

---

---

**XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica  
25, 26 y 27 de Junio de 2014. Alicante.**

---

---

**Representación cartográfica mediante técnicas de sig de formas  
del relieve y procesos geomorfológicos activos en el sector de  
veguellina de órbigo (león, noroeste de españa)**

T. Bornaetxea Estela<sup>a\*</sup>, E. García-Meléndez<sup>b</sup>, A. Gómez Villar<sup>c</sup>

<sup>a</sup>*Aldapa kalea 17. 20012 Donostia.*

<sup>b</sup>*Universidad de León, Área de Geodinámica Externa. Facultad de CC. Ambientales*

<sup>c</sup>*Universidad de León, Área de Geografía Física. Facultad de Filosofía y Letras*

---

**Resumen**

En el presente trabajo se ha realizado un estudio de las formas del relieve y de procesos geomorfológicos activos en las proximidades de Veguellina de Órbigo (provincia de León). El objetivo es la caracterización detallada del medio físico de la zona de estudio como base para estudios de susceptibilidad de riesgos geológicos y su representación en un mapa geomorfológico y de procesos activos a escala 1:25000. El procedimiento metodológico ha consistido en una primera fase de estudio bibliográfico sobre trabajos previos en la zona. En una segunda fase se ha abordado el análisis geomorfológico del territorio, que se ha realizado combinando técnicas de fotointerpretación estereoscópica, trabajos de campo y con la ayuda de la cartografía base (curvas de nivel, ortofotos y MDT del Instituto Geográfico Nacional), identificando los relieves y los procesos de toda la zona, con su validación sobre el terreno en 28 puntos de observación. En la tercera fase se ha creado una base de datos en ArcGis tanto espacial como de atributos, que ha supuesto la digitalización de las distintas unidades cartográficas diferenciadas en la fase anterior, siguiendo durante el proceso de edición del mapa el método propuesto por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Como resultados, se han determinado tres grandes unidades geomorfológicas en las que se dan procesos geomorfológicos específicos que se han sintetizado en el

---

\* *E-mail:* t.bornaetxea@gmail.com

Mapa Geomorfológico y de Procesos Activos final. Este mapa permite identificar los distintos procesos superficiales que han dado y dan lugar al relieve actual, reconocer las interacciones entre ellos y establecer la evolución del relieve a lo largo del tiempo, sirviendo como base del conocimiento del medio físico para su uso en distintos aspectos relacionados con el Medio Ambiente, como son la planificación territorial y el análisis de riesgos geológicos.

Palabras clave: Cartografía geomorfológica; análisis vectorial; procesos fluviales.

---

## 1. Introducción

Ante la existencia de una actividad humana sobre el territorio y la presencia de elementos de valor para los seres humanos (cultivos, construcciones, ganado o vidas humanas), cabe la posibilidad de que éstos se dañen o se pierdan. Y cuando la posibilidad de estos daños se da como resultado de un fenómeno natural se puede hablar de Riesgo Natural (Ayala et al. 2002). Entre estos fenómenos se encuentran los procesos geomorfológicos superficiales activos, que constituyen una dinámica natural que se da en la superficie terrestre modelando y modificando de manera continua el relieve. Así, el conocimiento y la identificación de dichos procesos es de vital importancia a la hora de evaluar el riesgo geológico de un territorio.

El principal objetivo de este estudio es la realización de un inventario cartográfico específico y detallado del área de estudio sobre las formas del relieve presentes y los procesos dinámicos superficiales susceptibles de generar riesgos geológicos. A partir de este punto, se podrían conocer y localizar los principales procesos geomorfológicos que se dan en la zona de Veguellina de Órbigo. Este trabajo estaría centrado en la primera fase del análisis de Riesgos Naturales descrita por Ayala & Olcina (2002), tratando de identificar y profundizar en el conocimiento de los procesos geomorfológicos activos, con el objetivo de establecer los fundamentos necesarios para la continuación del estudio y poder establecer posibles áreas vulnerables.

El área de estudio de este trabajo se localiza en la denominada Ribera del Órbigo, en la parte central de la provincia de León (NW de la Península Ibérica). Se trata de una superficie de 126,38 Km<sup>2</sup> que se corresponden con la cuadrícula de la hoja N° 193-II del Mapa Topográfico Nacional de España, a escala 1:25.000 (Fig.1.).

