

ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL RÍO CHUBUT. CUENCA SUPERIOR Y MEDIA

MOYANO, Carlos H.; MOYANO, María C.

Instituto Argentino de Recursos Hídricos

cmoyano@fibertel.com.ar; carloshmoyano@ciudad.com.ar

Resumen: El objetivo del estudio es determinar el grado de complejidad del régimen del río Chubut analizando la estacionalidad de sus caudales. El río Chubut nace y se desarrolla en diversas regiones de la Patagonia donde predominan distintos factores climáticos y ambientales. El río tiene un régimen mixto con aportes de lluvia y nieve que se van alternando a lo largo de su trayecto desde la cuenca superior hasta la desembocadura en el Océano Atlántico. Se ha utilizado la clasificación de Schulte buscando evidencias del tipo de régimen fluvial. Se emplean asimismo hidrogramas adimensionales para determinar la estacionalidad de los caudales. Ante la posibilidad de cambios en el régimen fluvial se exploran los hidrogramas en distintas secciones del río y en diferentes períodos para verificar posibles alteraciones de su régimen. Las características espaciales y temporales de sus caudales como el tipo de alimentación se combinan y determinan, de acuerdo a las técnicas empleadas, una complejidad de segundo grado para el río Chubut.

Palabras clave: Régimen de caudales – río Chubut – fusión nival – precipitación – Patagonia.

HYDROLOGICAL STUDY OF THE CHUBUT-HIGH AND MIDDLE BASIN

Abstract: The purpose of the study is to determine the complex degree in the fluvial regime of the Chubut River by the seasonal runoff analysis. The river Chubut flows and develops through different patagonian regions, where prevail diverse climatic and environmental factors. The river has a mixed regime with snow-and rainfall contributions, which are changing along its course from the upper basin until its discharge into the Atlantic Ocean. The classification of Schulte, et al, 2011, is applied looking for evidences in its fluvial regime. Therefore hydrology and climate data has been processed, graphs were drawn and techniques were used in order to set its seasonal runoff. Since the possible changes of its fluvial regime and climate stay alive, the hydrographs and climatological series are studied and evaluated at different periods and sections of the river in order to verify possible modifications of the fluvial regime. The spatial temporal runoff types and the kinds of sources are combined and is given finally for the Chubut river the result of a second grade level complexity.

Key words: Flow regime – Chubut River – snowmelt – precipitation – Patagonia.

Introducción

Los ríos cordilleranos originados en las últimas estribaciones húmedas de los Andes cruzan luego, hacia el este, zonas de gran aridez. Su caudal constituye la principal fuente de agua potable para una gran parte del territorio argentino (Grondona, 1975; Iglesias y Cubas, 1982). Al sur de la Argentina, en torno a los 42° de latitud sur, el río Chubut cruza desde los Andes hasta el Atlántico a lo largo de una marcada aridez. A lo largo de su sección inferior se ha desarrollado una red de asentamientos que suman, entre Dolavon, Gaiman, Trelew y Rawson, 152.500 habitantes de acuerdo al censo 2010, donde se practica agricultura mediante riego, dependiente de la abundancia y ciclicidad del caudal.

El río Chubut se desarrolla en las estribaciones precordilleranas más externas de los Andes, al este de la denominada Comarca del Paralelo 42°. La cuenca superior y media hasta el dique Florentino Ameghino alcanza una superficie de 29.400 km² (Subsecretaría de Recursos Hídricos, 1997) recibiendo aportes de varios afluentes como Lepá y Gualjaina. En sus nacientes posee un caudal torrentoso con fuerte gradiente de sus laderas y temprana fusión nival. Al alejarse de sus nacientes precordilleranas el río Chubut transita rápidamente desde un clima frío húmedo a uno frío árido y árido de estepa. Su cuenca activa se desarrolla en una franja ceñida a los cordones precordilleranos. Su superficie se distribuye, mayormente, por debajo de los 2.000 metros de altura. Esta estructura altimétrica determina una combinación termopluviométrica resultante en un desfase nival del escurrimiento por acumulación sólida y resultante en aportes pluviales que se incorporan al caudal. Así, el río Chubut, queda caracterizado por un régimen mixto con dos máximos estacionales, uno de origen pluvial y otro de fusión nival. La amplitud de sus caudales cambia a lo largo del trayecto de 810 km, marcando su comportamiento múltiple y complejo. En esta contribución se analiza la variación de sus caudales a lo largo de su trayecto, desde la periferia de los bosques andino- patagónicos hasta el dique Ameghino tratando de clasificar la alimentación del río por su régimen estacional. Se emplea la clasificación de Schulte (2011) la cual distingue entre los regímenes de caudales a los *Simples*, *Complejos de Primer Grado*, *Simples - Complejos de Primer Grado* y *de Segundo Grado*. Para facilitar la comparación con otras cuencas vecinas y deducir el tipo de régimen se presentan las variaciones de los caudales mediante coeficientes adimensionales.

