

La carta hidrogeomorfológica como herramienta para identificar elementos de la geodiversidad. Parque Provincial Ernesto Tornquist, Buenos Aires ¹

Verónica Gil** - Jorge O. Gentili* – Alicia M. Campo**

* Universidad Nacional del Sur

**Universidad Nacional del Sur - CONICET

Resumen

El objetivo del presente trabajo es aplicar la cartografía hidrogeomorfológica a identificación de elementos de la geodiversidad en un sector de la cuenca alta del río Sauce Grande dentro de los límites del Parque Provincial Ernesto Tornquist. Esta es un Área Natural Protegida (ANP) emplazada al noreste del partido de Tornquist, provincia de Buenos Aires. En misma se encuentran las nacientes de tres cuencas hídricas de gran importancia para la región suroeste bonaerense. Se elaboró la carta hidrogeomorfológica utilizando la metodología propuesta por Peña Monné (1997), Capitanelli (1998) y Mikkan (2007b). Se identificaron a partir de ésta 13 elementos relevantes correspondientes a los aspectos hidrológicos e hidrogeomorfológicos de la geodiversidad. La metodología de elaboración de la cartografía propuesta facilitó la identificación y clasificación de las formas y procesos de diferentes aspectos de la geodiversidad a escala de elementos. Asimismo, la descripción detallada de la cartografía permitió destacar los aspectos cualitativos del recurso existente como inicio del proceso de valoración. Por último, se destaca la aplicabilidad de la cartografía hidrogeomorfológica en el análisis de la geodiversidad a escala de paisaje.

Introducción

La geomorfología fluvial (o hidrogeomorfología) se ocupa de estudiar e interpretar las formas de la superficie terrestre de origen fluvial, dicho en otros términos, se interesa por el sistema morfogenético fluvial (Diez Herrero, 2001; Moya *et al.*, 1998; Marchetti, 2000). Este sistema comprende las formas y procesos del modelado que se determinan a partir de la acción del agua superficial. Los ríos, cuyo papel tanto en la configuración de la red de drenaje como en la morfogénesis, es fundamental. Su variedad refleja el vasto rango de ambientes en los que se encuentran. Clima, geología, cobertura vegetal, topografía son algunos de los factores que influyen en el sistema hidrográfico (Charlton, 2008). Las cuencas como unidades hidrográficas enmarcan las condiciones dentro de las cuales ejercen su acción el agua superficial. Este límite, determina el rango de los procesos y los atributos morfológicos que son asociados a los ríos (Brierley y Fryirs, 2006).

Las investigaciones que aborden temas fluviales deben hacerlo desde una perspectiva integrada, esto es, considerando sus elementos en el análisis y realizando síntesis con las relaciones. El abordaje desde la perspectiva de sistemas morfogenéticos pareciera ser el más indicado ya que no sólo toma en cuenta las variables naturales sino también las antropogénicas (Diez Herrero, 2001; Marchetti, 2000). Por otra parte, la representación de las formas y procesos se lleva a cabo mediante cartas hidrogeomorfológicas. Estas tienen como objetivo la representación de las condiciones ofrecidas al escurrimiento del agua en un espacio determinado. Se torna de esta manera en una herramienta indispensable para la interpretación del

¹ El presente trabajo se realizó en el marco de los proyectos de investigación “*Geografía Física Aplicada al estudio de la interacción Sociedad-Naturaleza. Problemáticas a diferentes escalas témporo-espaciales*”, 24/G067, subsidiado por SGCyT, UNS. amcampo@uns.edu.ar y “*Dinámica hidrogeomorfológica aplicada al estudio del peligro hidrometeorológico en cuencas serranas*”, PIP. 114-20100-00226, CONICET verogil@uns.edu.ar.

comportamiento hidrológico del espacio estudiado tanto para científicos como para la sociedad (Tricart, 1965; Capitanelli, 1998 y Mikkan, 2007).

