

Tasas medias de denudación, morfometría e hipsometría en cuencas costeras del Norte de España

Average denudation rates, morphometry and hypsometry of coastal catchments in Northern Spain

S. Fernández¹, J. Álvarez-Marrón² y R. Menéndez-Duarte¹

1. Indurot, Campus de Mieres s/n Edificio Investigación 7º planta 33600 Mieres, España .smdez@indurot.uniovi.es
2. Instituto de Ciencias de la Tierra (CSIC) C/ Lluís Sole Sabaris s/n. E-08028 Barcelona. España. jalvarez@ija.csic.es

Resumen: Cuatro pequeñas cuencas fluviales costeras de la costa Cantábrica (Porcía, Negro, Esva y Esqueiro) en el Norte de España han sido analizadas mediante SIG para obtener su morfometría e hipsometría. Los análisis indican que la parte inferior de sus laderas muestran los valores mayores de pendientes, superiores al 30°. Las integrales hipsométricas indican diferencias en la madurez de las cuencas, con un valor de volumen no erosionado del 45% en la cuenca más grande (Esva) y valores de 25% en las otras tres. La parte inferior de los cauces ha incidido sobre la plataforma de abrasión marina elevada sobre el nivel del mar en los últimos 1.5 Ma. La cantidad estimada de material erosionado durante este último periodo de incisión ha sido calculada mediante el SIG aplicando el método de interpolación IDW. Los volúmenes obtenidos proporcionan valores medios de denudación de 3.3, 3.7, 5.2, and 38 cmKyr⁻¹ para los ríos Porcía, Negro, Esva y Esqueiro, respectivamente.

Palabras clave: Ríos costeros; morfometría; integral hipsométrica; tasas medias de denudación, Norte de España.

Abstract: A GIS based morphometric and hypsometric analysis was performed in four small coastal catchments (Porcía, Negro, Esva and Esqueiro) along the Cantabrian coast in Northern Spain. The analysis indicates that the greater slope values above 30° are concentrated along the lowest reach of the hill-slopes. The hypsometric integrals indicate differences in the stage of maturity of the catchments, with largest uneroded volume of 45% in the largest catchment (Esva) and only 25% in the other three. The lowest channel reach of the catchments is incised onto a wavecut platform that was uplifted in the last 1.5 Ma above sea level. The estimated volume of eroded material during this latest period of incision was obtained by a GIS based reconstruction of non-eroded topography using the IDW interpolation method. The volumes obtained provide average denudation rates of 3.3, 3.7, 5.2, and 38 cmKyr⁻¹ for the catchments Porcía, Negro, Esva and Esqueiro, respectively.

Key words: Coastal catchments; morphometry; hypsometric integrals; average denudation rates; northern Spain.

INTRODUCTION

Con el fin de estimar las tasas medias de erosión en las cuencas costeras del sector occidental de la costa Asturiana se ha realizado una cuantificación de variables topográficas y del relieve en cuatro cuencas de ríos costeros: Porcía, Negro, Esva y Esqueiro (Fig. 1). El análisis incluye variables morfométricas así como el cálculo de las integrales hipsométricas para las cuatro cuencas siguiendo el método de Stralher (1952).

Desde el punto de vista geomorfológico los ríos seleccionados corresponden a cursos cortos de fuerte pendiente y que discurren encajados en el lecho rocoso del Macizo Ibérico. Estos ríos presentan cuencas de

diferente tamaño cuyas áreas varían entre 56 y 466 km².

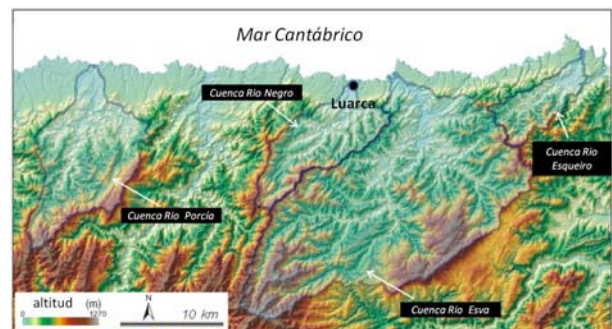


FIGURA 1. Localización e hipsometría de las cuencas de los ríos Porcía, Negro, Esva y Esqueiro en la costa occidental de Asturias.