Área de estudio

El río Chubut nace en el suroeste de la provincia de Río Negro, aproximadamente a los 41° 30' Sur, 71° Oeste. Luego prosigue en la provincia del Chubut, desde los 42° sur en El Maitén hasta la confluencia del río Tecka-Gualjaina en el centro oeste de Chubut. La cuenca media se extiende convencionalmente hasta el Dique Florentino Ameghino, o bien, según otros autores, aguas abajo hasta Dolavon-Gaiman.

Las nacientes del río se encuentran sobre las laderas y estribaciones orientales del cerro Las Carreras de 2.300 m de altura, y escurre en esta parte de norte a sur. Las fuentes de su origen se encuentran en la nieve de la región precordillerana periférica del bosque andino patagónico, donde recibe los últimos aportes nivales cordilleranos orientales. Los principales afluentes del río Chubut en esta zona descienden de las laderas y pendientes que conforman este tramo superior de la cuenca. Presenta aquí un relieve abrupto y empinado, corriendo por estrechos desfiladeros y gargantas con un caudal torrentoso de cascadas, rápidos y saltos en un cauce encajonado. En acelerado descenso, alcanzan en unos 60 a 70 km, el valle y los mallines de El Maitén, descendiendo en este tramo hasta por debajo de los 1.000 m de altura. En su margen occidental es considerable la alimentación de los afluentes con acuíferos (Jofré, 2013), vertientes y pequeños arroyos que surgen también de la infiltración posterior a las precipitaciones. En las proximidades de la localidad de El Maitén entra en una zona extendida de valles conformada por mallines y humedales (Iglesias y Véscovo, 1982). La extensión de esta morfología está relacionada con la disminución de la pendiente y la saturación local del suelo originada por la fusión nival, su infiltración y escurrimiento. Luego, su cauce describe amplias curvas y meandros que lo caracterizan en adelante.

Según puede observarse en las capturas satelitales en una serie de años (CONAE, 2011) hasta este sector lati-altitudinal de la cuenca, recibe en invierno principalmente precipitaciones nivales; en adelante, aguas abajo, predominan en forma de lluvias. En cambio, sobre la margen izquierda, el río corre enmarcado por cordones, más angostos y de menor altura predominando los basaltos y rocas volcánicas. A medida que aumenta la distancia a los Andes se ingresa en una zona de transición pluviométrica, y el Chubut recibe aquí aportes menores y de tipo intermitente. Entre otros, de los ríos Ñorquinco y Chico del Norte, pero que corren paralelos hasta confluir recién en Fofó Cahuel próximos a Gualjaina. De estas laderas orientales y hacia el sur presenta una mayor aridez y clima seco consecuencia de un marcado descenso de las precipitaciones tanto nivales como pluviales (Bruniard, 1981). Aquí predominan los afluentes de carácter periódico o temporario, los cuales disminuyen fuertemente a medida que se adentra en las terrazas y mesetas patagónicas.

Materiales

Información recopilada

Se recopilaron datos pluviométricos e hidrológicos en la cuenca activa. En cuanto a series pluviométricas, se obtuvieron datos de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación para las estaciones de Nacimiento, Cerro Mesa (ex Ñorquinco), El Maitén, Los Altares y Paso Mayo, con registros variables entre los años (1954-2013). Los datos se encuentran disponibles en <http://www.hidricosargentina.gov.ar/>

Para las localidades de Boquete Pan, Cholila, Carrileufú y Valle Chico se obtuvieron datos del INTA. De la localidad Florentino Ameghino se ha contado con información de precipitación en el período 1972-1994 con interrupciones entre 1977-1987.

Los datos de caudales recopilados son de estaciones hidrométricas en Nacimiento, Cerro Mesa (ex estación Ñorquinco), El Maitén, Los Altares, Gualjaina (río Gualjaina) y Gualjaina (río Chubut), Ameghino, Paso Río Mayo, Valle Inferior o Gaiman, Paso Limay y Paso Flores (Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, 2013). Las estaciones con información de caudales de la Tabla 1 pertenecen la cuenca del río Chubut y vecinas; todas están incluidas en el sistema Chubut, de acuerdo al operador de las estaciones, EVARSA, mencionado en su Estadística Hidrológica, 1997.