La Geodiversidad comprende *“la variabilidad de la naturaleza abiótica, incluidos los elementos litológico, tectónicos, geomorfológicos, edáficos, hidrológicos, topográficos y los procesos físicos sobre la superficie terrestre y los mares y océanos, junto a sistemas generados por procesos naturales, endógenos y exógenos, y antrópicos, que comprende la diversidad de partículas, elementos y lugares”* (Serrano Cañadas y Ruiz Flaño, 2007:82). En este marco, la identificación de procesos geomorfológicos y las formas que se originan de ellos constituye una actividad de interés para la caracterización de la geodiversidad con fines de valoración y protección del recurso.

En esta línea, los autores del presente trabajo han realizado estudios preliminares de la Geodiversidad en el PPET (Gil *et al.*, 2011; 2012) en los que se realizó una valoración semi-cuantitativa a escala de elementos en las tres grandes cuencas que se originan en dicha área protegida. Se indicó a la cuenca del río Sauce Grande como la de mayor presencia en cantidad y variedad de elementos de la geodiversidad. Por lo expuesto, en este estudio se planteó el objetivo de aplicar la cartografía hidrogeomorfológica a identificación de elementos de la geodiversidad en un sector de la cuenca alta del río Sauce Grande dentro de los límites del PPET.

Área de estudio

El área de estudio se ubica dentro de los límites del Parque Provincial Ernesto Tornquist (PPET). Área Natural Protegida (ANP) emplazada al noreste del partido de Tornquist, provincia de Buenos Aires. Dentro de la misma se encuentran las nacientes de tres cuencas hídricas de gran importancia para la región suroeste bonaerense. La que abarca mayor superficie del parque es la del río Sauce Grande. Sus nacientes están formadas por tres subcuencas: Nacimiento o Destierro Primero, de los Remansos y Horqueta del Sauce, que nacen en sectores elevados del cordón Sierra de la Ventana entre 1.172 y 931 msnm (Fig. 1).

El Sistema de Ventania forma de arco de rumbo Noroeste – Sureste de 180 km de largo y 50 km de ancho en su parte central. Las sierras que se elevan entre 400 y 700 m de la llanura circundante están compuestas por cordones sub-paralelos cuya diferencia altitudinal es marcada y debida al levantamiento diferencial de los distintos bloques.

En el área de estudio afloran areniscas cuarcíticas compactas, densas y macizas pertenecientes la Formación Providencia y la Formación Napostá y la Formación Lolén compuesta por metaarenitas estratificadas. Estas rocas metamórficas actúan ante los agentes del modelado como rocas cristalinas y se encuentran en el sector de nacimiento de los cursos que componen la red de drenaje. El resto de las subcuencas están caracterizadas por depósitos sedimentarios cuaternarios que generan diferentes unidades geomorfológicas. Las más extensas son las bajadas y las acumulaciones aluviales (Gil, 2010).

