

**DELIMITACIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO
TECKA – GUALJAINA, CHUBUT, ARGENTINA.**

Mariana Paula Torrero*

* Programa de Estudio de los Procesos Atmosféricos en el Cambio Global, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas e Ingenierías, Pontificia Universidad Católica “Santa María de los Buenos Aires” - UCA (mtorrero@uns.edu.ar)

**Artículo recibido: 18-11-2013
Artículo aceptado: 17-03-2014**

RESUMEN

Al Oeste de la provincia de Chubut, Argentina, nace el Río Tecka que aguas abajo pasa a llamarse Gualjaina. El clima de la región es árido y frío, las precipitaciones, concentradas en invierno, no superan los 200 mm anuales y la temperatura media anual es de 10 °C. La vegetación predominante es de estepa subarabustiva-graminosa. Tecka y Gualjaina son los poblados principales, este último a orillas del arroyo Lepá, principal afluente del Río Gualjaina. El objetivo del trabajo es la delimitación topográfica y caracterización morfológica de la cuenca. El río desarrolla una cuenca de forma alargada con orientación Suroeste-Nor-Noreste. Nace a los 43°35'18" Lat S, a los 1.350 msnm y desemboca en el Río Chubut a los 475 msnm, a los 71°21'03" de Long. O. Su curso es permanente, con tributarios intermitentes. El curso del río es divisor de los departamentos chubutenses de Languiñeo, al Este, y de Futaleufú y Cushamen, al Oeste. Los puntos más altos son el de 2.210 m en la cuenca baja, al NO, en el Cordón de Esquel y el de 1.988 m en la cuenca alta, al Oeste, en el Cerro Cucho que forma parte del Cordón Kakel. Al SE, se localizan los Cerros Montgomery (1.655 m) y Mogote (1.611 m) y al E, en la Sierra de Tecka, el Cerro Araneda (1.448 m). El área se caracteriza por el desarrollo de mallines, de gran importancia ecológica y potencial productivo, los cuales se encuentran degradados o destruidos como consecuencia de procesos naturales o por la intervención antropogénica. El análisis de las condiciones físicas de la cuenca es un aporte al conocimiento y caracterización del área. Esto contribuirá a la preservación y al desarrollo sustentable de este espacio geográfico.

Palabras clave: Cuenca hidrográfica, topografía, morfología.

ABSTRACT

Tecka river born at the West of the Chubut, Argentina, downstream it's renamed Gualjaina river. The climate of the region is arid and cold, rainfall, concentrated in winter, not exceeding 200 mm per year and the average annual temperature is 10 °C. The predominant vegetation is subarabustiva - grassy steppe. Tecka and Gualjaina are the main towns, the latter by the creek Lepá, the main tributary of the river Gualjaina. The aim of this paper is the topographical and morphological delineation of the basin. The river develops an elongated basin facing Southwest- North- Northeast Tecka river born at 43°35'18" Lat S to 1,350 m and it flows into the Rio Chubut to 475 m, 71° 21'03" Long. O. The course of the Tecka river is permanent, with intermittent tributaries. The course of the river is a divisor of the departments of the Chubut province of Languiñeo, East, and Cushamen Futaleufu and the West. The highest points are the 2,210 m in the lower basin, NW, in the Cordón de Esquel and 1,988 m in the upper basin, to the West, in the Cerro Cucho in the Cordón Kakel. At SE, Montgomery Hills are located (1,655 m) and Mogote (1,611 m) and E, in the Sierra de Tecka, Araneda Hill (1,448 m). The area is characterized by the development of meadows, of great ecological and productive potential, which are degraded or destroyed as a result of natural processes or human interference. The analysis of the physical conditions of the hydrological basin is a contribution to knowledge and characterization of the area. This will contribute to the preservation and sustainable development of this geographical area.

Key words: Hydrographic basin, topography, morphology.