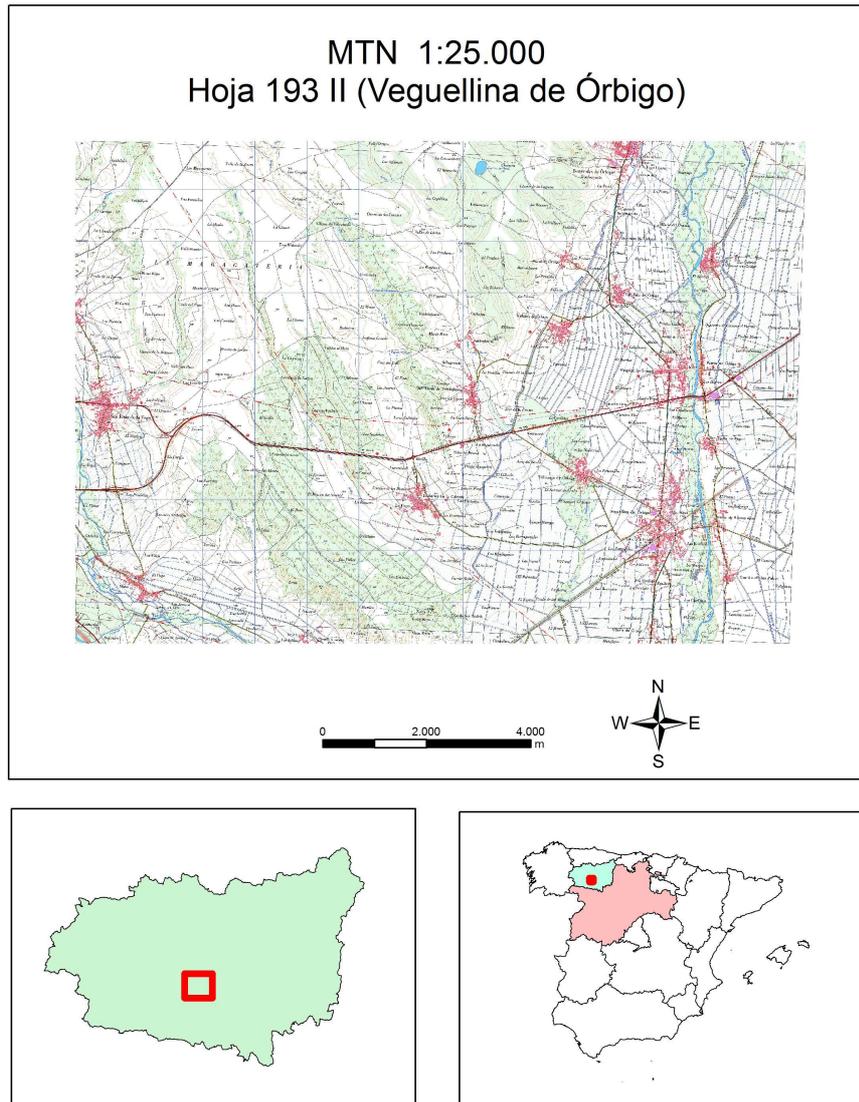


Fig. 1. Localización del área de estudio

## 2. Metodología

En el presente trabajo se ha seguido un desarrollo diferenciado en tres fases (Bornaetxea, 2012) (Fig. 2.). En la primera fase se ha realizado la recopilación de datos anteriores para poder realizar un análisis lo más exhaustivo posible. Para ello se ha comenzado por recopilar la bibliografía referente a los procesos geomorfológicos superficiales, poniendo especial énfasis en aquellos estudios realizados en las proximidades del área de estudio y también buscando estudios previos relacionados con el mismo tema de investigación.

