

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOLOGICAS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO QUEQUÉN GRANDE

Alicia M. Campo de Ferreras¹ y María Cintia Piccolo^{1,2}

¹ Dep. de Geografía, Univ. Nac. del Sur. 12 de Octubre y San Juan,
8000 Bahía Blanca, Argentina

² Instituto Argentino de Oceanografía, C. Correo N° 804, 8000 Bahía Blanca, Argentina

RESUMEN

El objetivo general del presente trabajo es analizar y definir las características hidrogeomorfológicas de la subcuenca del río Quequén Grande, en especial la zona Noroeste de la misma. Este río Quequén Grande se localiza en el Sureste de la provincia de Buenos Aires. El área de estudio abarca una extensión de 1.965 km². Esta zona agrícola – ganadera es de gran importancia para la Argentina. Se analizaron imágenes satelitarias y se realizaron controles de campo. Sobre la base de esta información fueron definidas las características hidrogeomorfológicas y la distribución de caudales en la subcuenca. Los mínimos y máximos de caudal ocurren en febrero, excepto en la subcuenca del arroyo Pescado Castigado. Se determinó que la infiltración es un factor determinante en la caracterización hidrológica. Se comprobó un incremento de la salinidad en la subcuenca del arroyo Pescado Castigado debido a las prácticas de riego sin adecuado control.

ABSTRACT

The main objective of the present study is to analyse and define the hydrogeomorphological characteristics of the Quequén Grande basin with particular detail in the NW river basin. This river flows across the Southeast of the Buenos Aires province. The study area (1.965 km²) is characterized by agricultural and cattle breeding activities. Superficial running off the Quequén Grande river basin was made through satellitaries images and field trips carried out in the area. Hydrological characteristics of the landforms, fluvial processes and channel characteristics were defined. Specific objectives were to analyse the relation between hydrogeomorphological characteristics and the stream flow in the drainage basin. The maximum and minimum stages observed in the watersheds occurred in different months of the year, although all minimum occur in February, except in the Pescado Castigado river basin. Infiltration is a very important factor that determines the main hydrological characteristics of the basin. Soil characteristics in the Pescado river basin showed a salinity increase in the field where irrigation is applied. The farmers employed the groundwater or the freshwater for irrigation without any control.

1. INTRODUCCION

El río Quequén Grande es uno de los cursos de agua más importantes de la provincia de Buenos Aires. Su cuenca se localiza en una zona agrícola-ganadera de gran importancia para la Argentina. En su desembocadura se ubica el núcleo poblacional Quequén-Necochea. Quequén es un puerto marítimo de exportación y salida natural de la producción de un extenso hinterland. El área de la cuenca abarca 9.370,70 km², el perímetro es 482 km, la longitud del curso principal es 173 km y el diseño de drenaje es dendrítico. La cuenca de alimentación presenta varios cursos

intermitentes y permanentes con dirección general Norte-Sur. Estos desagotan la vertiente meridional de las sierras de Tandil, La Juanita y Alta de Vela del sistema de Tandilia. Se identifican en la cuenca colectores principales que, de Oeste a Este, conforman cuatro subcuencas. El sector occidental corresponde a la subcuenca del arroyo Pescado Castigado, hacia el Este, la subcuenca del arroyo Quequén Grande, luego la subcuenca del arroyo Quequén Chico y en el sector oriental la subcuenca del arroyo Tamangueyú (figura 1).

El área de la subcuenca del arroyo Quequén Grande es 1.965 km² y los arroyos tienen sus nacientes en la planicie y en el área serrana de Alta de Vela. Los campos frecuentemente se anegan y se observa una concentración excesiva de ganado en las áreas no inundadas. Puede llegar a generarse una sobrecarga de las parcelas con las consecuentes pérdidas económicas.

Considerando estos aspectos se hace necesario estudiar el comportamiento hidrológico del río Quequén Grande en particular en su cuenca alta. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es analizar el régimen hidrológico y las características hidrogeomorfológicas de la cuenca alta del río Quequén Grande.

2. METODOLOGIA DE TRABAJO

El croquis hidrogeomorfológico fue elaborado considerando las características hidrológicas de los terrenos, dinámica de vertientes, topografía, cobertura vegetal, las características de los cauces, etc. Todas estas variables definen, en su conjunto, un tipo de comportamiento hidrológico que caracteriza la cuenca. Según Tricart (1965), la carta hidrogeomorfológica es una expresión gráfica detallada que tiene por objeto la presentación de una imagen precisa y exacta de las condiciones ofrecidas al escurrimiento de las aguas en un espacio determinado. Es una herramienta indispensable para la interpretación de las mediciones hidrológicas (Capitanelli, 1998).