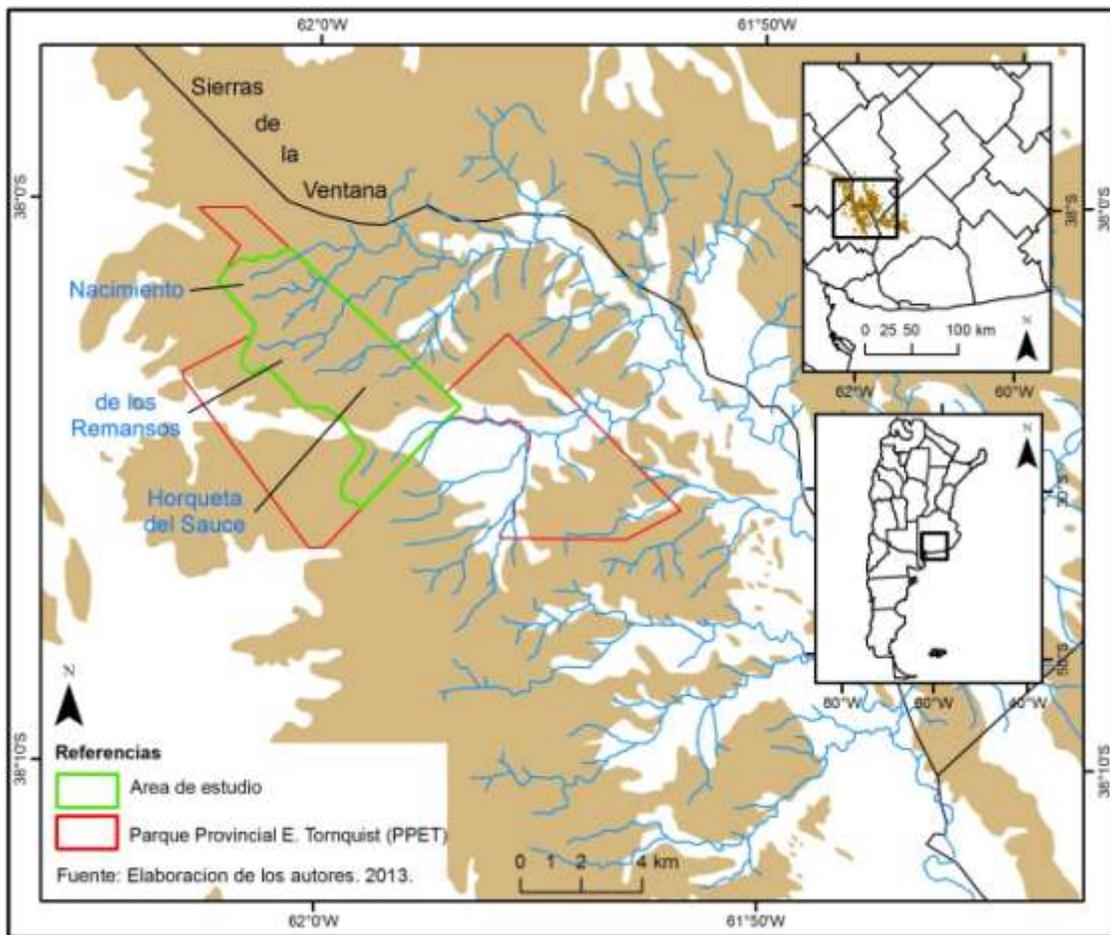


Figura 1. Área de estudio

Materiales y Métodos

Se utilizaron cartas topográficas del IGM (actual IGN) a escala 1:50.000 y fotos aéreas del año 1981 a escala 1:20.000. Se clasificó jerárquicamente la red de drenaje según el método de Strahler (1964). Se realizaron modificaciones en la cantidad y extensión de los cauces a partir de la integración de la cartografía con las fotografías aéreas y el trabajo de campo. Se calcularon los índices morfométricos más acordes al estudio de la dinámica hídrica de la cuenca basándose principalmente en Senciales González (1999) y Marchetti (2000).

Para la elaboración de la cartografía hidrogeomorfológica se utilizó la metodología propuesta por Peña Monné (1997), Capitanelli (1998) y Mikkan (2007b) y las áreas de referencia fueron tomadas del mapa geomorfológico de la cuenca realizado por Gil (2010). Para medir la infiltración se utilizó el infiltrómetro de doble anillo, este instrumento mide la infiltración vertical en un tiempo determinado. Debido a las características del instrumental los afloramientos no fueron muestreados mediante esta técnica. Para determinar infiltración se procedió al cálculo de densidad de diaclasamiento en parcelas modelo. Para delimitar y estudiar los grupos hidrológicos de suelos se utilizó el Mapa de Suelos de la Provincia de Buenos Aires (1:500.000) y la clasificación del Natural Resources Conservation Service (NRCS) del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA).

Resultados

Uno de los principales aspectos que se espacializa en la carta hidrogeomorfológica es la capacidad de infiltración de los terrenos. Esta característica incide, entre otros factores, en el potencial de escurrimiento de los suelos. Si bien existen ensayos de infiltración para la cuenca del río Sauce Grande (Luque, 2007) en el área de estudio se realizaron muestreos en los sectores de la cubierta sedimentaria. Los valores obtenidos fueron el complemento al análisis de los grupos de suelos predominantes (U.S. Department of Agriculture, 2009). Los mismos son establecidos sobre la base de las características generales de comportamiento hidrológico. De esta manera se distinguieron dos grandes áreas que presentan características de infiltración diferentes. La primera, las rocas coherentes, coincide con los afloramientos rocosos del sistema serrano mientras que la segunda, la cubierta sedimentaria, se encuentra ubicada en los sectores de piedemonte (Fig. 2).

