

# ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE LA CUENCA DEL RÍO AGRIO, VOLCÁN COPAHUE, ARGENTINA

Rafael B. Sale<sup>ab</sup>, Alberto T. Caselli<sup>ab</sup>, Lourdes L. Chocobar<sup>bc</sup> y Gustavo A. Córdoba Guerrero<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Universidad Nacional de Río Negro. Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología. Río Negro, ARGENTINA

<sup>b</sup>CONICET. Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología. Río Negro, ARGENTINA

<sup>c</sup>INGEMA, Instituto de Geociencias y Medioambiente. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán, ARGENTINA

<sup>d</sup>Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Nariño, COLOMBIA

e-mail: [rbsale@unrn.edu.ar](mailto:rbsale@unrn.edu.ar)

## Introducción:

Este estudio se centró en la caracterización morfométrica de la cuenca del río Agrío, ubicada en el departamento Ñorquín, en la región oeste de la provincia de Neuquén, Argentina (Figura 1). Durante las últimas décadas, la cuenca ha experimentado precipitaciones extraordinarias, lo que resultó en inundaciones en las principales vías de comunicación de la región. Con el objetivo de comprender mejor su comportamiento hidrológico y abordar estos problemas, se llevó a cabo un análisis detallado que incluyó, en una primera etapa, la estimación de parámetros geomorfométricos básicos, así como aquellos relacionados con la forma, el relieve y la red de drenaje.

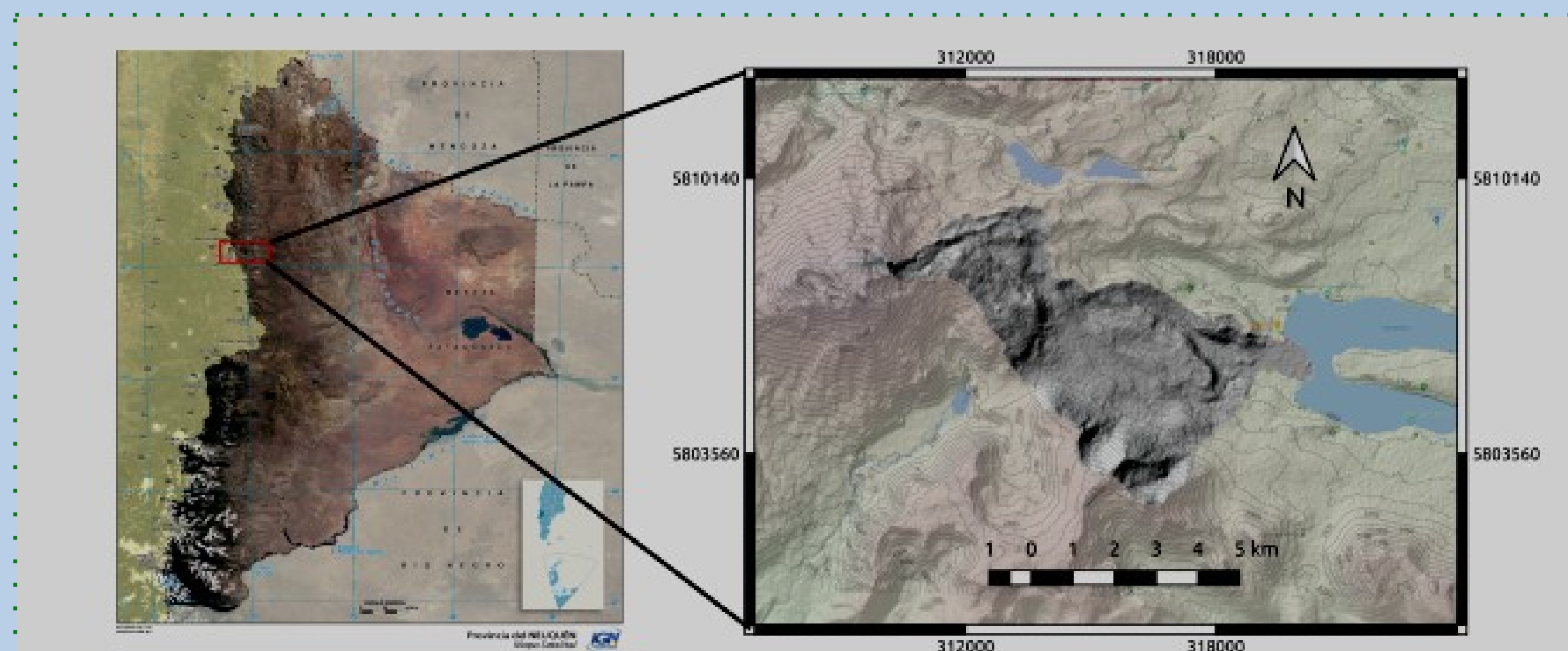


Figura 1. A la izquierda, se muestra el Mapa Satelital de la provincia de Neuquén proporcionado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), adquirido el 6 de noviembre de 2023 en [www.ign.com.ar](http://www.ign.com.ar). A la derecha, se ha demarcado en gris la cuenca del río Agrío, utilizando datos de un Modelo de Elevación Digital (DEM) ALOS PALSAR (ASF, 2015) disponible en [www.search.asf.alaska.edu](http://www.search.asf.alaska.edu).