Se aplicó la metodología desarrollada por Tricart (1965), que si bien está diseñada para cuencas pequeñas, el mismo autor aclara que no hay ninguna dificultad en utilizar los mismos métodos para escalas menores, lo que exige un mayor grado de sistematización. Por otra parte, la elección de la escala de representación es un aspecto de suma importancia, donde surgió la necesidad de efectuar una buena generalización cartográfica. Se realizó una selección e incluso creación de símbolos de modo que quedaran representados aquellos elementos del paisaje natural o del quehacer humano que tienen un peso importante en la interacción de factores y que por la escala escogida no podían cartografiarse. La escala de trabajo seleccionada fue 1:250.000 donde se identificaron las formas del relieve que determinaron las unidades de análisis. En estas zonas se realizó un relevamiento detallado de terreno. Las áreas de muestreo fueron seleccionadas sobre la base de las Cartas de Imágenes Satelitarias de la República Argentina del Instituto Geográfico Militar.

El trabajo de campo se intensificó especialmente donde las diferencias de patrones cartográficos presentaron una distribución espacial definida de dudosa interpretación. Las tareas desarrolladas consistieron en el análisis de los factores de escurrimiento, se realizaron para tal fin ensayos de infiltración con infiltrómetro de

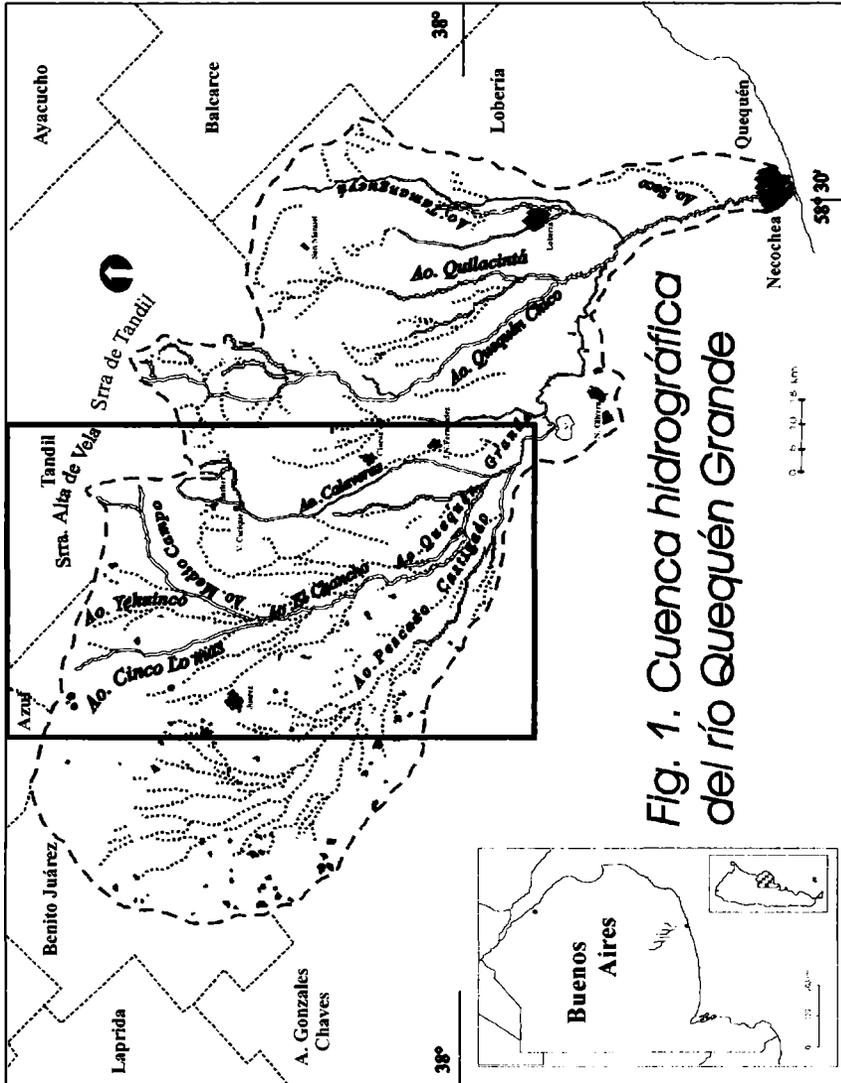


Figura 1. Cuenca hidrográfica del río Quequén Grande

doble anillo y se extrajeron muestras de suelo. En toda la cuenca se determinó cobertura vegetal y se profundizó el muestreo en las pendientes de las vertientes. El estudio de terreno permitió identificar fenómenos geomorfológicos como el grado de diaclasamiento, abarrancamientos, zonas de acumulación y el reconocimiento de las formas y características del escurrimiento. Se observó en campo el tipo de escurrimiento (permanente, estacional, difuso), la característica de los cauces y la naturaleza de los lechos.