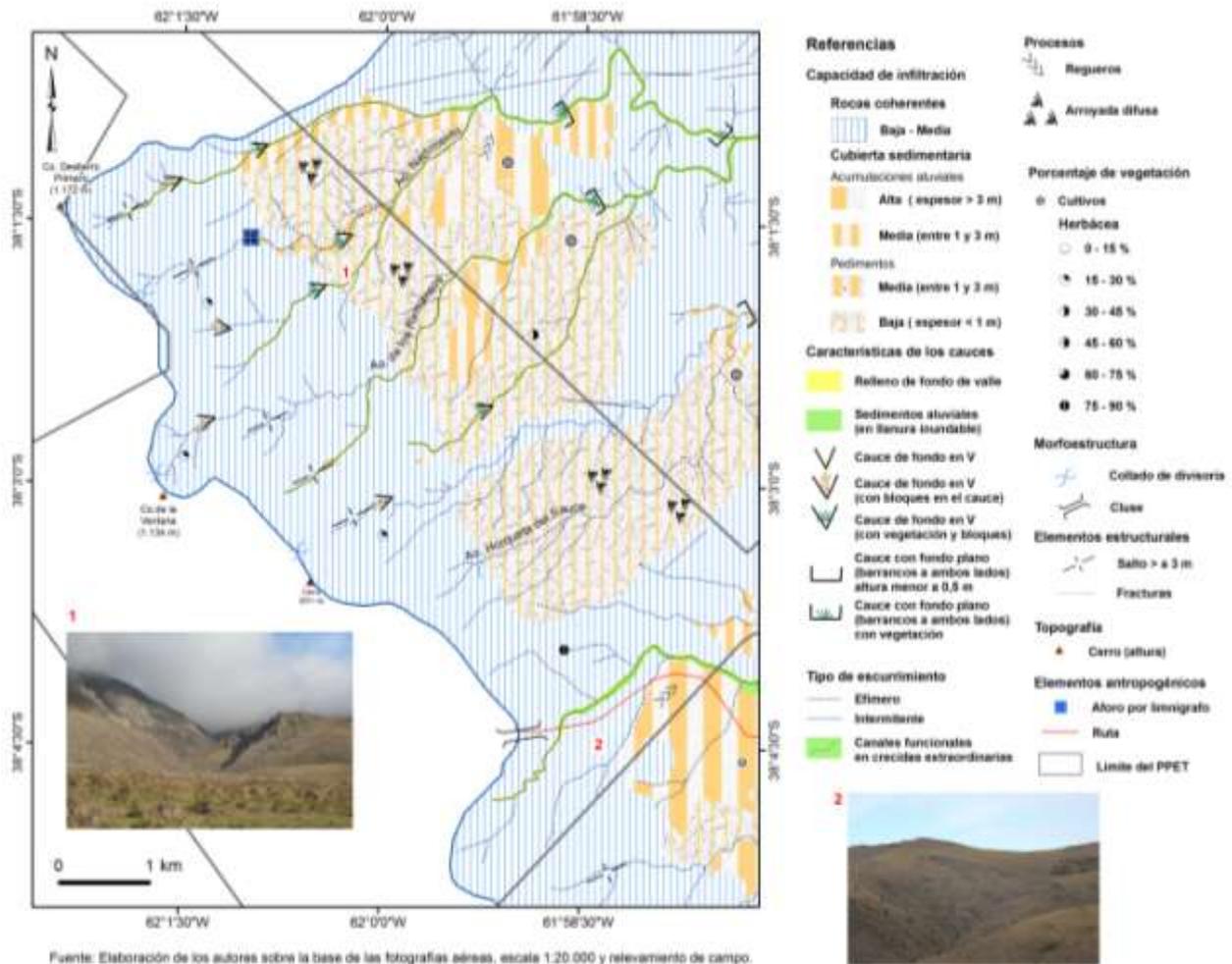


Figura 2. Carta hidrogeomorfológica del área de estudio.

