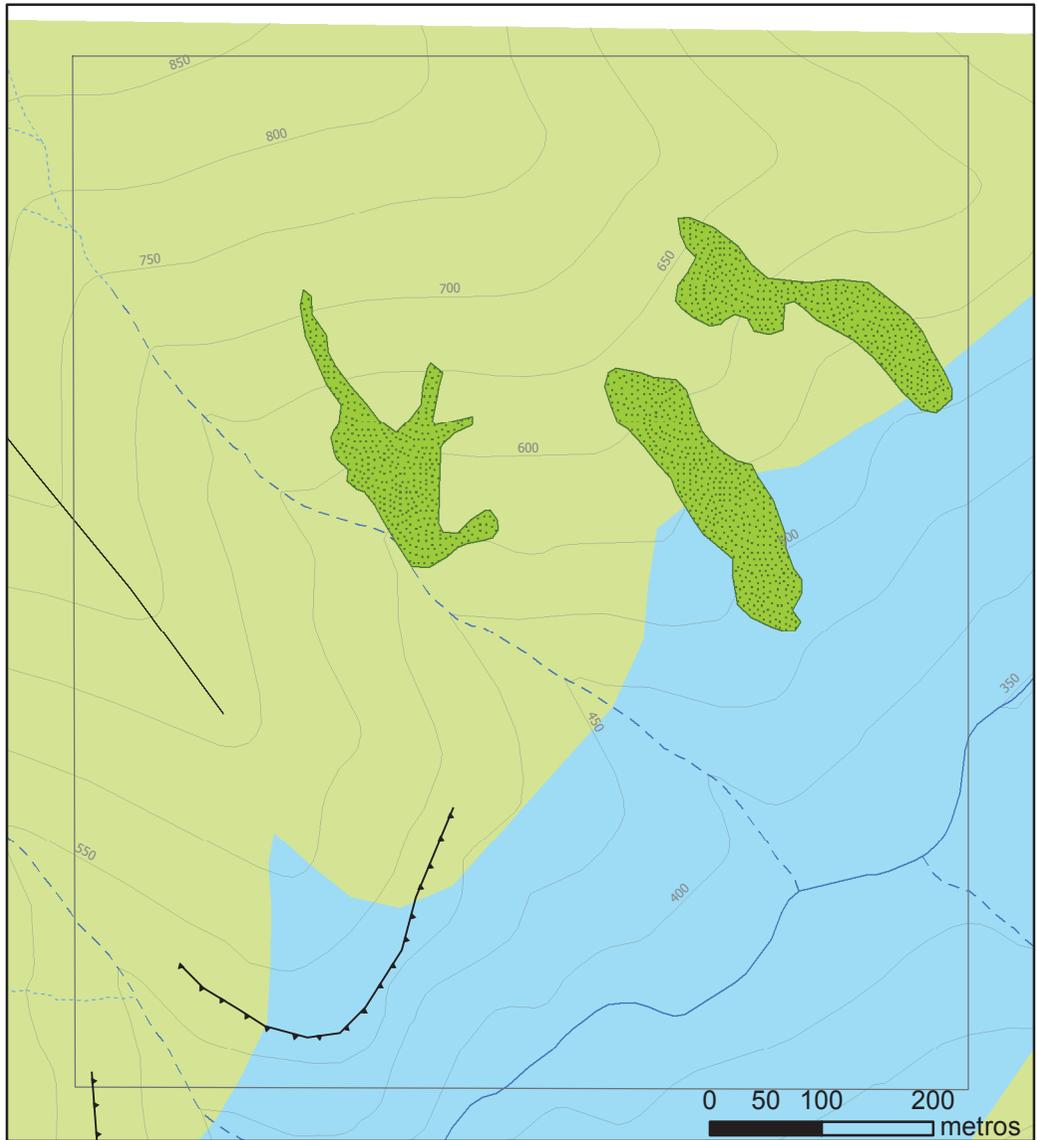
- Cordal principal
- Cordal secundario
- ▲ Escarpe pronunciado (>1m)