El análisis de la distribución de caudales en la cuenca alta del río Quequén Grande se realizó sobre la base de los datos aforados durante el período 1982-1994 proporcionados por la Dirección Provincial de Hidráulica de la provincia de Buenos Aires. En particular para este trabajo se analizan los correspondientes a las estaciones de aforo localizadas en los arroyos Pescado Castigado, Calaveras y Quequén Grande (estaciones Deferrari y Po. Otero), (figura 2).

3. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La cuenca del río Quequén Grande se localiza en el Sureste de la llanura pampeana. Se distingue por discurrir en un área de escasa pendiente y los ríos que la conforman presentan disposición general Norte-Sur. Al Norte y Noreste de la cuenca se diferencia del relieve llano el sistema serrano de Tandilia. Este último se denomina también Sierras Septentrionales y se presenta como lomas y cerros bajos, aislados y de aspecto mesetiforme. Corresponde a una estructura muy antigua en bloques hundidos o elevados los que fueron sometidos a intenso desgaste, entre los mismos se extienden amplios valles transversales y longitudinales. El sistema forma parte del basamento cristalino de Brasilia constituido en líneas generales, por rocas esquistosas metamórficas, calizas cristalinas, mármoles, anfíbolitas, granito, migmatitas, milonitas y filónitas, que afloran principalmente en la región oriental de Tandilia (Holmberg, 1972).

Una de las principales características tanto de la zona serrana como de la llanura es la presencia de una costra formada por limos cementados por carbonato de calcio que se denomina "tosca" (Siragusa, 1962). En general, la tosca se halla limitando la mayor parte de los perfiles de suelo y en los sectores altos o en las pendientes suele encontrarse o bien aflorando o bien a profundidades que no alcanzan el metro. Debido a que es sumamente consolidada puede considerarse como roca e influye directamente en el escurrimiento ya que impide la normal percolación del agua. En la cuenca alta del río Quequén Grande se identifica en la planicie un sector cubierto por sedimentos Cuaternarios principalmente loess y limos loésicos denominado "Costa de Claraz". Sobre estos sedimentos se implantó el drenaje actual, encauzándose en las zonas deprimidas representadas por valles tectónicos erosivos (Campo de Ferreras, A. y Piccolo, M., 1998). Hacia el Oeste la planicie es ondulada con pendiente dominante Noroeste - Sureste y se denomina Pampa de Juárez. Su altura oscila en los 250 m y está favorecida por su clima templado oceánico con precipitaciones que disminuyen progresivamente de Este a Oeste con registros de lluvias próximos a 800 mm a 700 mm (Campo de Ferreras *et al.*, 1994).