## Materiales y métodos:

La caracterización morfométrica y el mapa de pendientes se llevó a cabo utilizando software QGIS (<http://qgis.osgeo.org/>) y herramientas de Grass GIS (<https://grass.osgeo.org/>). La cuenca se definió utilizando un Modelo de Elevación Digital (DEM) ALOS PALSAR (AP\_05427\_FBS\_F6410\_RT1) con una resolución de 12.5 metros. Este DEM fue adquirido del Alaska Satellite Facility el 31 de enero de 2007 (ASF DAAC, 2015). Se reconfiguró al sistema de coordenadas EPSG: 32719 y se demarcó la cuenca con el algoritmo r.water.outlet, previamente corrigiendo las depresiones del terreno y generando direcciones de flujo y segmentos de cursos de agua con r.fill.dir y r.watershed, respectivamente. La cuenca en formato raster se convirtió en datos vectoriales, con correcciones manuales según fuera necesario.

Para llevar a cabo el análisis, se calculó el mapa de pendientes y se delineó la red de drenaje de manera manual (Figura 2). Para este último paso, se han empleado mapas del Instituto Geográfico Nacional (disponibles en [www.ign.com.ar](http://www.ign.com.ar)) y datos multitemporales de Google Earth y Bing Maps como fuentes de referencia. Para organizar y clasificar jerárquicamente los cursos de agua, se aplicó la metodología de Strahler (1964). Los principales índices se pueden consultar en la Tabla 1.

Tabla 1

### Parámetros morfométricos-Cuenca del río Agrío

Generales	Símbolo	Unidad	Ecuación	Valor
Área	A	km <sup>2</sup>	-	28,40
Perímetro	P	km	-	39,86
Longitud máxima	La	km	-	10,19
Ancho	Ac	km	-	2,79
Relieve	Símbolo	Unidad	Ecuación	Valor
Cota mínima	Cm <sub>inc</sub>	msnm	-	1633
Cota máxima	Cm <sub>áxc</sub>	msnm	-	2843
Desnivel (Hadley y Schumm, 1961)	H	msnm	-	1210
Forma	Símbolo	Unidad	Ecuación	Valor
Factor forma (Horton, 1932)	Ff	-	A/La <sup>2</sup>	0,27
Relación de circularidad (Miller, 1953)	Rc	-	(4πA)/P <sup>2</sup>	0,22
Relación de elongación (Schumm, 1956)	Re	-	1,1284(√A/La)	0,59
Coefficiente de compacidad (Gravelius, 1914)	Cc	-	0,282PA <sup>0,5</sup>	2,11
Drenaje	Símbolo	Unidad	Ecuación	Valor
Cota mínima del cauce principal	Cm <sub>cp</sub>	msnm	-	1633
Cota máxima del cauce principal	CM <sub>cp</sub>	msnm	-	2598
Longitud del cauce principal	L <sub>cp</sub>	km	-	13,26
Pendiente media del cauce principal	J	%	(CM <sub>cp</sub> -Cm <sub>cp</sub> /L <sub>cp</sub> )100	7,28
Longitud total del cauce	L <sub>tc</sub>	km	-	13,26
Densidad de drenaje (Horton, 1932)	D <sub>d</sub>	km.km <sup>-2</sup>	ΣL <sub>tc</sub> /A	4,02
Textura de drenaje (Horton, 1945)	T <sub>d</sub>	Nu.km <sup>-1</sup>	Nu/P	11,94
Frecuencia de drenaje (Horton, 1932)	F <sub>d</sub>	Nu.km <sup>-2</sup>	Nu/A	16,76
Tiempo de concentración (Highways, 1960)	T <sub>c</sub>	h	0,951L <sub>pc</sub> <sup>1,155</sup> H <sup>-0,385</sup>	1,22
u	N		Longitud (km)	
1	476,00		28,52	
2	198,00		31,03	
3	61,00		27,66	
4	14,00		14,71	
5	3,00		9,32	
6	1,00		2,92	
Total	753,00		114,16	

## Resultados y Discusión

La cuenca de orden 6 cubre 28.40 km<sup>2</sup>, con un perímetro de 39.86 km, longitud axial de 10.19 km y ancho de 2.79 km. La altitud varía entre 2843 msnm y 1633 msnm, generando un desnivel de 1210 msnm. Los índices de circularidad (0,22), relación de elongación (0,59) y factor forma (0,27) revelan que la cuenca tiene una forma alargada, describiéndose como rectangular oblonga según el coeficiente de compacidad (2,11). El cauce principal del río Agrío tiene 13,26 km y la longitud total de todos los cursos de agua alcanza los 114,16 km. La densidad de drenaje (4,02 km.km<sup>-2</sup>) junto con los valores altos de textura (11,94) y frecuencia de drenaje (16,76) para corrientes de orden inferior, revelan una cuenca bien drenada con la existencia de material impermeable hacia las cabeceras de la misma (Figura 2). El análisis arrojó un tiempo de concentración de 1,22 h. Aunque su forma sugiere baja predisposición a crecidas, este fenómeno se relacionaría más con las proporciones de la cuenca y las elevaciones del terreno que con su geometría.