En la segunda fase se ha desarrollado el análisis geomorfológico del terreno combinando técnicas de fotointerpretación y trabajo de campo. Inicialmente se ha realizado un estudio del terreno en el cual mediante la fotointerpretación estereoscópica y con la ayuda de la cartografía base, se han identificado las formas del relieve y las grandes unidades morfológicas de toda la zona. Para esta parte del trabajo se ha decidido utilizar las fotografías aéreas del vuelo americano de los años 50 del siglo XX, asumiendo que el terreno se encuentra menos alterado que en la actualidad, lo que permite distinguir las huellas de procesos activos presentes que han quedado enmascaradas por la actividad humana de los últimos 60 años. Una vez realizado el análisis de las fotografías, se ha procedido a validar los resultados obtenidos directamente sobre el terreno en 28 puntos de observación (Fig. 3.), para posteriormente corregir el resultado de la fotointerpretación con los datos obtenidos sobre el terreno.

En la tercera fase se ha representado de manera comprensible toda la información recopilada en la fase anterior. Para ello se ha realizado una cartografía en la que las formas del relieve así como los procesos activos han quedado reflejados. Durante todo el proceso de edición del mapa se ha seguido la metodología propuesta por el Instituto Geológico y Minero de España (Martín Serrano et al. 2004). Durante este proceso se ha utilizado el modelo digital del terreno (MDT resolución de pixel 5 m) para identificar y digitalizar las formas del relieve transferidas de la fotointerpretación sobre el SIG, así como el mapa de pendientes derivado del MDT, para la delimitación de escarpes y cambios de pendiente.

El resultado es un mapa que se organiza en función de la morfogénesis y de los principales procesos activos.