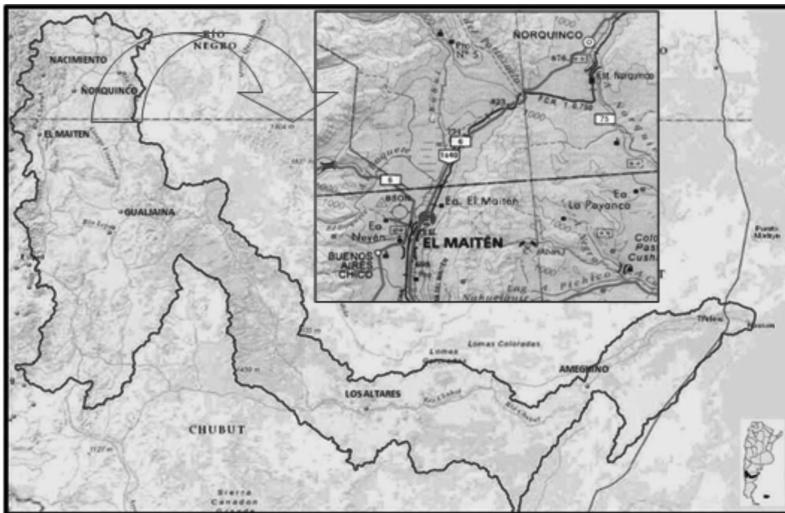


Fig. 1: Cuenca del río Chubut. Lugares de medición hidrométrica y pluviométrica.

En la última columna se ha agregado el intervalo con mediciones. Paso río Mayo es una sección hidrométrica de la cuenca vecina del río Senguerr y Chico que aporta al río Chubut en caso de crecidas extraordinarias a través de los lagos Musters y Colhué Huapi (Iglesias y Véscovo 1982).

Hay escasez de períodos prolongados de los registros, irregularidad de sus mediciones con pocos lugares de las mediciones instaladas para una cuenca tan extensa, los registros climáticos distantes o ausentes, tanto sea en la zona alta de las nacientes como a lo largo de los vastos territorios y espacios que atraviesa constituyen factores limitantes para alcanzar una mayor precisión en los estudios hidrológicos.

Tabla 1: Parámetros de los puntos de aforo utilizados

Sitio	Río	Latitud sur	Longitud oeste	Altitud (m)	Sup. (km ²)	Series
Nacimiento	Alto Chubut	41° 43'	71° 08'	950	412	1968-2012
Cerro Mesa	Chico	41° 42'	70° 29'	840	3.404	1956-2012
El Maitén	Chubut	42° 06'	71° 10'	680	1.200	1943-2012
Gualjaina	Gualjaina	42° 42'	70° 32'	510	2.800	1956-2012
Gualjaina	Chubut	42° 36'	70° 28'	440	11.055	1990-2012
Los Altares	Chubut	43° 51'	68° 30'	275	16.400	1943-2012
Ameghino	Chubut	43° 42'	66° 28'	75	29.400	1993-2012
Valle Inferior Gaiman	Chubut	43° 16'	65° 28'	11	31.681	1992-2012
Paso río Mayo	Mayo	45° 41'	70° 28'	425	5.450	1945-2012

Régimen fluvial

El régimen fluvial significa el conjunto de los fenómenos concernientes a la alimentación de los cursos de agua y las variaciones de sus caudales (Bruniard, 1994). El mismo está condicionado: por las características del desarrollo a lo largo del año de los caudales hídricos, que a su vez dependen del clima, relieve, vegetación y por la configuración hidrogeológica de la zona (Wilhelm, 1997). Bruniard (1994) tiene en cuenta los *regímenes simples de alimentación* y sus posibles transiciones hacia *regímenes complejos*. Los regímenes simples tienen dos fases hidrológicas, a lo largo del año: una de aguas altas estacionales y otra de aguas bajas. La simplicidad de la curva demuestra la preponderancia de solo un modo de alimentación: glaciaria, nival o pluvial. Por efectos de la latitud y de la altura, hacia el sur del país y en las zonas mas altas el descenso de la temperatura genera formas de precipitación y acumulación de nieves y glaciares (Snaider, 1999). La precipitación sólida es retenida durante el período frío y luego liberada en la estación templada o cálida. Ello implica un escurrimiento diferido o un desfase entre la caída de la precipitación y el escurrimiento.