INTRODUCCIÓN

El Río Tecka nace en las sierras occidentales de la provincia de Chubut, Argentina, a 1.350 msnm, a los 43°35'18" Lat S y 71°21'03" Long. O. Fluye inicialmente en sentido O – E durante unos 45 Km, para luego tomar rumbo S – N hasta su desembocadura en el Río Chubut. En la afluencia del arroyo Pescado, 43°02'22" Lat S; 70°47'23" Long. O, el Río Tecka toma el nombre de Río Gualjaina; entre ambos poseen una longitud de 206 Km. Estos ríos, dan nombre a la cuenca Tecka-Gualjaina de 5.318 Km² que forma parte de la cuenca exorreica de vertiente atlántica del Río Chubut (Figura 1).

Los puntos más altos son el de 2.210 m en la cuenca baja, al NO, en el Cordón de Esquel y el de 1.988 m en la cuenca alta, al Oeste, en el Cerro Cuche que forma parte del Cordón Kakel. Al SE, se localizan los Cerros Montgomery (1.655 m) y Mogote (1.611 m) y al E, en la Sierra de Tecka, el Cerro Araneda (1.448 m) (Figura 2). El clima de la región es árido y frío, las precipitaciones, concentradas en invierno, no superan los 200 mm anuales y la temperatura media anual es de 10 °C. El período 1993-2008 presentó condiciones de aridez y déficit hídrico con un tipo climático árido mesotérmico o estepa y un régimen del río del tipo nivo-pluvial (Torrero y Nosedá, 2010). El valle se caracteriza por una llanura aluvial con áreas cóncavas, inundables y terrazas bajas (Beeskov *et al.*, 1987).

Los suelos predominantes son Aridisoles Calciortides, Natrargides, Paleorargides y Paleortides; Inceptisoles Distrandepes y Molisoles Criacuoles, Haplacuoles, Haploboroles y Haploxeroles (INTA, 1995). La vegetación predominante es de estepa subarborescente-graminosa (INTA, 2002). El objetivo del trabajo es delimitar topográficamente la cuenca hídrica y caracterizar su morfología.