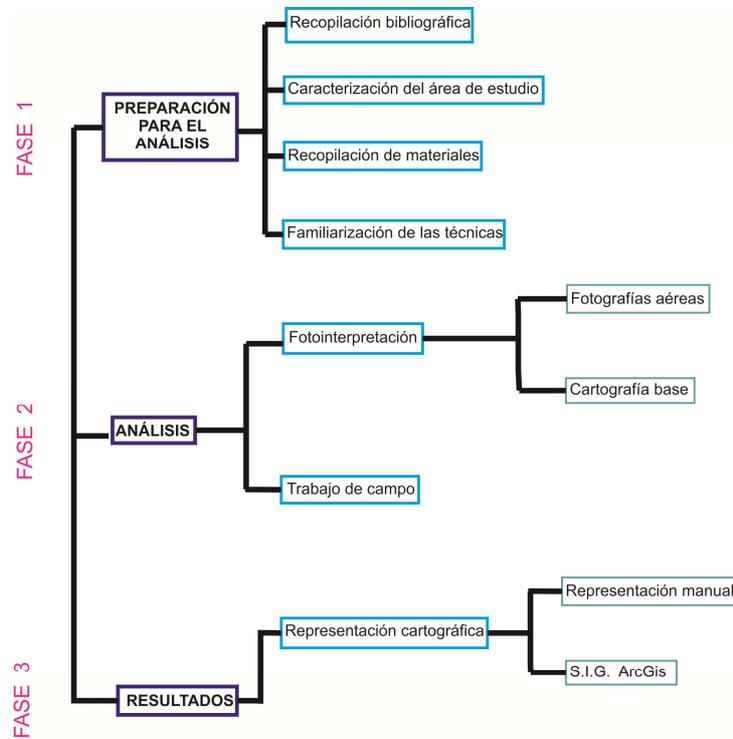


Fig. 2. Esquema metodológico

### ITINERARIO Y PUNTOS DE OBSERVACIÓN DE CAMPO

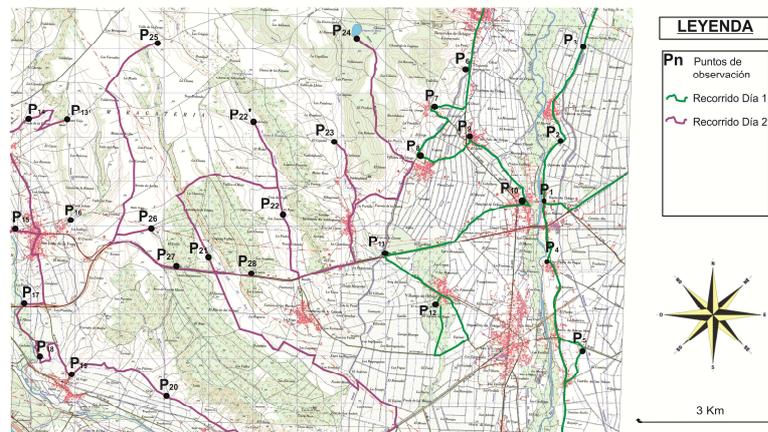


Fig. 3. Itinerario y puntos de observación de campo

### 3. Resultados

Tras el proceso de análisis y de validación de las observaciones (Fig. 4.), el resultado ha sido la obtención de un mapa geomorfológico y de procesos activos (Fig. 5.). En este mapa se representan todos los elementos y procesos geomorfológicos localizados en el área de estudio que se han dividido en tres grupos, dependiendo del tipo de entidad utilizado para su representación. De esta forma se han digitalizado elementos areales, elementos lineales y elementos puntuales.

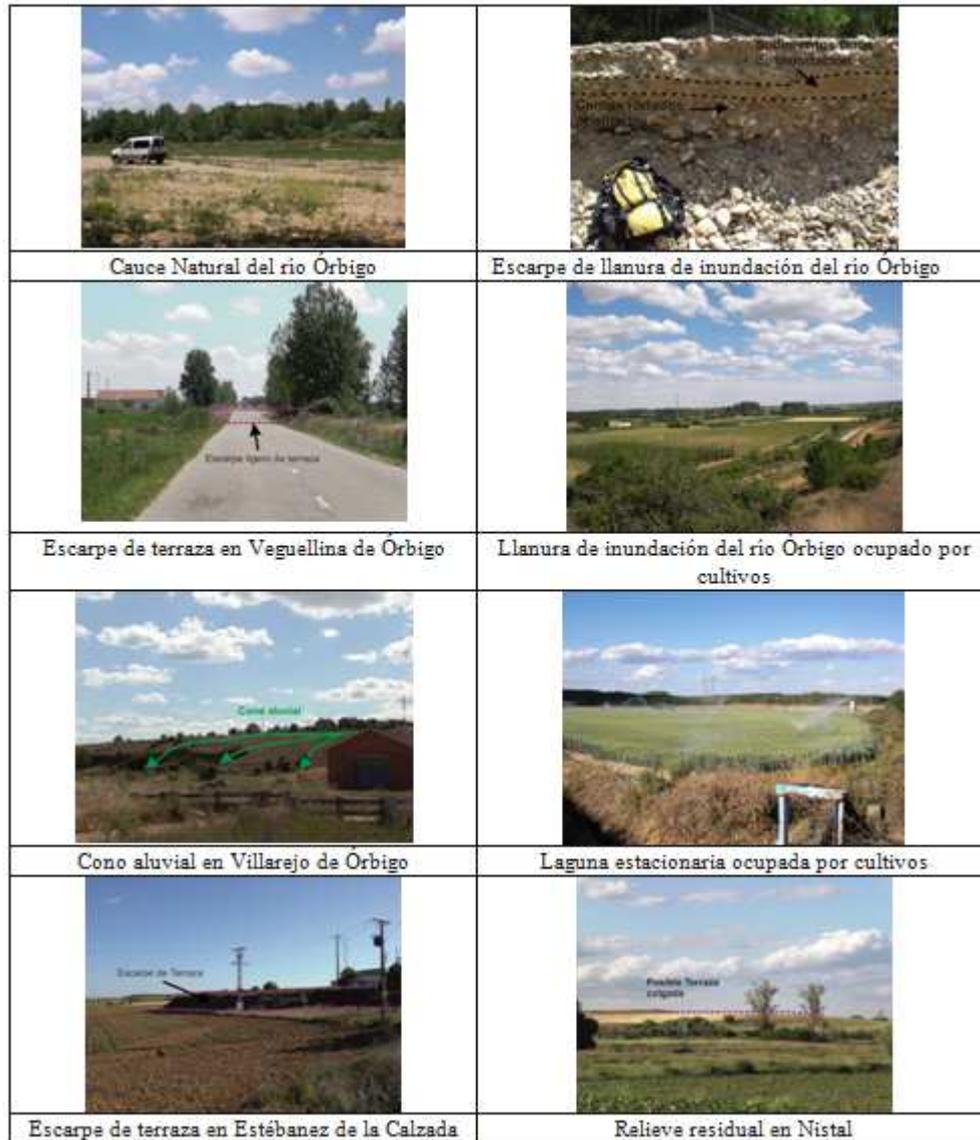


Fig. 4. Ejemplo de las fotografías tomadas en algunos puntos de observación.