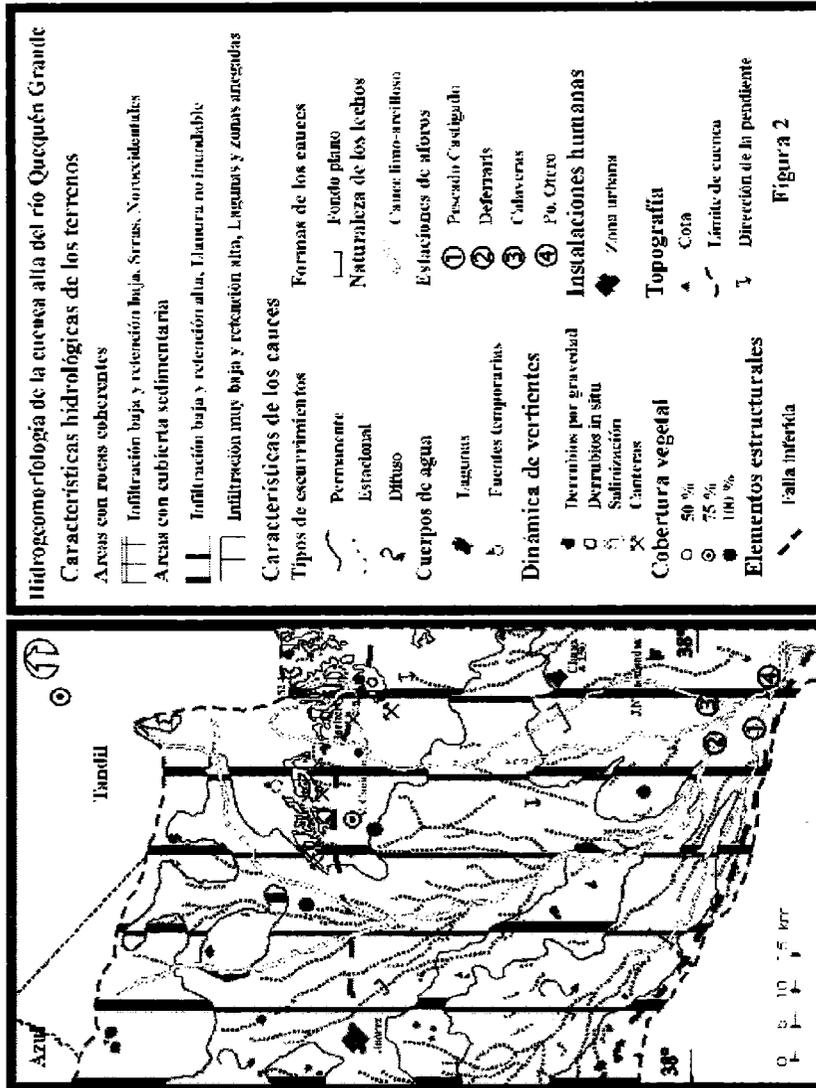


Figura 2. Hidrogeomorfología de la cuenca alta del río quequén Grande. Características hidrogeomorfológicas de los terrenos. Y características de los cauces.

Los suelos de la provincia de Buenos Aires son ricos en materia orgánica, bien estructurados y drenados. Gran parte de los suelos de la llanura bonaerense se han generado a partir de sedimentos no consolidados de naturaleza eólica de la época Pleistocena. Estos sedimentos denominados loess pampeano han tenido en general una redepositación hídrica y se los observa en potentes capas sin estratificación. Los suelos que se han generado a partir de estos materiales son Molisoles y tienen horizontes bien desarrollados. Según el INTA (1989), en la cuenca del río Quequén Grande se han reconocido diferentes tipos de suelos. En las zonas de las sierras, donde los relieves son ondulados o escarpados los suelos típicos son los Hapludoles líticos que son suelos someros, limitados en profundidad por las rocas. En las laderas donde la cobertura del manto de loess puede alcanzar profundidades de hasta dos metros los suelos son Hapludoles petrocálcicos, también están limitados en profundidad, en este caso por el contacto con la tosca.

En las zonas llanas la capa loésica alcanza espesores de 2 y 3 m formando perfiles profundos, los suelos son Argiudoles típicos. Estos son los suelos típicos de los campos de cultivo de la cuenca. La característica distintiva de los Argiudoles es poseer, próximo a la superficie, un horizonte delgado de acumulación de arcilla denominado argílico por debajo del cual puede haber concentraciones de carbonatos. En la llanura se desarrollan Argiudoles típicos muy someros por la presencia de tosca a profundidades menores a 0,50 m.

El curso principal del río Quequén Grande toma diferentes nombres desde sus nacientes hasta la confluencia con el arroyo Pescado Castigado. Las nacientes más alejadas del curso principal son las correspondientes al arroyo Medio Campo en Sierra Alta de Vela a los 370 metros sobre el nivel del mar. Recibe por su margen derecha al arroyo Yehuincó al que se le une el arroyo Cinco Lomas de 29 km de extensión (figura 1). Este arroyo nace a los 245 m al Norte del Partido de Juárez. Es una zona sensiblemente plana donde atraviesa algunos afloramientos rocosos, cerros de 50 a 60 m de altura relativa. Al disminuir la pendiente, estos ríos presentan escasa velocidad y se congelan superficialmente en la época invernal. Aguas abajo de esta confluencia, toma el nombre de arroyo El Chanco el que a su vez, pasa a denominarse arroyo Quequén Grande en la estancia San Martín a los 38 °S (Campo de Ferreras, 1999).

4. CARTA HIDROGEOMORFOLÓGICA DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO QUEQUÉN GRANDE

Las cuencas de llanura con nacientes en zonas serranas presentan como característica distintiva la diversidad del medio en que se desarrollan. La interrelación de una serie de factores de diferente naturaleza genera la individualidad de cada cuenca que depende del comportamiento particular de cada uno de esos factores. La diferente cobertura vegetal y su grado de conservación o modificación, la dinámica geomorfológica actual que influye directamente en la presencia o ausencia de áreas sujetas a degradación son ejemplos de estos factores. Las variaciones topográficas y la variedad litológica del área como también la intervención antrópica pueden ser el punto de

Características hidrogeomorfológicas de la cuenca alta...

partida de procesos de alteración del medio o el desencadenante de modificaciones irreversibles de ese medio físico.

A falta de una buena red hidrométrica y meteorológica, que proporcione los datos que son indispensables para el estudio de las relaciones existentes entre aspectos hidrológicos y geomorfológicos de la cuenca se realizó el trabajo de campo para recoger la máxima información sobre los diversos aspectos de la red fluvial. Esta información permitió establecer relaciones entre los caracteres de los lechos, así como correlacionar estos caracteres con otros factores cualitativos y cuantitativos de la subcuenca estudiada. La relación entre los tipos de lechos fluviales, el régimen hidrológico y la dinámica fluvial se traduce por las interacciones incesantes entre las cuales intervienen los numerosos factores secundarios, como la vegetación, la meteorización, etc. Un mejor conocimiento de estas relaciones permite a la vez una mejor forma de comprender el funcionamiento de los lechos fluviales y utilizar sus características para definir las condiciones hidrológicas.