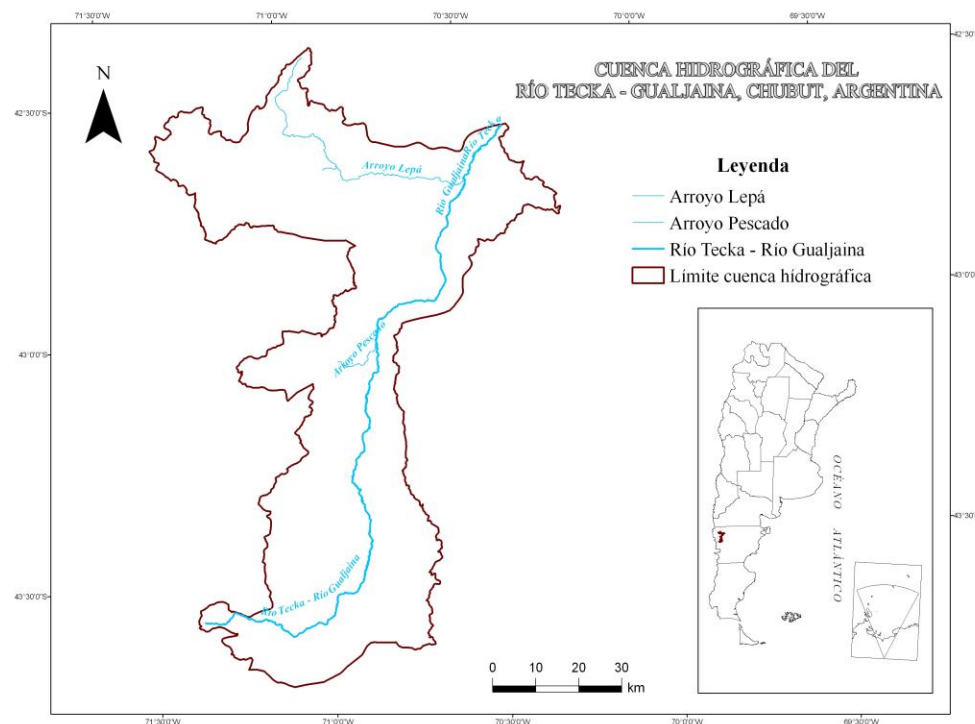
MATERIALES Y MÉTODOS

Planteo del Problema

En la República Argentina y particularmente en la región Patagónica, la información físico-ambiental entre otras, es escasa o inexistente. En tal sentido y a fin de poder evaluar el impacto ambiental y socioeconómico como consecuencia de los cambios climáticos y de las intervenciones antropogénicas, es necesario el conocimiento del estado actual de los sistemas geofísicos, ambientales, sociales y económicos.

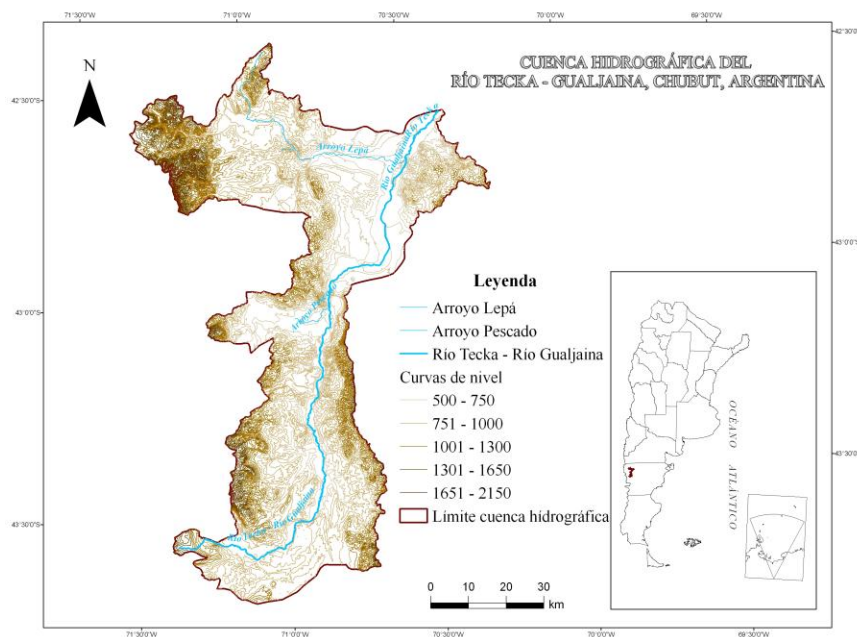
Procesos de agriculturización, explotación de recursos hídricos, desertificación, deforestación, contaminación, características de los asentamientos humanos, etc., deben ser evaluados junto con parámetros ambientales y geofísicos, locales, regionales y globales. Por ello, y con el objeto de estimar el impacto en el ambiente de los procesos mencionados y sus efectos sobre el desarrollo económico y social regional futuro, es necesario conocer los recursos naturales. En tal sentido, este trabajo forma parte del estudio integral de la cuenca del Río Tecka - Gualjaina, en la provincia de Chubut. Los resultados obtenidos contribuirán al conocimiento del funcionamiento ambiental de este espacio.

Figura 1: Cuenca del Río Tecka – Gualjaina, Chubut, Argentina.



[Fuente: Elaboración Propia]

Figura 2: Cuenca del Río Tecka – Gualjaina, Chubut, Argentina. Topografía.



[Fuente: Elaboración Propia]

Metodología

El procesamiento de los datos se realizó con el programa ArcGis 9.3.1 (ESRI). La información se obtuvo de las cartas topográficas elaboradas y editadas por el Instituto Geográfico Militar (IGM, 1980-1981): Piedra Parada, 4369-7; Paraje La Horqueta, 4369-13; Cholila, 4372-11; Fofó Cahuel, 4372-12; Esquel, 4372-17; Gualjaina, 4372-18; Trevelín, 4372-23; Arroyo Pescado, 4372-24; Corcovado, 4372-29; Tecka, 4372-30; Cerro Caballada 4372-35; Putrachoique, 4372-36. La cartografía que se utilizó fueron cartas topográficas a escala 1:100.000, por ser el tipo de documento

cartográfico a mayor escala que abarcaba toda el área de esta cuenca hidrográfica. Se georreferenciaron las cartas topográficas, se digitalizaron las curvas de nivel y cursos de agua.