El comportamiento fluvial puede caracterizarse por un régimen simple o complejo (Pardé, 1947 y 1960). En el primero los caudales se generan por la variable precipitación ya sea pluvial y/o nieve. Además hay otra combinación de la precipitación con la temperatura y evaporación y surge el *Régimen Complejo* donde el caudal está forma-

do por la combinación de dos procesos diferentes no solo por las precipitaciones sino también de la temperatura que decide acerca de la fusión nival. Un río puede cambiar el origen/forma de sus caudales en su trayecto y así resulta el *Régimen Complejo de Segundo Grado* (Schulte 2011).

Método

Para caracterizar el comportamiento estacional de los ríos y hacerlos comparables con ríos de cuencas vecinas se hizo necesario adimensionar sus caudales. Las variaciones estacionales se deducen de sus valores mensuales, pero los caudales absolutos hacen difíciles las comparaciones, pues dependen de su magnitud y de la extensión de la cuenca. Debido a esto se utilizan “coeficientes mensuales” de los caudales, obteniéndolos mediante el cociente de los valores promedio mensuales de muchos años dividido por el caudal medio anual.

Para el objetivo de este trabajo se considera dentro de los regímenes nivales, el denominado *nival mitigado*, cuya mayor precocidad se observa en el adelantamiento del segundo máximo en meses de primavera (Bruniard 1994). El régimen nival de llanura puede alcanzar su culminación en los meses de septiembre, octubre, noviembre o diciembre, según las condiciones de latitud y continentalidad de la cuenca. Finalmente en niveles inferiores o transicionales, corresponderían: nival de transición, nivo-pluvial y pluvio-nival, cuyas máximas se van adelantando en el año en forma creciente, además que la influencia de la alimentación pluvial se hace más efectiva, inscribiéndose ya entre los regímenes complejos por tener más de un modo de alimentación.

Tabla 1: Regímenes fluviales de Pardé.

Régimen	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	Clasificación
Nivo-glaciaro					4	1	2	3					Simple
Nival puro					3	1	2	4					Simple
Nival mitigado					2	1	3	4					Simple
Nival de llanura			1	1	1	1							Complejo
Nival de transición						1							Complejo
Nivo-pluvial				1	1								Complejo
Pluvio-nival			1	1	1								Complejo

Situación mes culminante: 1. Máximo caudal mensual; 2. Segundo caudal máximo; 3. Tercero; 4. Cuarto

La guía de Pardé es resultado de una generalización de casos del hemisferio norte especialmente en Europa, pero es adecuada para el estudio de regímenes del área patagónica y cuyana pues permite identificar con precisión una gama de factores intervinientes en el origen de las variedades hídricas. El incremento de los caudales por fusión o por ablación, durante el período de ascenso térmico, puede ser tardío o precoz, pero también brusco o suave según el grado de intervención de las causas participantes. Menciona casos particulares interesantes como del río Manso, pues aunque cercano a las nacientes del río Chubut, tiene un máximo por fusión nival lenta en noviembre (régimen pluvio-nival), pero con fases de ascenso suave o moderada antes y después de la fusión nival de noviembre. Mientras que el río Mayo, al sur oeste de la provincia tiene un ascenso muy temprano y rápido en septiembre-octubre, algo similar al río Chubut, pero estos ríos tienen nieves bajas y sin glaciares. Se advierte la influencia esencial de las condiciones climáticas en el origen fluvial y tipo de los regímenes.

Resultados

Régimen de precipitación en la cuenca activa

Los hietogramas con las precipitaciones mensuales en la cuenca marcan la concentración las precipitaciones entre los meses de mayo y agosto que es una característica de los Andes Patagónicos donde los vientos del oeste se incrementa hacia el sur, dando lugar a importantes precipitaciones otoño-invernales. (SMN, 2013). La estación más húmeda es el invierno, como puede verse en la Fig. 3 de El Maitén. El total anual llega a 417 mm de precipitación, valor promedio del período 1954-2012. En los meses de invierno mayo-agosto precipita el 62% del total. Este período incluye la nieve que acumulada durante algunos meses, garantiza el caudal de los ríos y arroyos de la cuenca durante la primavera.

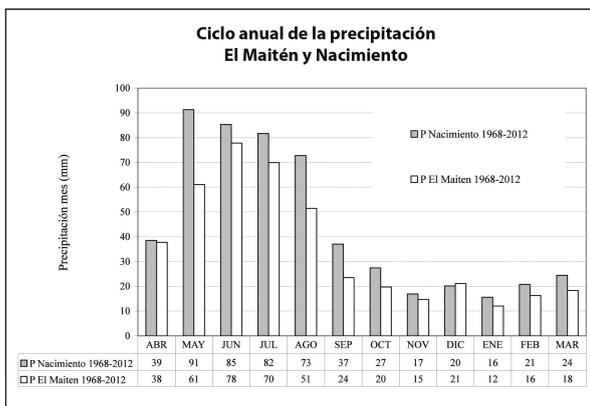


Fig. 2: Ciclo anual de la precipitación en la cuenca activa, a 900 y 400 msnm.