En el área de rocas coherentes los suelos son someros y no superan los 27 cm. Poseen en general una infiltración media-baja y esto está directamente relacionado con el diaclasamiento de la roca expuesta. Se

determinaron valores promedio de diaclasamiento en los sectores altos de las sierras y variaron entre los 3,5 m/m² y los 8,2 m/m². La cubierta sedimentaria presenta características diferentes según su espesor. Se distinguen áreas con más de 3 m de cubierta sedimentaria (coincidentes con las acumulaciones aluviales), áreas de entre 1 y 3 m (coincidentes con acumulaciones aluviales y bajadas) y áreas con menos de 1 m (coincidentes con el área de pedimentos). Los datos de velocidad de infiltración obtenidos con el infiltrómetro de doble anillo variaron entre 0,25 cm/min a los 0,4 cm/min (áreas con baja infiltración) y entre los 1 cm/min y los 1,6 cm/m (áreas con media capacidad de infiltración). Por otra parte, la cubierta sedimentaria con espesor mayor de 3 m quedó definida con una infiltración alta. Esto se debe a que son áreas cultivadas y la determinación de la capacidad de infiltración fue realizada sobre la base de la textura de los suelos y grupos hidrológicos.

Los cauces de fondo en “v” se encuentran principalmente donde afloran las rocas del sistema serrano y corresponden a los cursos de jerarquía 1, 2 y en algunos casos 3. Al erosionar la roca forman cañadones profundos que recorren zonas con elevadas pendientes. En ellos suelen generarse saltos de agua de 3 m o más y el fondo puede estar cubierto de grandes bloques provenientes de las laderas. Aquí la llanura inundable es pequeña y hasta en algunos casos inexistente. Los cauces de fondo plano se encuentran en la zona de piedemonte donde existe un cambio general en la pendiente de las cuencas. Los arroyos comienzan a incidir sobre el material sedimentario profundizando su cauce y formando barrancos entre 0,5 y 2 m alternados entre las márgenes.

En las cuencas estudiadas existen dos tipos de escurrimiento directamente relacionados con la cantidad de precipitaciones y con la posición de las napas freáticas en las distintas épocas del año: el efímero y el intermitente (Aparicio Mijares, 1999). La mayoría de los cursos de agua son efímeros, esto es que dependen de las precipitaciones. Mientras que los cursos principales que son intermitentes llevan agua durante todo el año, salvo en años donde se producen grandes sequías. En esos casos los mismos llegan a estar secos durante el tiempo que tarda la napa en saturarse nuevamente.

En los interfluvios se distinguen zonas con escurrimiento difuso o laminar. Este escurrimiento, que se da como una fina lámina de agua que se desplaza por la superficie, es fundamentalmente erosivo y arrastra el material fino en su paso (Gil, 2010). Si la pendiente lo permite, el agua comienza a encauzarse y evoluciona en regueros donde se inicia una incipiente incisión en el suelo y se generan cursos que drenan directamente al cauce principal.

Las sierras se encuentran disectadas por valles transversales a la estructura plegada, que morfológicamente corresponde a la denominación de cluse. La formación del cluse es producto de encajamientos fluviales atravesando una estructura anticlinal o a una asociación de pliegues. Primeramente estos cursos fluviales fueron encajamientos incipientes denominados ruz. En algunos casos esta morfología coincide con lo que localmente toma el nombre de “abra”. Un ejemplo de esto, es el abra de la Ventana (sector sur de la figura 2). Por otra parte, los collados están indicando la superficie de separación entre dos cuencas de recepción que drenan sus aguas en sentido opuesto. Esta superficie es estrecha y su evolución, por erosión retrocedente de los curso de agua, puede conducir en este caso a capturas fluviales entre cuencas. En el área aflora la formación Lolén (Harrington, 1947) caracterizada por morfologías en cresta y elevado fracturamiento. Aquí, el trazado de la red de drenaje se relaciona con la estructura y con la inclinación del terreno. De esta manera se generan cursos longitudinales o transversales, depresiones y cursos ortoclinales, cataclinales y anaclinales.