Estos ríos erosionan substratos paleozoicos de pizarras, arenisca y cuarcitas metamórficas. Cerca de la desembocadura aparecen fuertemente encajados al atravesar la “rasa”, una plataforma marina elevada sobre el nivel del mar en los últimos 1.5 Ma (Alvarez-Marrón et al., 1997). En esta plataforma marina el cambio brusco de pendiente que marcar la paleo-línea de costa se encuentra entre los 100 y los 160 m de altitud, ascendiendo de oeste a este.

ANÁLISIS MORFOMETRICO

El análisis cuantitativo de la topografía se realizó a partir de modelos digitales del terreno (MDT). La variable topográfica base para el análisis morfométrico se construyó a partir de un modelo digital de elevaciones (MDE) con un tamaño de celda de 25 m. La distribución de la pendiente en la zona de estudio se obtuvo mediante el cálculo de la primera derivada de los datos de elevación. A partir de los dos modelos, se obtuvo la variación de los datos de pendiente con respecto a la altitud para las cuatro cuencas (Fig. 2). Las cuatro cuencas muestran valores de pendientes mayores de 30° en la parte baja de las laderas, lo que indica una incisión de los canales en las etapas más recientes de su evolución (Dietrich et al., 2003).

Respecto a la covariación de la pendiente y la altitud de las cuencas, las curvas de los ríos Esva y Porcía presentan al menos dos inflexiones. Una de ellas en la parte superior a elevaciones de 1000 m en el río Esva y de 900 m en el río Porcía. Esta morfología en las zonas altas de las laderas indican la evolución del encajamiento de los cauces sobre una superficie superior de relieve suavizado (Kirby et al., 2003). La segunda inflexión se observa en la parte baja de los ríos Esva, Porcía y Negro. Esta inflexión se localiza a diferentes altitudes en las tres cuencas, estando próxima a los 200 m en los ríos Esva y Porcía y próxima a los 100 en el río Negro y podría estar relacionada con el encajamiento asociado al descenso del nivel de base en los últimos 1.5 Ma, evidenciado por el levantamiento de la Rasa.

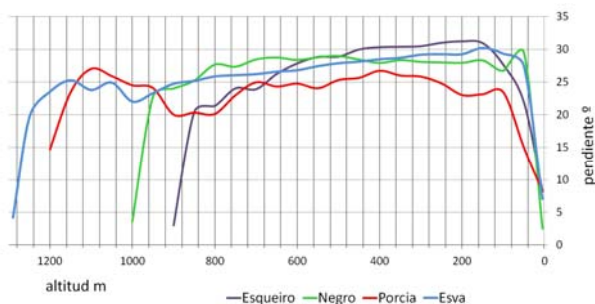


FIGURA 2. Variaciones de las pendientes respecto a las altitudes para las cuatro cuencas analizadas. La cuenca del río Esqueiro no muestra el claro cambio en la pendiente cerca de la desembocadura que muestran las otras tres.

INTEGRAL HIPSOMÉTRICA

La curva hipsométrica y la Integral Hipsométrica (IH) son medidas adimensionales de la proporción de área de una cuenca fluvial por encima de una determinada elevación (Strahler, 1952). Estas medidas permiten caracterizar la distribución de elevaciones en una cuenca fluvial e interpretar el estadio evolutivo en que se encuentra, entre un estadio inmaduro con valores de IH altos y un estadio maduro con valores de IH más bajos. Los trazados de las curvas hipsométricas obtenidos indican estadios evolutivos similares para las cuencas de los ríos Negro y Esva, mientras que la mayor concavidad de la curva para el río Porcía indica un grado de madurez relativamente mayor (Fig.3). Los valores de la Integral Hipsométrica indican valores más altos para el río Esva (IH: 45%) que para el resto de los ríos (IH: 25%).

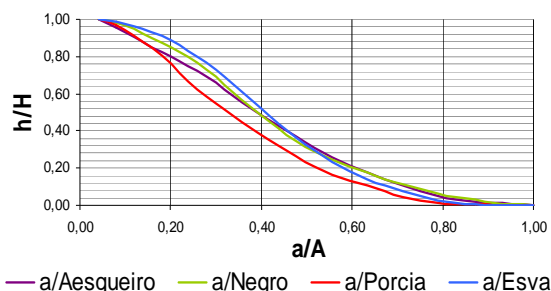


FIGURA 3. Curvas hipsométricas de los cuatro ríos.