### 3.1. Elementos areales

- Canal funcional del río

El canal se conoce como la franja del cauce que actúa como conducto habitual de las aguas, cualesquiera que sean los caudales y regímenes (Pedraza, 1996). Morfológicamente, y en su estado natural, los ríos Órbigo y Tuerto presentan formas trenzadas y sinuosas según los tramos, con presencia de barras e islas. Por esa razón se optó por digitalizar los canales principales de los dos ríos como polígonos, para poder

representar fielmente su carácter trezado. La simbología y colores utilizados se han basado en los colores propuestos por el Instituto Geológico y Minero de España (Martín Serrano et al. 2004).

- **Cauce natural del río**

El cauce se define como el dominio completo de terreno que cualquier corriente utiliza, ha utilizado y utilizará para evacuar el agua (Pedraza, 1996). En el caso de este estudio, el cauce abarca una zona más amplia que el canal funcional, llegando a alcanzar los 700 m de ancho en algunos tramos del río Órbigo. Dado que el cauce natural representa una superficie cambiante y dinámica, se ha representado mediante polígonos con una delimitación de líneas discontinuas azules con un tramado que simboliza la entidad fluvial con presencia de vegetación de ribera.

- **Llanura de inundación**

La llanura de inundación es la superficie aluvial adyacente a un curso fluvial y que frecuentemente se inunda. Se trata del dominio del cauce que actúa como conducto y zona de retención de agua en los períodos con caudales extraordinarios de desbordamiento y avenida. Suele estar constituida por depósitos que el río moviliza por excavación de los canales o por migración lateral (Bridge, 2003). En este estudio se ha cartografiado la llanura de inundación como el terreno abarcado entre el cauce natural de los ríos y el primer escarpe de terraza o elevación.

- **Fondo de valle**

El fondo de valle se refiere al fondo más o menos plano o cóncavo que forma un corredor lineal confinado por unas elevaciones. En estas zonas la energía de transporte disminuye y permite la sedimentación de los aportes más pesados de las Laderas dejando como resultado un estrecho corredor semiplano que actúa de contacto con las dos laderas del valle (Pedraza, 1996). Se han localizado seis fondos de valle que se podrían agrupar en dos asociaciones. La primera corresponde a los fondos de valle dirigidos al río Tuerto. Y el segundo grupo corresponde a los tres principales valles incididos en las superficies de que van a parar a la llanura de inundación o las terrazas del río Órbigo. En ambos casos se ha procedido a la digitalización tomando como referencia el mapa de pendientes derivado del modelo digital del terreno.

- **Terrazas**

Las terrazas fluviales son parte de la llanura de inundación que está por encima del nivel máximo de las aguas de un río, como resultado de la incisión del mismo (Leopold et al., 1964). En el caso que nos ocupa, se han localizado dos secuencias de terrazas asociadas a los dos ríos principales que recorren la zona representadas por cuatro niveles. De esta forma se han representado polígonos con un mismo relleno para los cuatro niveles de terraza a los que se les ha asignado distintas intensidades del color verde.

- **Superficies de raña**

Constituyen formaciones de piedemonte asociadas a distintos relieves, siendo posteriores a la fase de colmatación-erosión con que termina la morfogénesis terciaria en las cuencas sedimentarias interiores peninsulares, y anterior a los primeros depósitos que pueden ser considerados como terrazas (Molina Ballesteros, 1991). Con el mapa de pendientes como referencia se han digitalizado los límites mediante líneas para posteriormente construir los polígonos.

- **Laguna estacional**

Se trata de pequeñas y ligeras depresiones del terreno relacionadas con acuíferos que estacionalmente se encharcan con la elevación del nivel freático a causa de las abundantes lluvias. Para mantener la simbología

propuesta por el IGME, se han tenido que digitalizar una serie de líneas cerradas, cada una en el interior de la otra, en las que realmente la línea exterior es la que representa la superficie abarcada por las lagunas.

- **Relieve residual**

Las formas marcadas en el mapa son fragmentos de relieves primitivos que durante el retroceso causado por la erosión quedaron aislados, de forma que en la actualidad resaltan sobre la unidad de relieve en la cual se encuentran. La manera de digitalizar es exactamente la misma que en casos anteriores.