Por otra parte, la influencia de la vegetación sobre la hidrología fluvial depende del tipo de formación fitogeográfica y del grado de cobertura sobre la superficie de la cuenca (Bruniard, 1992). La zona biogeográfica que corresponde al área de estudio es el Distrito Austral argentino (Cabrera, 1976). La

vegetación predominante es la estepa de gramíneas formada por grandes matas del género *Stipa*. Se estimó el grado de cobertura vegetal sobre la base de fotografías aéreas y trabajo de campo y se dividió la misma en porcentajes de cobertura. En general, en las nacientes de los cursos coincidiendo con los sectores serranos se conserva la flora nativa, representada fundamentalmente por especies herbáceas. La unidad donde las comunidades vegetales se empobrecen coincide con la de mayor pendiente siendo escaso el desarrollo de la misma en la divisoria de aguas y zonas rocosas. A medida que se desciende en altura y sobre sectores con sedimentos modernos se genera una mayor cobertura.

De la totalidad de formas y procesos espacializados en la carta hidrogeomorfológica (Fig. 2), en la tabla 1 se enumeran los elementos correspondientes a tres de los aspectos de la geodiversidad. Los aspectos hidrológicos e hidrogeomorfológicos fueron los identificados en el presente trabajo mientras que los geomorfológicos resultaron de un estudio previo realizado por Gil *et al.* (2012).

Aspecto de la geodiversidad	Elementos
Hidrológico	Arroyada difusa
	Arroyada concentrada
	Intermitente
	Efímero
	Manantial
Hidrogeomorfológico	Cauce en “V”
	Cauce de fondo plano
	Collado
	Cluse
	Salto
	Cauces Cataclinales
	Cauces Ortoclinales
Cauces Anaclinales	
Geomorfológico	Pliegues
	Crestas
	Hogback
	Taffoni
	Aleros
	Cuevas
	Pedimentos
	Derrubios por gravedad
	Deslizamiento
	Chevrones
	Ruz

Tabla 1. Elementos según aspectos de la Geodiversidad.

La identificación de formas y procesos hidrológicos e hidrogeomorfológicos a partir de la carta hidrogeomorfológica que se obtuvo en este trabajo es relevante para la caracterización de la geodiversidad con fines de valoración y protección del recurso. La cuantificación precisa de los elementos que forman parte de la geodiversidad es necesaria para el cálculo del Índice de Geodiversidad (Gd) (obtenido con anterioridad para el área de estudio). La cuantificación de los nuevos elementos permite profundizar el

cálculo del índice. Adicionalmente, la descripción detallada de la cartografía complementa el proceso de valoración.

Consideraciones finales

La metodología de elaboración de la cartografía hidrogeomorfológica facilitó la identificación y clasificación de las formas y procesos de diferentes aspectos de la geodiversidad. Se identificaron 13 elementos correspondientes a aspectos hidrológicos e hidrogeomorfológicos que complementaron los anteriores geomorfológicos. Asimismo, la descripción detallada de la cartografía permite destacar los aspectos cualitativos del recurso existente como inicio del proceso de valoración.

No obstante, la variedad de información y el grado de detalle que ofrece este tipo de cartografía y su análisis resultan de una complejidad superadora para la identificación y caracterización de la geodiversidad a escala de elementos. De lo expuesto se observa la aplicabilidad de la cartografía hidrogeomorfológica en el análisis de la geodiversidad a escala de paisaje.

Bibliografía

Aparicio Mijares, F.J., 1999. Fundamentos de hidrología se superficie. Ed. Limusa. Mexico. 303 pp.

Brierley, G.J.y Fryirs, K, A. 2006. Geomorphology and River Management. Applications of the River Styles Framework. Blackwell Publishing. 398 pp.