# DINÁMICA EROSIVA. MUESTREO 6: Dinámica de Vertientes. Canchales

1953



2007



## Legenda

- Curvas de nivel
- Autovía
- FFCC
- Carretera comarcal
- Carretera nacional

## Red hidrográfica

- Jerarquización  
Hoton-Strahler
- Orden 1°
  - Orden 2°
  - Orden 3°

## Relieve de disección y vertientes

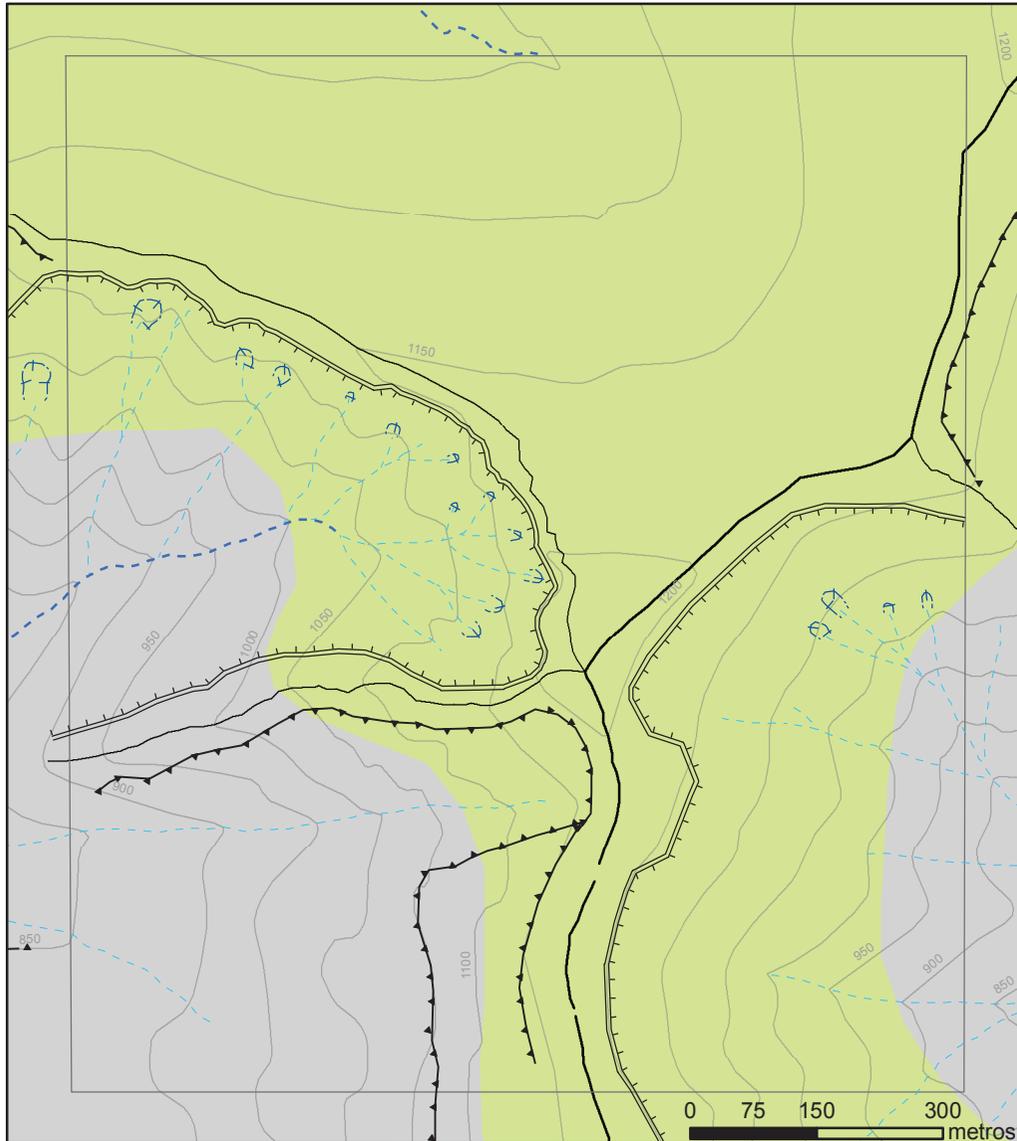
- Canchal con vegetación
- Canchal desnudo