- **Abanico aluvial**

Tras la fotointerpretación, y con el MDT como base, se han identificado una serie de depósitos fluviales en forma de cono de un radio que varía entre los 500 m y los 1000 m y que presentan una muy ligera pendiente y perfil convexo. Este tipo de formaciones son los que aparecen designados en la leyenda como abanicos aluviales. Se encuentran concentrados en las desembocaduras de los barrancos de las laderas en contacto con las terrazas inferiores o directamente con la llanura de inundación de los ríos Órbigo y Tuerto. Para poder plasmarlos con la simbología oficial, se han digitalizado los polígonos que delimitan las formas cónicas, para posteriormente digitalizar algunas líneas superpuestas que indican el sentido del flujo.

- **Depósitos en forma de cono**

Al igual que en el caso anterior, se han identificado una serie de formaciones cónicas de mucho menor tamaño que las anteriores, con radios que oscilan entre los 10 m y los 100 m. Este tipo de formaciones presentan una mayor pendiente y un perfil convexo más acentuado. En la leyenda se ha optado por designarlos como depósitos en forma de cono procedentes del desarrollo de las cárcavas y se concentran a los pies de las mismas en las laderas más pronunciadas de los valles incididos a lo largo de las rañas. El proceso de digitalización ha seguido los mismos pasos que en el caso anterior.

- **Afloramientos del Paleozoico y del Terciario**

Aunque la mayor parte del área de estudio está constituida por materiales actuales (Cuaternario) en términos geológicos, algunas partes de la zona presentan materiales anteriores que afloran como consecuencia de la erosión superficial. Se han delimitado las áreas compuestas por materiales terciarios y paleozoicos con la cartografía geológica como base.

- **Núcleos urbanos**

Los núcleos poblacionales principales se encuentran situados en las proximidades de los ríos Órbigo y Tuerto o en las zonas llanas que se extienden a lo largo de sus llanuras de inundación. Para su representación se ha utilizado la capa de planimetría disponible en la red ofrecida por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) *BCN0193-2*, extrayendo únicamente los polígonos que representan las construcciones y la toponimia relacionada.

### 3.2. *Elementos lineales*

- **Red de drenaje**

Estos elementos lineales han sido extraídos de la capa de planimetría ofrecida por el IGN (*BCN0193-2*) al igual que los núcleos urbanos. Sin embargo en este caso ha sido necesaria una selección, para eliminar duplicidades con los canales principales de los dos ríos más importantes que atraviesan la zona de estudio que ya habían sido digitalizados como polígonos previamente.

- **Escarpes de terraza**

Los contornos de las terrazas han sido delimitadas previamente, pero dado que los escarpes sólo se dan en algunas partes del borde de la superficie que representa la terraza, y no en todo el contorno del polígono, se han digitalizado separada y perpendicularmente sin introducir un código de línea de escarpe independiente.

- Cambio de pendiente

A lo largo del área estudiada se han localizado algunas zonas en las que el ángulo de la pendiente cambia. Con la fotografía aérea se ha delimitado la continuidad lateral de dicho cambio para posteriormente validarlo sobre el terreno y con el MDT. A la hora de digitalizar el cambio de pendiente se ha utilizado el mapa de pendientes como base para delimitarlo.

- Laderas: con erosión nula, con erosión moderada y con surcos de erosión

La ladera es una porción de relieve sin entidad genética o geométrica unitaria. En ella aparecen gran número de formas y procesos asociados, predominando los fenómenos de autotraslación y arroyada. Su función principal es facilitar el tránsito de material hacia los cauces o colectores, sean fluviales o glaciares, y hacia la llanura de removilización (Pedraza, 1996). A lo largo del área de estudio se han caracterizado las laderas existentes de acuerdo con los criterios morfodinámicos donde se pueden diferenciar laderas con erosión nula, con erosión moderada y con surcos de erosión. Cada una de ellas se ha representado con una simbología adaptada al manual del IGME.