Bruniard, D., 1992. Hidrografía. Procesos y tipos de escurrimiento superficial, Editorial Ceyne, Buenos Aires, 124 pp.

Capitanelli, R. G. 1998. Geografía Física y Medio Ambiente: revalorización y enseñanza. Método y técnicas de trabajo. Mendoza, Ecogeo, 153 pp.

Charlton, R. 2008. Fundamentals of fluvial geomorphology. Routledge Taylor&Francis Group. 434 pp.

Díez Herrero, A. 2001. Geomorfología e Hidrología fluvial del río Albeche. Modelos SIG para la gestión de riberas. Memoria de tesis doctoral. Madrid, Universidad Complutense de Madrid, 610 pp. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/tesis/geo/ucm-t25361.pdf>

Gil, V. 2010. Hidrogeomorfología de la cuenca alta del río Sauce Grande aplicada al peligro de Crecidas. Tesis (Doctorado en Geografía). Bahía Blanca, Argentina. Universidad Nacional del Sur, Departamento de Geografía y Turismo, 269 p.

Gil, V., Gentili, J.O. y Campo, A.M. 2011. Geodiversidad en el Parque Provincial Ernesto Tornquist. Buenos Aires, Argentina. Actas VIII Jornadas Patagónicas de Geografía. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Comodoro Rivadavia ISBN 978-987-26721-0-2. 9 pp.

Gil, V., Gentili, J. y Campo, A. 2012. La cuenca hidrográfica como unidad de evaluación de la geodiversidad. Parque Provincial Ernesto Tornquist, Buenos Aires. Revista Párrafos Geográficos Vol. 11 N° 1. IGEPAT. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Trelew. 64 – 78 pp.

Harrington, H., 1947. "Explicación de las hojas geológicas 33m y 34m, Sierras de Curamalal y de la Ventana, Provincia de Buenos Aires", Servicio Nacional Minero Geológico, Boletín 61, Buenos Aires, 43 pp.

Marchetti, M. 2000. Geomorfología Fluviale. Bologna, Pitagora Ed., 247 pp.

Mikkan, R.A., 2007. Geomorfología volcánica de la Reserva La Payunia, Malargüe, Mendoza. Argentina. Mendoza, Ed. de la Facultad de Filosofía y letras. 79 pp.

Moya, M. E., Garzón, G. y Ortega, J. A. 1998. Depósitos de la avenida del arroyo Rivillas, Badajoz, noviembre de 1997. En: Gómez Ortiz, A. y Salvador Franch, F. (Eds.), *Investigaciones Recientes de la Geomorfología Española*. Barcelona. pp 229-136.

Peña Monne, J. L. 1997. Cartografía Geomorfológica Básica y Aplicada. Logroño, Geoforma Ed. 226 pp.

Romero Díaz, M.A. 1989. Las cuencas de los ríos Castril y Guardal (cabecera del Guadalquivir). Estudio Hidrogeomorfológico. España, EXCMO, Ayuntamiento de Huéscar (Granada) y Universidad de Murcia. 285 pp.

Tricart, J. 1965. La cartografía hidrogeomorfológica detallada y su interés para el estudio de los regímenes fluviales. Traducción del francés por Capitanelli. Laboratorio de Geografía Física y de Cartografía, Centro de Geografía Aplicada. Universidad de Estrasburgo. 30 pp.

Senciales González, J. M. 1999. Redes Fluviales, Metodología de Análisis. España. Universidad de Málaga, 337 pp.

Serrano Cañadas, E. y Ruiz Flaño, P. 2007. Geodiversidad: Concepto, evaluación y aplicación territorial. El caso de Tiermes Caracena (Soria). Boletín de la A. G.E. N° 45: 79 -98. España.

Strahler, A. N. 1964. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. En: Chow, V.T. Handbook of applied hidrology, New York: M^cGraw Hill. 39 – 73 pp.

U.S. Department of Agriculture, 2009. Hydrologic Soil Group. Chapter 7. Part 930 Hidrology. Title 210 Engineerign. [Online] <http://directives.sc.egov.usda.gov/handbooks>.