## Divisorias y escarpes

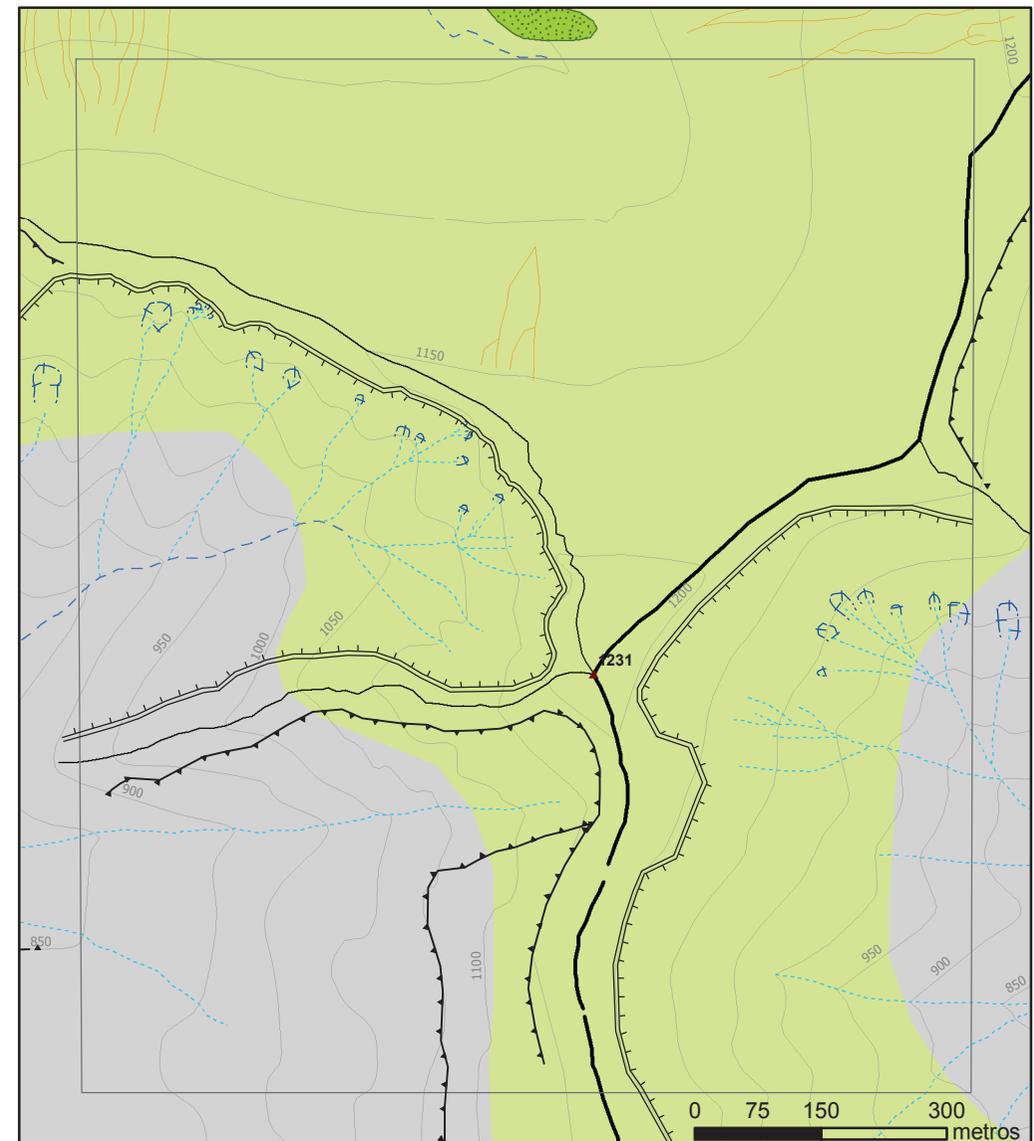
- Cordal principal
- Cordal secundario
- Escarpe pronunciado (>1m)