- Zonas de acarcavamiento

En laderas con materiales fácilmente erosionables, los pequeños canales desarrollan una notable incisión lineal formando acanaladuras (Pedraza, 1996). Estas acanaladuras han sido localizadas en la fotografía aérea, y después han sido verificadas con trabajo de campo. De esta manera, una vez localizadas y confirmadas, se han representado en la cartografía con líneas discontinuas que indican el probable aumento de las incisiones para finalmente acabar formando cárcavas. Algunos de estos acarcavamientos pueden estar relacionados con las explotaciones auríferas romanas.

- Carreteras

La red de carreteras se ha extraído, una vez más, de la capa de planimetría ofrecida por el IGN (BCN0193-2) para dotar el contenido temático de la cartografía de referencias espaciales visuales que sean familiares a los usuarios.

### 3.3. Elementos puntuales

- Arroyada laminar

En extensiones de terreno llanas y ligeramente inclinadas (por ejemplo en terrazas), la escorrentía superficial no se puede concentrar en conductos de agua y entonces resbala formando un manto continuo, a modo de una delgada película, con gran capacidad de arrastre llamado internacionalmente *Sheet flood* (Gutiérrez, 2008). Aunque este fenómeno se extienda a lo largo de una superficie, se ha optado por representarlo con símbolos puntuales debido a que este fenómeno sólo se da cuando los volúmenes de agua en circulación son apreciables y se supera la capacidad de infiltración del terreno.

- Erosión lateral de cauces

En algunos puntos de los dos ríos principales, cuando existen pequeños meandros, el río socava los depósitos de llanura de inundación y terrazas según los casos, de forma que se producen deslizamientos, desprendimientos o caídas de material. Estos puntos se han representado con el símbolo de erosión lateral sobre la base del trabajo de campo.

- Cárcavas

Las cárcavas son el resultado de un proceso evolutivo activo de erosión, cuyo origen o desencadenante puede ser natural o antrópico. El símbolo propuesto por la guía para la elaboración del mapa geomorfológico de España es de carácter puntual, por lo que se ha mantenido la simbología oficial, aunque en la zona de estudio estos fenómenos se encuentran muy agrupados, representando en algunos casos toda una superficie acaravada.

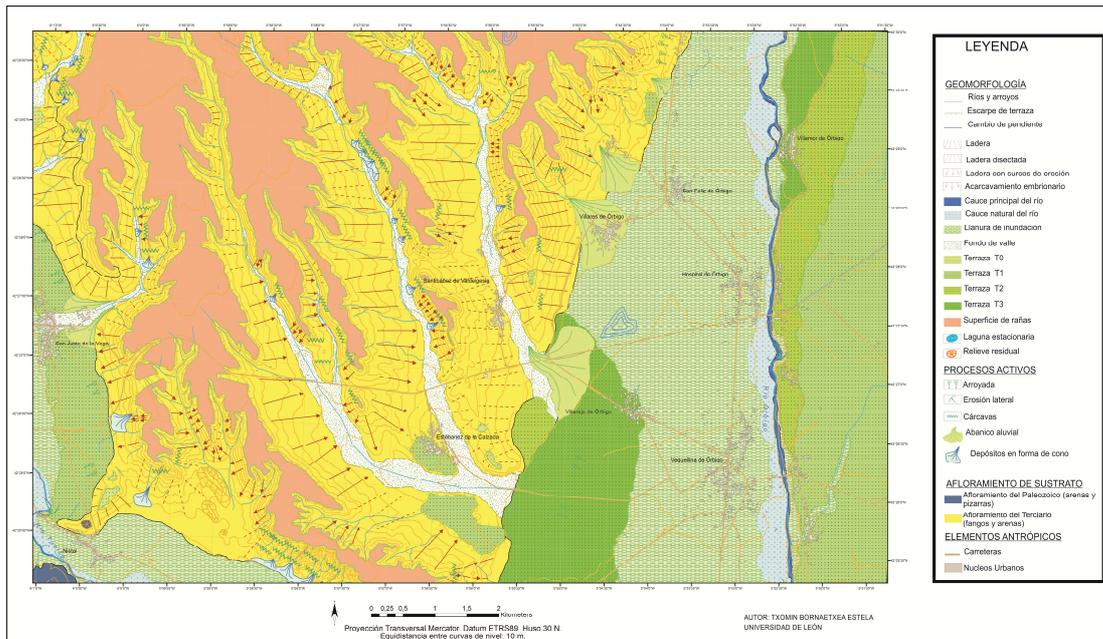


Fig. 5. Mapa Geomorfológico y de Procesos Activos de las proximidades de Veguellina de Órbigo (N-O de España).