4.1. Características hidrológicas de los terrenos

El fondo de la carta representa las características hidrológicas de los terrenos de la subcuenca. Estas fueron determinadas por la capacidad de infiltración y retención de las formaciones superficiales. Se identificaron dos áreas bien diferenciadas. Una conformada por rocas coherentes, coincidente con los sectores serranos. La otra identificada por una cubierta sedimentaria y que se individualizan en el resto de la subcuenca (figura 2).

4.1.1. Área con rocas coherentes. Esta zona está constituida por rocas que afloran en superficie o que se encuentra recubierta por una escasa capa de suelo que no supera los 50 cm de espesor. Por lo tanto, la roca domina el régimen hidrológico en función de su naturaleza y de su condición física. Se identifica bajo estas características el área que corresponde a Sierra Alta de Vela, Sierra de Tandil, Sierra de la Tinta, Cuchilla de las Aguilas, Sierra La Juanita, agrupadas para este trabajo bajo el nombre genérico de Sierras Noroccidentales.

Es el sector principal de nacientes del río Quequén Grande. Las áreas de rocas expuestas son zonas que hidrológicamente poseen una infiltración y una retención baja. Los valores de infiltración medidos fueron los menores en toda la cuenca, de 1 mm.h^{-1} (La Tinta, figura 3), en tanto que la retención baja se estima según un conjunto de diferentes parámetros interrelacionados como por ejemplo, poco espesor de suelo apenas 5 cm a la roca, con una pendiente fuerte de 40 %. Asimismo estas presentan un grado de diaclasamiento rectangular muy bajo, del orden de $0,7 \text{ m.m}^{-2}$, y ello favorece al escurrimiento superficial. Las diaclasas se disponen verticalmente por lo que el escurrimiento es más rápido. La característica común de esta zona es que está dominada por procesos erosivos que son más acusados cuando la vegetación es escasa o en los sectores donde se observa una intensa actividad antrópica. En estas sierras se realizan explotaciones extractivas de rocas para la construcción donde se aprovecha la cubierta de rocas coherentes y aflorantes que apenas posee una capa de suelos muy someros. Se observa en el terreno que esta actividad económica acelera el proceso de

erosión de las laderas. En particular, en la zona de Barker y Villa Cacique en las sierras de Cuchilla de las Aguilas la actividad minera está muy concentrada y rápidamente se verifica la pérdida del estrato rocoso, en este caso concretamente, por la extracción de calizas (figura 2). La dinámica natural de las vertientes se observa en la gran cantidad de derrubios in situ en los sectores más elevados como también muchos derrubios por gravedad en las pendientes hasta el inicio de la llanura de cultivo.