# DINÁMICA EROSIVA. MUESTREO 7: Dinámica de Vertientes. Cabeceras Torrenciales

1953



2007



## Legenda

- Curvas de nivel
- Autovía
- FFCC
- Carretera comarcal
- Carretera nacional

## Red hidrográfica

- Jerarquización  
Hoton-Strahler
- Orden 1°
  - - - Orden 2°
  - Orden 3°

## Relieve de disección y vertientes

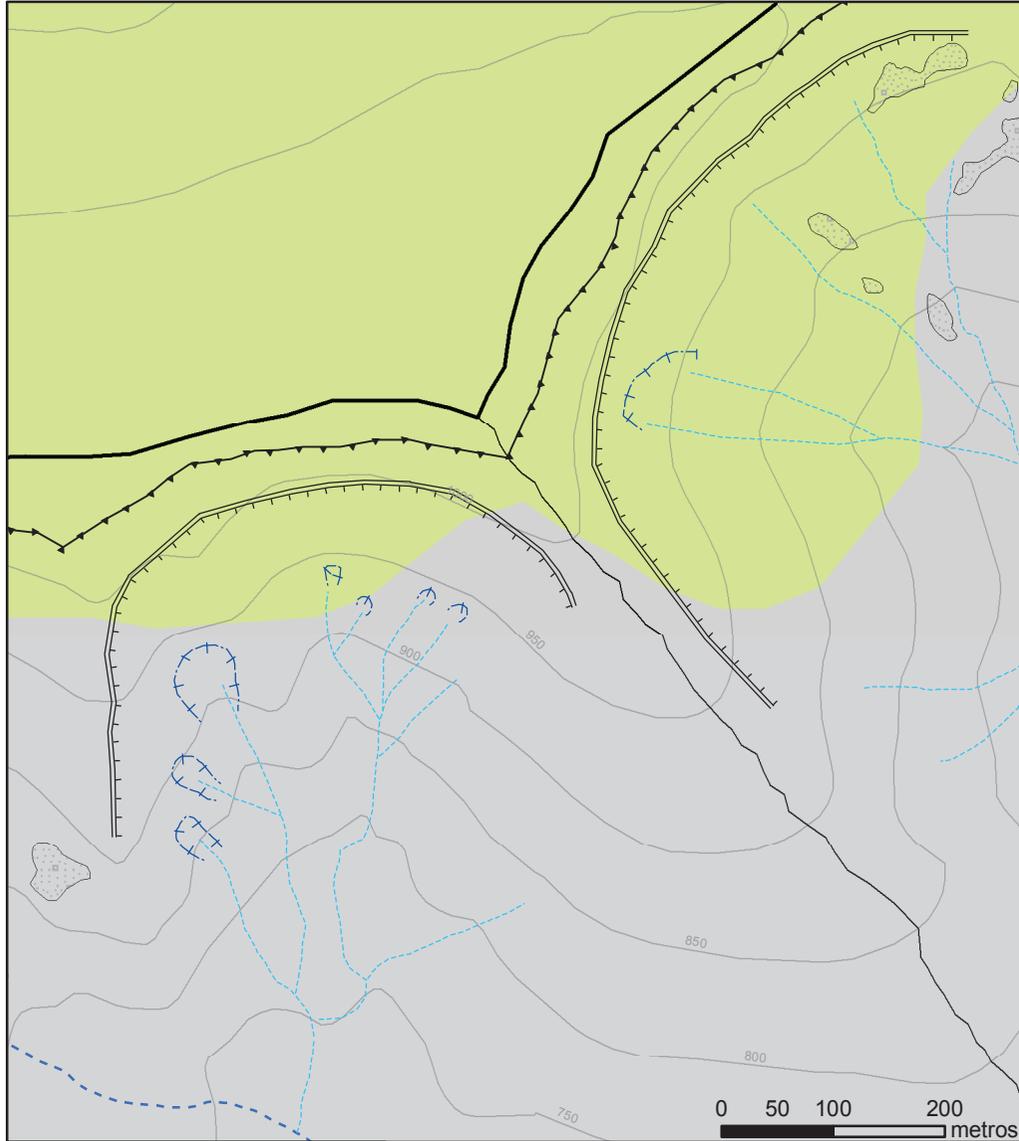
- Cabecera torrencial principal
- Cabecera torrencial secundaria
- Incisión de arroyada
- Canchal con vegetación
- Canchal desnudo