#### 4. Discusión y Conclusiones

El mapa elaborado para este trabajo es la representación gráfica del estudio geomorfológico y de procesos activos. Esta cartografía supone una herramienta en la que la zona de estudio queda dotada de la información necesaria para su utilización en la toma de decisiones referentes, principalmente, a la planificación del territorio teniendo en cuenta los problemas que pueden surgir como consecuencia de la actuación de procesos geológicos activos. Como consecuencia del estudio, se han derivado una serie de conclusiones específicas que se presentan a continuación.

El territorio presenta principalmente unidades geomorfológicas y procesos activos de origen fluvial (Tabla. 1.). También se encuentran extendidos procesos gravitacionales como consecuencia de la marcada topografía. De esta forma, los agentes modeladores principales del conjunto de la zona estudiada son el agua de

escorrentía y la propia gravedad, agentes a los que habrá que prestarles especial atención a la hora de hacer un seguimiento sobre las condiciones del terreno, así como de la evolución del paisaje.

La baja presión demográfica de la zona permite que los riesgos sean realmente de escasa presencia, concentrándose en zonas muy puntuales, como las zonas bajas de las localidades Hospital de Órbigo y Veguellina de Órbigo susceptibles de sufrir inundaciones, o las poblaciones de San Justo de la Vega y Villares de Órbigo, que están asentadas en gran parte sobre abanicos aluviales que podrían actuar en cualquier momento.

La utilización de un SIG para la representación cartográfica ha sido de una gran utilidad, lo que demuestra que con la cartografía base digital ofrecida por diferentes organismos, como el IGN y el IGME, y el software adecuado es posible afrontar con garantías la realización de mapas temáticos como el propuesto en este estudio, teniendo siempre en cuenta las técnicas de fotointerpretación y el trabajo de campo.

	I ZONA BAJA	II LADERAS	III SUPERFICIE DE RAÑAS
<b>Litología</b>	Cuaternario	Terciario	Cuaternario
<b>Pendiente</b>	Zona plana	Fuerte pendiente	Zona plana
<b>Morfología principal</b>	Terrazas fluviales y llanuras de inundación	Barrancos, cárcavas, surcos y laderas	Planicie elevada
<b>Erosividad</b>	Baja	Muy alta	Baja
<b>Urbanización</b>	Alta	Baja	Muy baja
<b>Susceptibilidad de procesos geológicos activos</b>	Media	Alta	Baja

Tabla. 1. Tabla resumen de las características del territorio

## Agradecimientos

Trabajo financiado por la Junta de Castilla y León, proyecto LE311A12-2

## Referencias

- Ayala, F.J. & Olcina Cantos, J. (2002). Riesgos Naturales. Ariel Ciencia. 1512 pp. Barcelona.
- Bornaetxea, T. (2012). Estudio geomorfológico y de procesos activos de las proximidades de Veguellina de Órbigo (NO de España)". Universidad de León. Trabajo fin de Master en Riesgos Naturales. Inédito. 78 pp.
- Bridge, J. S. (2003). Rivers and Floodplains. Form, Processes and Sedimentary Records. Blackwell. Oxford.
- Gutiérrez, M. (2008). Geomorfología. Ed. Pearso. Prentice Hall. Madrid.
- Leopold, L. B.; Wolman, M. G. & Miller, J. P. (1964). Fluvial Processes in Geomorphology. Ed. Freeman. San Francisco.
- Martín Serrano, Á.; Salazar, Á.; Nozal, F. & Suárez, Á. (2004). Mapa Geomorfológico de España a escala 1:50.000. Guía para su Elaboración. Instituto Geológico y Minero de España (IGME). 128 pp.
- Molina Ballesteros, E. (1991). Geomorfología y geoquímica del paisaje. Dos ejemplos en el interior de la Meseta Ibérica. Universidad de Salamanca, 156 págs
- Pedraza Gilsanz, J. (1996). Geomorfología. Principios, Métodos y Aplicaciones. Editorial Rueda. Madrid.