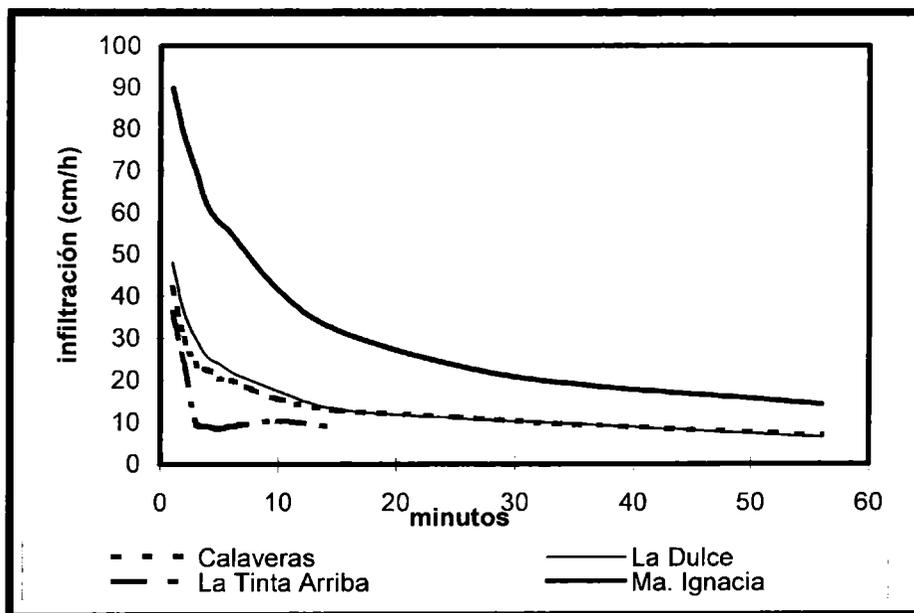


Figura 3. Infiltración en diferentes sectores del área de estudio

Con respecto a la vegetación de las vertientes se distinguen dos sectores bien diferenciados en una distancia horizontal que no supera los 500 metros. Un primer sector coincide con las zonas más elevadas donde hay mayor presencia de líquenes y helechos, estos últimos prosperan en lugares protegidos y en nacientes de manantiales. Como estas áreas se caracterizan por la presencia de rocas expuestas el porcentaje de cobertura vegetal, comparativamente bajo con respecto al otro sector, es del orden del 50%. El segundo sector en las pendientes es el comprendido entre la llanura de cultivo y el de las zonas más elevadas antes mencionadas. La cobertura vegetal oscila entre el 50% y el 75% según la inclinación de la pendiente y la cantidad de rocas que se deslizan por gravedad a lo largo de la misma. En este segundo sector, que no tiene una cubierta vegetal estable, se observó que cuando se producen precipitaciones de fuerte intensidad se genera un escurrimiento laminar acelerado que favorece el acarreo de material suelto pendiente abajo.

4.1.2. Áreas con cubierta sedimentaria. Esta característica hidrológica de terrenos engloba casi a la totalidad de la subcuenca. El factor común de estas zonas es que las rocas coherentes están cubiertas por formaciones superficiales blandas que siempre

Características hidrogeomorfológicas de la cuenca alta...

superan los 50 cm de espesor. Las diferenciaciones areales se atribuyen a la distinta capacidad de infiltración. Por la naturaleza y composición de los terrenos la retención en toda la cuenca es alta. Este último aspecto cobra una importancia fundamental al momento de analizar la relación precipitación-caudal. Dentro de estas zonas con cubierta sedimentaria se han reconocido dos sectores de características diferentes (figura 2). El sector correspondiente a lagunas y zonas anegadas, que comprende la subcuenca del arroyo Pescado Castigado y la cuenca alta del río Quequén Grande. Un segundo sector es el resto de la subcuenca que se destaca por ser una llanura no inundable de pendiente muy poco pronunciada.

Lagunas y zonas anegadas. Esta amplia zona dentro de la cuenca se destaca por una ser una planicie de pendientes muy suaves, casi nulas, con un importante sistema lagunar. Los cuerpos de agua son de fondo plano, de contornos bien definidos algunos, pero en su gran mayoría desdibujados por la abundante vegetación higrófila que domina el área. La característica principal de esta zona es la presencia de agua en la superficie, tanto en lagunas, en grandes zonas de anegamiento como también en encauzamientos de poca envergadura. Los cursos forman una red de avenamiento que en este sector en particular presenta un diseño pinnado. Esta forma de organización es una variante de la organización dendrítica que tiene toda la cuenca. Los tributarios de primer orden que toman este diseño son indicadores de la uniformidad de la pendiente. La textura es muy fina y se observa una importante densidad de cursos en poca superficie. Esta situación es indicadora de la presencia de un suelo impermeable. Todas estas características son propias de áreas con cubierta loésica, que tanto en la subcuenca del arroyo Pescado Castigado como en la cuenca alta del río Quequén Grande, alcanza espesores de hasta 2 metros.

Las mediciones que se realizaron mostraron resultados de velocidad de infiltración muy bajos, $3,3 \text{ mm.h}^{-1}$ (Calaveras, figura 3). Las muestras de suelo presentaron porcentajes muy altos de limo y arcilla del orden del 90%. Estos suelos homogéneos favorecen a que la velocidad de infiltración disminuya gradualmente por una saturación de la zona de aireación lo que se conjuga a su vez con la alta retención que posee la zona.

La llanura no inundable. Esta área presenta la característica común de ser una llanura con suave declive hacia el Sureste. La capa sedimentaria posee un espesor que oscila entre el metro y los dos metros de profundidad donde suelen aparecer formaciones calcáreas que son observables sobre todo en las barrancas de los arroyos y ríos. La planicie tiene una importante cantidad de pequeñas lagunas, sobre todo en el sector Oeste y en el área inserta en el sector denominado de lagunas y zonas anegadas, al Sur y Suroeste de la localidad de Juárez (figura 2).

Esta es una zona donde se originan muchos de los arroyos de primer orden, tributarios de los arroyos Pescado Castigado y Quequén Grande. A diferencia del primer sector analizado, los cuerpos de agua tienen sus límites bien definidos, no se producen desbordes lagunares. En toda la zona se verifica que no existen superficies que carezcan de vegetación. En general esta zona llana está dedicada a la explotación agrícola y predominan los campos de cultivo y pasturas, incluso las áreas no cultivadas son invadidas por especies adventicias como la *Festuca arundinacea*, que suelen

desarrollarse en las banquinas de las rutas y caminos y alcanzan el metro veinte de altura.