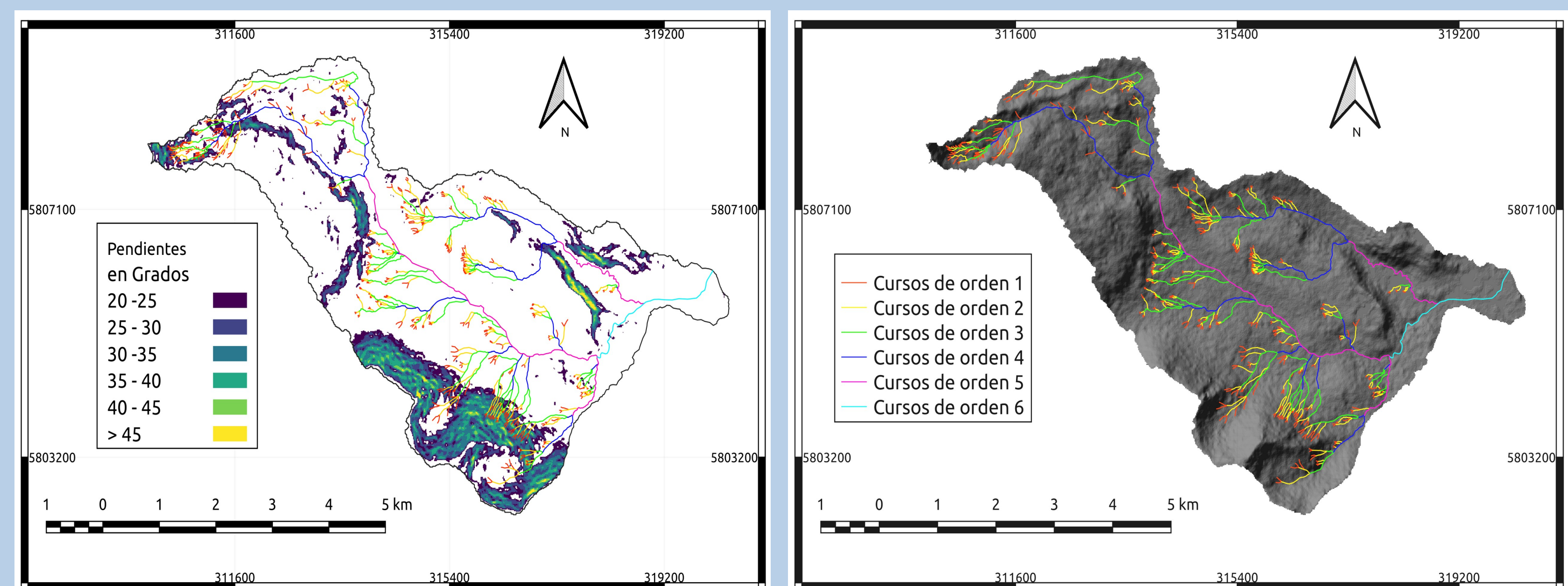


Figura 2. A la izquierda, se observa el mapa de pendientes reclasificado para pendientes mayores a 20 grados. Puede observarse que para cauces de orden inferior coincide con pendientes mayores en la cuenca. A la derecha, se muestra la jerarquía de los cursos de agua según Strahler (1964)

## Bibliografía

- ASF DAAC 2015, ALOS PALSAR Radiometric Terrain Corrected hi\_res; Includes Material © JAXA/METI 2007. Accessed through ASF DAAC 01 July 2023. DOI: [10.5067/Z97HFCNKR6VA](https://doi.org/10.5067/Z97HFCNKR6VA)
- Gravelius, H. (1914). Grundrifi der gesamten Gewisserkunde. Band I: Flufikunde (Compendium of Hydrology, vol. I. Rivers, in German). Goschen, Berlin.
- Hadley, R., y Schumm, S. (1961). Sediment sources and drainage basin characteristics in upper Cheyenne River basin, USGS Water Supply Paper, 1531-B, W, 198. Washington DC
- Highways, C.D.O. California Culvert Practice; Department of Public Works, Division of Highways: Sacramento, CA, USA, 1960
- Horton, R. E. (1932). Drainage-basin characteristics. Transactions, American geophysical union, 13(1), 350-361.
- Horton, R. E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological society of America bulletin, 56(3), 275-370.
- Miller, V. C. (1953). A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the Clinch Mountain area, Virginia and Tennessee (Vol. 3). New York: Columbia University.
- Schumm, S. A. (1956). Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. Geological society of America bulletin, 67(5), 597-646.
- Strahler, A. N. (1964). Quantitative geomorphology of drainage basin and channel networks. Handbook of applied hydrology.