Para la delimitación de la cuenca de drenaje se analizó la divisoria de aguas de la cuenca, siguiendo la dirección de las pendientes de acuerdo con las curvas de nivel (Heras, 1983). Para la caracterización morfológica se obtuvieron el área o superficie de la cuenca, el perímetro, el relieve disponible y la longitud del río. Se calcularon también, el factor de forma y el radio de elongación. Para obtener la forma del contorno de la cuenca, se calculó el índice de compacidad o de Gravelius y coeficiente de redondez. Para determinar la forma de la cuenca se utilizaron los siguientes índices: el relieve disponible, ΔH , la diferencia de altura entre el punto más alto (H_x) y más bajo de la cuenca (H_y); el de forma, R_f , cociente entre la superficie de la cuenca y el cuadrado de su longitud máxima (Horton, 1932, 1945), $R_f = A / L_m^2$. En función de lo propuesto por Jardí (Jardí, 1985) y a fin de analizar el comportamiento hidrológico de la cuenca, se decidió obtener como valor de L_m , la longitud máxima entre los puntos extremos de la cuenca siguiendo el cauce del río principal. El radio o relación de elongación, R_e , definido por Schumm como la relación entre el diámetro de un círculo de igual superficie que la cuenca y la longitud máxima de la misma (L). El diámetro se expresa en función del área de la cuenca (A) como (Llamas, 1993): $R_e = 1,128 \sqrt{A/L}$, valores inferiores a 1 indican que la cuenca tiene forma alargada, cuánto menor sea R_e más alargada será la forma (Jardí, 1985). El coeficiente de redondez, K , relaciona el área de la cuenca, A , con su longitud, L , tomando como referencia el diámetro de un círculo. Para cuencas perfectamente circulares K , toma un valor igual a la unidad y cuanto más elongada sea la cuenca, mayor será el valor de K . Esta variable fue introducida por Seyhan en 1977 (Jardí, 1985), $K = \pi L^2 / 4 A$. El índice o coeficiente de compacidad o de Gravelius (Gravelius, 1914), K_c , es la relación entre el perímetro de la cuenca y la circunferencia de un círculo de igual superficie que la cuenca. Llamas (Llamas, 1993) define la siguiente expresión: $K_c = 0,28 * (P / \sqrt{A})$, donde P y A son el perímetro y la superficie de la cuenca, respectivamente. El coeficiente será igual a la unidad en cuencas perfectamente circulares pudiendo alcanzar valores próximos a 3 en cuencas muy alargadas.

Asimismo, se determinaron el tiempo de concentración y la pendiente media del cauce principal y por último, el índice de sinuosidad topográfica. El tiempo de concentración, T_c , es el tiempo que tarda en llegar, a la sección de salida de la cuenca, la escorrentía producida en la zona más alejada de dicha sección. Depende

del espacio recorrido (longitud y forma de la cuenca) y de la velocidad de las escorrentías (altura de la escorrentía, pendiente de la cuenca y del cauce principal, rugosidad de la superficie). La fórmula más frecuentemente utilizada es la de Kirpich (1940) $T_c = [(0,871 L^3) / (H - h)]^{0,385}$. En función de las características de la cuenca objeto de esta investigación y como resultado de los estudios y evaluaciones de del área ya efectuadas, se decidió aplicar la fórmula propuesta por Hathaway-Kerby (Hathaway, 1945; Kerby, 1959) que considera las características superficiales del terreno (Tabla 1), $T_c = (0,606 (Ln)^{0,467}) / S^{0,234}$, donde, T_c , es tiempo de concentración en horas, L , la longitud del cauce principal hasta la divisoria, S , la pendiente media del cauce principal y n , la rugosidad en función de la vegetación.