ESTIMACION DEL VOLUMEN EROSIONADO

La estimación de las tasas medias de denudación se realizó a partir de un análisis de la topografía basado en el MDE utilizando el método de la ponderación inversa a la distancia (IDW). Este método ha permitido interpolar una superficie a partir de los datos de altitud del límite de la cuenca hidrográfica. La superficie interpolada pretende reconstruir la topografía anterior al encajamiento de la cuenca (Fig. 4). De la superficie reconstruida se sustrae el MDE actual para obtener una estimación del volumen total mínimo erosionado. En particular, se ha restado del volumen total un valor constante para cada cuenca, teniendo en cuenta la profundidad de la incisión de cada río en la Rasa.

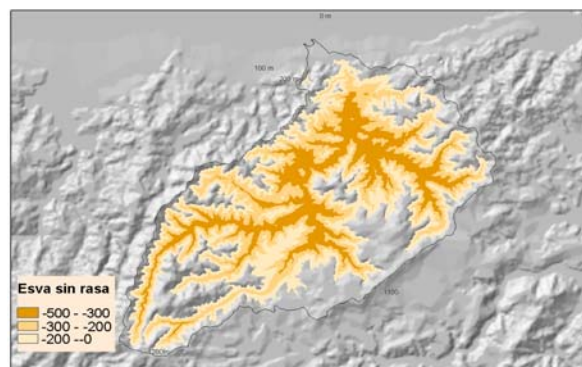


FIGURA 4. Reconstrucción de los límites que tendría la cuenca del Esva antes del levantamiento de la “rasa”.

La incisión determinada a partir de mapas topográficos 1:25000 varía entre los 120 m en el Esva y los 100 m en el Porcía. La incisión es la altitud de la paleo-línea de costa representada por el brusco cambio de pendiente en la zona más elevada de la rasa.

Las tasas medias de erosión obtenidas a partir de los volúmenes calculados para los últimos 1.5 Ma correspondientes a cada una de las cuencas, se presentan en la Tabla I. Las cantidades son concordantes con las obtenidas para estas mismas cuencas usando isótopos cosmogénicos (Fernández et al., 2010).

CUENCAS	TASAS MEDIAS DE EROSIÓN (cm Kyr ⁻¹)
PORCIA	3.3
NEGRO	3.7
ESVA	5.2
ESQUEIRO	4

TABLA I. Tasas medias de erosión estimadas a partir de la reconstrucción del relieve pre-Rasa en las cuatro cuencas para los últimos 1.5 Ma.

AGRADECIMIENTOS

Estos estudios han sido financiados a través de los proyectos CGL2005-24204 y CGL2007-60230/BTE de los Ministerios de Educación y Ciencia y de Ciencia e

Innovación. Se incluyen en el marco del proyecto "TOPO-Iberia", Consolider-Ingenio 2010, CSD2006-00041.

REFERENCIAS

- Alvarez-Marrón J., Rubio, E. y Torne, M. (1997): Subduction-related structures in the North Iberian Margin. *Journal Geophysical Research*, 102, 22497-22511.
- Dietrich, W.E., Bellugi, D., Heimsath, A.M., Roering, J.J., Sklar, L. y Stock, J.D. (2003): Geomorphic transport laws for predicting the form and evolution of landscapes. In: *Prediction in Geomorphology* (P. Wilcock and R. Iverson, eds.) *American Geophysical Union Monograph Series*, 135: 103-132.
- Fernández Menéndez, S., Menendez-Duarte, R., Stuart, F. y Alvarez-Marrón, J. (2010): Hipsometric analysis and denudation rates in coastal catchments of the Cantabrian Mountains (northern Spain). *Geophysical Research Abstracts* V. 12, EGU2010-9519, 2010 EGU General Assembly.
- Kirby, E., Whipple, K.X., Tang, W. y Chen Z. (2003): Distribution of active rock uplift along the eastern margin of the Tibetan Plateau: Inferences from bedrock channel longitudinal profiles. *Journal Geophysical Research*, 108, 2217.
- Strahler, A.N. (1952): Hypsometric analysis of erosional topography. *Geological Society of America Bulletin* 63, 1117 – 1142.