## Divisorias y escarpes

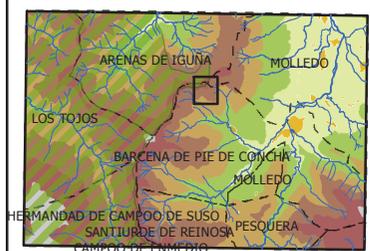
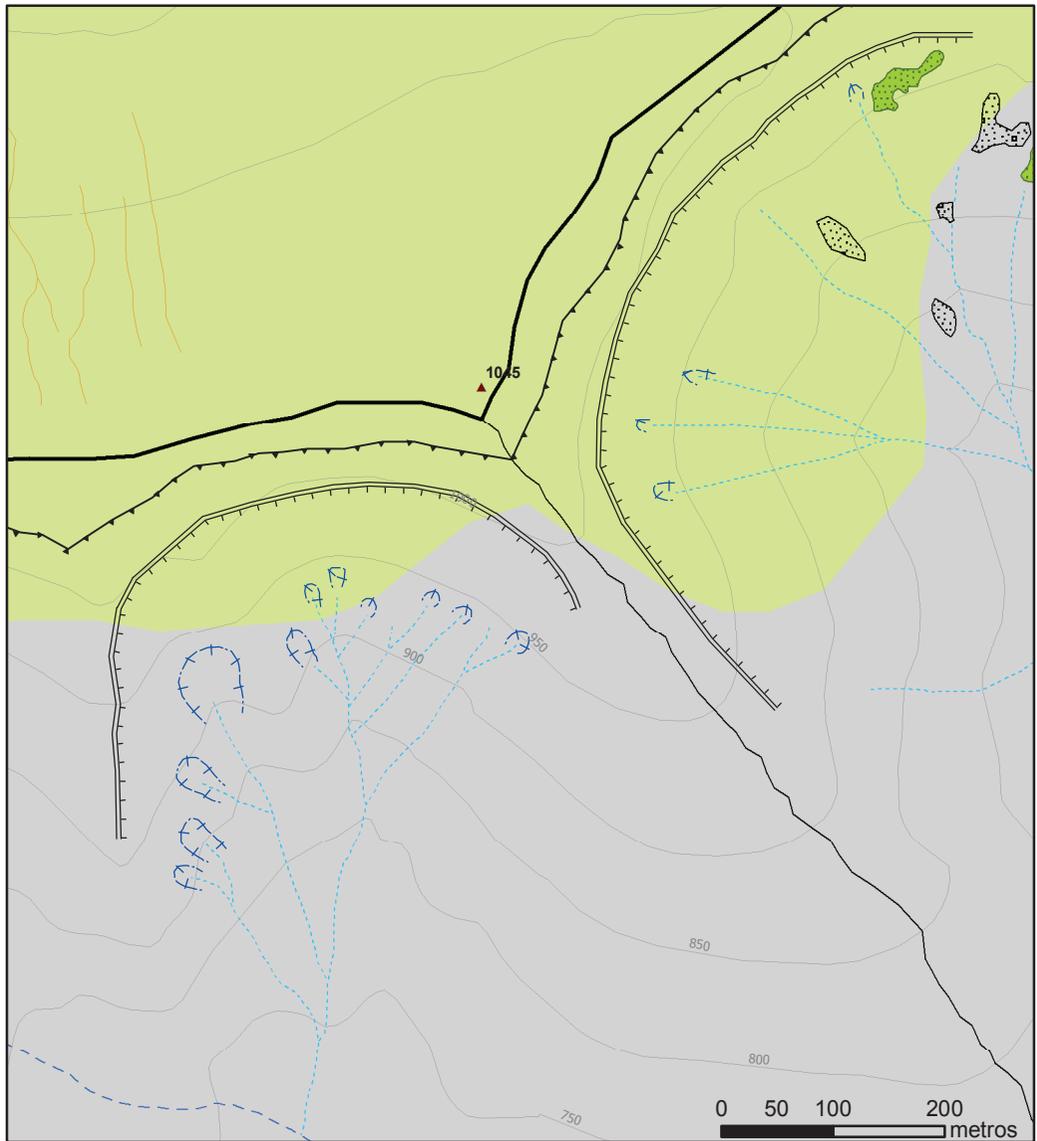
- Cordal principal
- Cordal secundario
- ▲ Escarpe pronunciado (>1m)

# DINÁMICA EROSIVA, MUESTREO 8: Dinámica de vertientes. Cabeceras Torrenciales

1953



2007



## Legenda

- Curvas de nivel
- Autovía
- FFCC
- Carretera comarcal
- Carretera nacional

## Red hidrográfica

- Jerarquización  
Hoton-Strahler
- Orden 1°
  - Orden 2°
  - Orden 3°

## Relieve de disección y vertientes

- Cabecera torrencial principal
- Cabecera torrencial secundaria
- Incisión de arroyada
- Canchal con vegetación
- Canchal desnudo

## Divisorias y escarpes

- Cordal principal
- Cordal secundario
- Escarpe pronunciado (>1m)