Sobre el borde Sureste de la subcuenca siguiendo un lineamiento de falla sobre el que discurre el arroyo Pescado Castigado comienzan a observarse en el terreno características propias de suelos salinos, esta condición la presenta fundamentalmente. Las muestras de suelo y agua analizadas para el sector han evidenciado un importante peligro de sodio, así como también peligro medio de salinidad. En general las pruebas de infiltración dieron resultados bajos, $3,6 \text{ mm.h}^{-1}$ (La Dulce, figura 3) y con respecto a la retención se considera alta acorde a la composición de las muestras obtenidas en distintos lugares del sector. Los porcentajes de limo-arcilla están próximos al 75%.

5. EL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

El análisis de la distribución de caudales en la cuenca alta del río Quequén Grande se realizó sobre la base de los datos aforados por la Dirección Provincial de Hidráulica de la provincia de Buenos Aires. Se ha graficado la distribución mensual de caudales [$\text{Q} (\text{m}^3 \text{ seg}^{-1})$] para cada una de las estaciones aforadas (figura 4). El gráfico comienza en el mes de febrero por iniciarse en este mes el año hidrológico en la mayoría de los cursos de agua de la cuenca.

La estación de aforo río Quequén Grande Deferrari (número 2, figura 2) está localizada aguas arriba de la confluencia con el Ao. Pescado Castigado. El caudal medio de esta sección es de $0,42 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$. Estos valores son muy pequeños con relación al resto de la cuenca y es el único caso que presenta registros nulos en cinco meses del año. Las aguas bajas o período sin escurrimiento ocurre en la estación estival, en coincidencia con el resto de la cuenca.

Paso Otero (número 4, figura 2) es el cierre de las subcuencas del Ao. Pescado Castigado, cuenca alta del río Quequén Grande y subcuenca del Ao. Calaveras. El caudal medio en esta estación de aforo es de $3,04 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$. La ocurrencia de caudales mínimos en verano y máximos en agosto se repite como en el ejemplo anterior. Es importante destacar que la subcuenca del Ao. Quequén Grande aforada en Deferrari es la cuenca dominante en la distribución de caudales en Paso Otero, aunque presente menores caudales que la del Ao. Pescado Castigado cuyo módulo anual es $0,78 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$. La distribución de caudales a lo largo del año en Paso Otero es la misma que la del Ao. Quequén Grande en Deferrari teniendo la primera registros mensuales hasta tres veces mayores. Todos estos cursos de agua se alimentan de lluvias, sin embargo, presentan diferencias en los meses de ocurrencia de los picos de caudales máximos ya que las mayores precipitaciones en la cuenca se producen en verano (Campo de Ferreras, 1999).

En la Tabla 1 se presenta una jerarquización de los datos de cada uno de los arroyos aforados para los cuatro meses de mayores caudales numerados de 1 a 4. Esta forma de presentar la información es una modificación a la clasificación de regímenes fluviales propuesta por Bruniard (1992) donde el 1 corresponde al mes de mayor caudal registrado, 2 al siguiente caudal máximo y así sucesivamente. Se repite el

Características hidrogeomorfológicas de la cuenca alta...

número cuando hay coincidencia de caudales en más de un mes, tantas veces como éste se repita. Con una "x" se indica el mes de mínimo caudal.

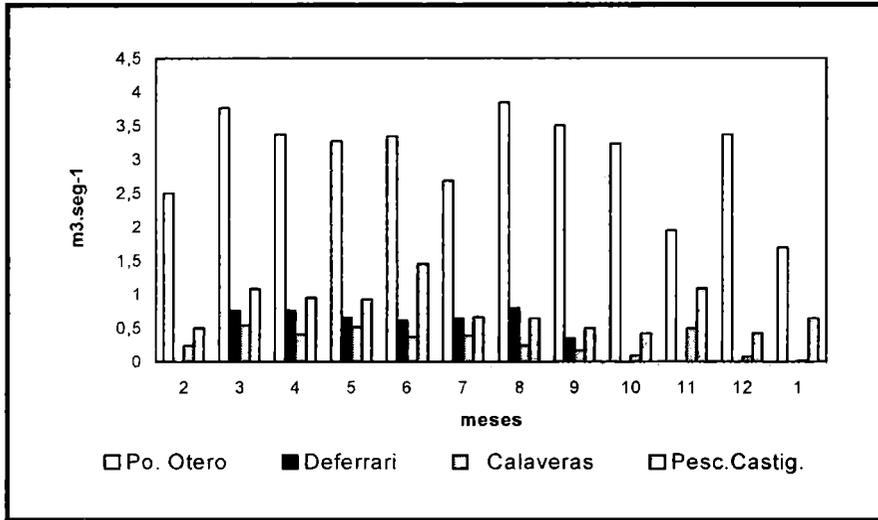


Figura 4. Estaciones de aforo de la cuenca alta del río Quequén Grande. Caudales medios mensuales.