La pendiente media del cauce principal (P_m), es uno de los indicadores más importantes en el análisis hidrográfico empleado para determinar el grado de respuesta de una cuenca a una tormenta determinada. Dado que la pendiente varía a lo largo del cauce, se definió como tal, al desnivel entre los puntos extremos de la corriente principal dividido su longitud. El orden de magnitud se obtuvo de acuerdo con la tabla 2. Siendo, $P_m = (H_M - H_m) / (1000 * L_r)$, donde, H_M y H_m son las alturas máxima y mínima, en metros, respectivamente y L_r , la longitud del río principal, en kilómetros.

El índice de sinuosidad topográfica o coeficiente de sinuosidad, S_t , fue enunciado por Schumm (Schumm, 1963) para reflejar el trazado del cauce como el cociente entre la longitud del valle, L_v y la del eje del río, L_e . Valores próximos a 1 indican que el cauce tiende a ser rectilíneo y valores superiores a 2 tienden a ser tortuosos, los resultados intermedios indican formas transicionales regulares o irregulares (Schumm, 1963). Pedraza Gilsanz (1996) denomina rectilíneos y meandrosos a los cauces con índices de sinuosidad menores o superiores a 1,5 respectivamente. Las longitudes empleadas en el cálculo son proyecciones de los valores reales sobre un plano horizontal. Para calcular las dimensiones reales hay que dividir esos valores por el coseno del ángulo que forma el eje del río con la horizontal (Llamas, 1993). Siendo, $S_t = L_v / L_e$.

Tabla 1: Valor asignado a la rugosidad del terreno en función de la vegetación.

Tipo de superficie	Valor de n
Suelo liso impermeable	0,02
Suelo desnudo	0,10
Pastos pobres, cultivos en hileras o suelo desnudo algo rugoso	0,20
Pastizales	0,40
Bosque de frondosas	0,60
Bosque de coníferas, o de frondosas con una capa densa de residuos orgánicos o de césped	0,80

[Fuente: Hathaway, 1945]

Tabla 2: Magnitud de la pendiente media del río principal.

Pendiente media (%)	Terreno
< 1	Llano
1 – 5	Suave
5 – 8	Moderado
8 – 15	Fuerte
> 15	Escarpado

[Fuente: Elaboración Propia]

Área de Estudio

El curso del río divide los departamentos chubutenses de Languiño, al Este, y de Futaleufú y Cushamen, al Oeste. Estos dos últimos limitados entre sí por el paralelo de los 42°52' Lat S. A nivel antrópico, se destaca la presencia de la ciudad de Tecka, cabecera del departamento Languiño, y del poblado de Gualjaina, a orillas del arroyo Lepá, principal afluente del Río Gualjaina. Tecka, cuya principal actividad es ganadera y en menor medida se realiza el cultivo sobre las planicies de inundación, lo atraviesa la ruta Nacional 40, la cual cruza el río del mismo nombre y acompaña su curso hasta su confluencia con el arroyo Pescado. La Ruta Nacional 25, por su parte, corre por el valle del arroyo Pescado y cruza el Río Tecka – Gualjaina para luego tomar rumbo SE. A lo largo de su recorrido, el río atraviesa distintas áreas moldeadas a través del tiempo por numerosos procesos geológicos y morfogenéticos. El área se caracteriza por el desarrollo de mallines, de gran importancia ecológica y potencial productivo, los cuales se encuentran degradados o destruidos como consecuencia de procesos naturales o por la intervención antropogénica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cuenca ocupa un área de 5.318 km² y un perímetro de 651 km, estas dimensiones determinan una cuenca de tamaño grande (Campos, 1992). El conocimiento del área de drenaje es indispensable en el análisis hidrológico porque en función de ella se obtienen los aforos y la relación entre precipitación y caudal. El perímetro no brinda por sí solo información acerca del tamaño de la cuenca, pero es útil para comparar cuencas de igual superficie. Esta última variable está relacionada con la litología y la edad de la cuenca. Asimismo, el relieve disponible en esta superficie es de 1736,7 m.

La longitud del curso principal del Río Tecka - Gualjaina es de 206 km y se obtuvo con la sumatoria del recorrido del Río Tecka desde sus nacientes más su continuación con el nombre de Río Gualjaina, hasta su desembocadura en el Río Chubut. Respecto a la elongación de la cuenca de drenaje, la longitud de la misma se calculó aplicando el criterio de medición empleado en los análisis hidrológicos, el cual considera la totalidad del recorrido del curso principal incluyendo la sinuosidad del mismo (Jardí, 1985).

Asimismo, para determinar la elongación de la cuenca se consideraron el factor de forma y la razón de elongación obteniéndose un R_f de 0,13 y un R_e de 0,39. Ambos valores inferiores a 1 están indicando que la cuenca de drenaje es de forma alargada y muy alargada por el bajo valor de R_f . El contorno de la cuenca se analizó a través del coeficiente de compacidad (K_c) que arrojó un valor de 2,5 indicando un contorno relativamente lobulado, muy alargado, para Campos (Campos, 1992) de tipo Clase III de forma oval-oblonga a rectangular-oblonga para la cuenca del Río Tecka - Gualjaina. El coeficiente de redondez (K) con un valor de 6,3 corrobora la forma elongada.

La cuenca del Río Tecka – Gualjaina registró un tiempo de concentración de 4h 15' valor que indica una significativa escorrentía superficial, tiempo que variará según las características de cobertura del suelo en diferentes momentos. El tiempo de concentración es el que tardaría, teóricamente, en llegar a la desembocadura una crecida propiciada por una precipitación situada en el extremo más alejado de la cuenca. El tiempo de concentración tiene gran importancia hidrológica debido a que depende del grado de intervención humana en la cuenca. La compactación de los suelos y las canalizaciones de los cauces fluviales por un lado, reducen considerablemente el tiempo de concentración y por otra parte, facilitan la concentración más rápida de las escorrentías (formación de avenidas). Según Cuesta (2001) la densidad del drenaje afecta al tipo de escorrentía y así en zonas de alta densidad, la escorrentía recorre la superficie rápidamente rebajando el T_c e incrementando el pico de crecida al haber menos infiltración.

La poca pendiente media del río, 0,42 %, que representa 22,8° del ángulo del terreno, supone un relieve llano. Esta condición, contribuiría a mitigar el impacto de una tormenta determinada. Sin embargo, ante un evento de lluvias intensas y fuertes avenidas y por las características del perfil longitudinal del río, favorecerían parcialmente el flujo de la corriente. De acuerdo con la clasificación propuesta por Saavedra (2001) según la pendiente media del cauce principal, la topografía del terreno de la cuenca es de tipo llano. Sin embargo, cabe aclarar que la cuenca presenta áreas caracterizadas por el desarrollo de importantes relieves positivos.

El resultado obtenido para el índice de sinuosidad, 1,54, refleja un cauce del tipo transicional (Schumm, 1993; Antoneli y Lopes Thomaz, 2007) o meandroso según la clasificación propuesta por Pedraza Gilsanz (1996).

CONCLUSIONES

El Río Tecka – Gualjaina desarrolla una cuenca de tamaño grande y presenta un importante relieve disponible. Adquiere una forma oval-oblonga a rectangular-oblonga y un contorno relativamente lobulado. La pendiente media del río supone un relieve plano, sin embargo, la cuenca presenta en sus extremos y a lo largo de su perímetro, sectores con presencia de importantes relieves positivos, condiciones que contribuirían a incrementar el flujo de la corriente frente a la ocurrencia de intensas precipitaciones y fuertes avenidas.

El análisis realizado contribuye a incrementar particularmente, el conocimiento de las condiciones físicas de la cuenca del Río Tecka – Gualjaina, la cual forma parte de un espacio poco estudiado, la Patagonia Argentina. Un área caracterizada por la presencia de mallines, de gran relevancia económica y potencial productivo. Los resultados forman parte de un estudio integral de la cuenca que tiene como fin realizar un manejo sustentable de este espacio geográfico.