Tabla 1. Jerarquización de aforos

	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ao. Calaveras	X		1	4	2							3
Ao. Pescado Castigado			3		4	1				X		2
R. Quequén Gde.	X	X	3	2	4			1				
R. Quequén Gde. (Po.	X			2	4	3		1				2

X= Mes de estiaje l= Número de orden de caudal

Este sistema pone en evidencia que los arroyos de la subcuenca presentan sus menores caudales en febrero y enero excepto el Ao. Pescado Castigado en el que el mínimo se registra en el mes de octubre. Los máximos, indicados con un 1, se distribuyen en distintos meses del año. La subcuenca del Ao. Pescado Castigado tiene su máximo caudal en junio mientras que la alta subcuenca del río Quequén Grande los registros mayores tienen ocurrencia en agosto.

Los caudales medios de los arroyos aforados oscilan entre 0,30 m³ s⁻¹ y 3,04 m³ s⁻¹, en tanto que los caudales específicos toman valores entre 0,23 l seg⁻¹ km⁻² y 1,8 l seg⁻¹ km⁻². Según Alonso Otero (1981) los valores de los módulos específicos son

indicativos de la abundancia en agua de las cuencas respectivas y pueden tipificarse con referencia a ciertos umbrales. La aportación unitaria de la superficie avenida hasta un aforo determinado se califica de escasa si es inferior a $2 \text{ l seg}^{-1} \text{ km}^{-2}$, moderada a media entre 5 y $15 \text{ l seg}^{-1} \text{ km}^{-2}$ y elevada cuando es mayor que $15 \text{ l seg}^{-1} \text{ km}^{-2}$. En general los guarismos para la alta subcuenca cuenca del río Quequén Grande son bajos y muestran que las subcuencas tienen una riqueza hidrológica muy semejante.

6. CONCLUSIONES

Se diferenciaron características hidrológicas de los terrenos ligadas a las diferentes geoformas. Se atribuye a la subcuenca en general una velocidad de infiltración baja lo cual es un buen indicador de materiales constitutivos finos. Con respecto a las características de los cauces se considera significativo que los mismos posean formas planas, es un factor que favorece a la lentitud del escurrimiento que es una peculiaridad de toda la cuenca.

Es de destacar que algunas actividades económicas que se realizan en la cuenca están ocasionando respuestas del medio natural que aceleran los procesos normales de erosión y transporte. Por una parte la actividad minera en la cuenca alta está produciendo la desaparición de la capa rocosa superior. Esto afecta directamente en la erosión de las laderas y lleva a que la velocidad de escurrimiento en los períodos de lluvias intensas generen un importante arrastre de material y pérdida de suelo. En segundo lugar, el uso del agua para riego, por perforación o extracción directa de los cursos superficiales, sin asesoramiento técnico adecuado ni control, inciden en un importante aumento de la salinización, sobre todo en la cuenca baja del arroyo Pescado Castigado.

En síntesis, la carta hidrogeomorfológica de la cuenca alta del río Quequén Grande muestra una imagen integrada que favorece a la interpretación de las respuestas físicas y del accionar humano que deben ensamblarse adecuadamente para obtener un mejor y más efectivo manejo del recurso.

REFERENCIAS

- Bruniard, E., 1992. Hidrografía, Procesos y tipos de escurrimiento superficial, Buenos Aires: Ceyne, 124 pp.
- Campo de Ferreras, A.; Piccolo, M.C., y Perillo, G.M.E., 1994. Estudio de las precipitaciones en la cuenca del Río Quequén Grande. IX Coloquio de Oceanografía. IAPSO.
- Campo de Ferreras, A. y Piccolo, M.C., 1999. Hidrogeomorfología de la cuenca del río Quequén Grande, Argentina. Murcia: Papeles de Geografía. N° 29, pp. 35-46.
- Campo de Ferreras, 1999. Hidrografía del río Quequén Grande, Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Sur, 141 pp.
- Capitanelli, R., 1998. Geografía física y medio ambiente: revalorización y enseñanza. Métodos y técnicas de trabajo. Mendoza, Ecogeo, 153 pp
- Holmberg, E., 1972. Tandilia. En: LEANZA, A., Geología Regional Argentina, Córdoba: Academia Nacional de Ciencias, pp. 365 - 393.

Características hidrogeomorfológicas de la cuenca alta...

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1989. Mapa de suelos de la provincia de Buenos Aires. Escala 1:500.000, Buenos Aires: CIRN, Instituto de Evaluación de Tierras, 525 pp.

Siragusa, A.; 1962. Contribución al conocimiento de las toscas de la República Argentina, en Gaea, Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, tomo XII, Buenos Aires: Coni, pp. 123 - 148.

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