BIBLIOGRAFÍA

- ANTONELI, V., LOPES THOMAZ, E. (2007): “Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista - Guamiranga-Pr”. *Caminhos de Geografia Uberlândia*, 8, (21). Instituto de Geografia Ufu. Programa de Pós-graduação em Geografia, pp. 46-58. ISSN 1678-6343.
- BEESKOW, A. M., DEL VALLE, H. F. C. y ROSTAGNO, M. (1987): *Los Sistemas Fisiográficos de la Región Árida y Semiárida de la Pcia. de Chubut*. CENPAT-SECYT, Chubut
- CAMPOS, A. (1992): “Proceso del Ciclo Hidrológico”. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 1ª ed. San Luis Potosí, México, pp. 22-23.
- CUESTA, M. J. (2001): *Dinámica erosiva en los paisajes de la cuenca del río Guadajoz (Córdoba y Jalén)*. Servicios de Publicaciones de la Universidad de Córdoba, Córdoba, pp. 226.
- GRAVELIUS, H. (1914): “Flusskunde. Goschen Verlagshan dlug Berlin”. En ZAVOIANU, I. (1985): “Morphometry of Drainage Bassins”. *Developments in water science*, 20. Elsevier, Amsterdam, pp. 238. ISBN 0-444-99587-0.
- HATHAWAY, G. A. (1945): “Design of Drainage Facilities”. *Transactions of the American Society of Civil Engineer*, 110, pp. 697-730.
- HERAS, R. (1983): *Recursos hidráulicos. Síntesis, metodología y normas*. Cooperativa de publicaciones del Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos. Madrid, pp. 380.
- HORTON, R. E. (1932): “Drainage basin characteristics”. *Transations of the American Geophysical Union*, N° 13, pp. 522-541.
- HORTON, R. (1945): “Erosional development of streams and their drainage basins. Hydrophysical approach to quantitative morphology”. *Geol. Soc. Amer.*, N° 56 (Cap. 3), pp. 275-370.
- IGM (Instituto Geográfico Militar). (1980-1981): Cartas topográficas 1:100.000.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). (1995): *Atlas de Suelos de la Rep. Arg.* Publicación en CD. Fundación ArgenINTA y Aeroterra S.A. Bs. As.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). (2002): *II Áreas Agroecológicas de Chubut*. Estación Experimental Chubut
http://www.inta.gov.ar/Chubut/info/documentos/varios/area_ecol.htm - Consultado el día 23/03/2010.
- JARDÍ, M. (1985): “Forma de una cuenca de drenaje. Análisis de las variables morfométricas que nos la definen”. *Revista de Geografía*, N° XIX. Departamento de Geografía de la Universidad de Barcelona, pp. 41-68.
- KERBY, W. S. (1959): “Time of concentration of overland flow”. *Civil Engineering*, 60, pp. 174.
- KIRPICH, Z. P. (1940): “Time of Concentration of Small Agricultural Watersheds”. *Civil Engineering*, 10 (6), pp. 362.

LLAMAS, J. (1993): *Hidrología General. Principios y Aplicaciones*. Azehu, Bilbao, pp. 635.

PEDRAZA GILSANZ DE, J. (1996): *Geomorfología, principios, métodos y aplicaciones*. Ed. Rueda. Madrid, pp. 414.

SAAVEDRA, J. (2001): *Planificación Ambiental de los Recursos Forestales en la Región de la Araucanía, Chile. Definición de las Unidades Homogéneas de Gestión*. Tesis Doctotal. Universidad Politécnica de Madrid, pp. 342.

SCHUMM, S. A. (1963): "Sinuosity of alluvial rivers on the great plains". *Bulletin of Geological Society of America*, 74, (9).

TORRERO, M. y NOSEDA, P. (2010): "Balance Hídrico en la Cuenca del Río Gualjaina, Argentina". RALDA.