En las cabeceras de la cuenca, en el lugar denominado Nacimiento (Puesto de estancia y escuela rural) cuenta con observaciones entre 1968-2012. El total caído en el año 532 mm, es levemente superior al Maitén. Las dos terceras partes se originan en las precipitaciones de mayo a agosto, 331 mm, acumulada en el invierno para luego asegurar las pasturas del ganado que se cría en los valles andinos (Fig. 2).

Con respecto al régimen fluvial, en los regímenes nivales con inviernos fríos tanto en las regiones bajas como en las montañosas a las lluvias de invierno le sucede la fusión nival primaveral. La fusión nival comprende altos niveles especialmente en las montañas, pero también continúa en zonas bajas.

El gráfico de caudales medios mensuales en distintas secciones del río Chubut (Fig. 3), manifiesta dos ondas, la primera corresponde al ascenso de otoño-invierno por las precipitaciones y la segunda a la fusión de primavera. Este régimen de tipo mixto pluvio-nival, está incluido en el tipo de los sistemas complejos por su doble alimentación. Las variaciones estacionales se expresan mediante sus valores mensuales, pero los valores absolutos hacen difíciles las comparaciones, pues dependen de la extensión de la cuenca y de sus fuentes de alimentación.

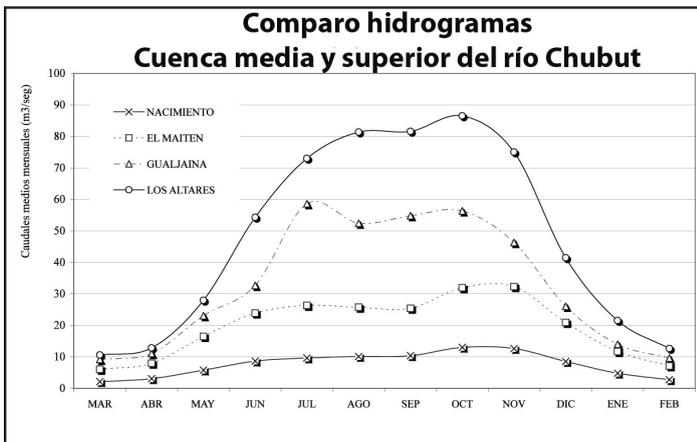


Fig. 3: Hidrogramas con la marcha media de los caudales en Los Altares, Gualjaina, El Maitén y Nacimiento

Debido a esto se propuso utilizar un caudal adimensional. El trazado de las ondas de regímenes se basa así en la elaboración de los coeficientes adimensionales obtenidos de los cocientes entre el caudal medio mensual y el caudal medio anual al cual se denomina caudal índice. En el caso de *régimen Nivo-Pluvial*, el máximo de la fusión nival es mayor, y además fortalecido por la precipitación pluvial. Ver Nacimiento y El Maitén (Fig. 4). En cambio en *el régimen Pluvio-Nival* aumenta el caudal con las crecidas otoñales que en el río Chubut son otoño-invernales.

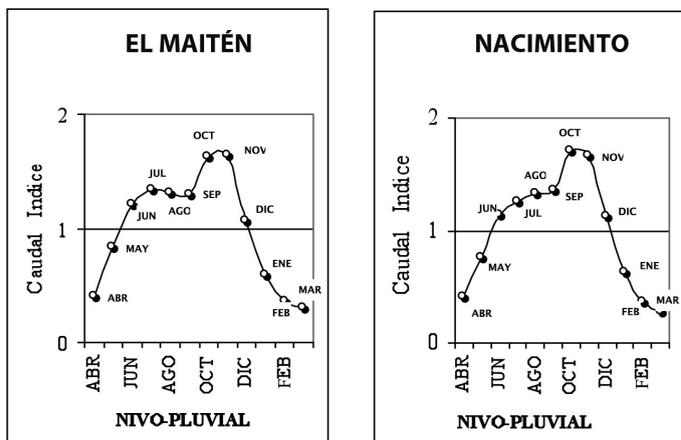


Fig. 4: Hidrogramas adimensionales para caracterizar el regimen nivo-pluvial.

La superposición de factores trae otro efecto más en los tipos *Complejos*, mediante más de una onda o máximo en los caudales graficados. Existe el caso de cuencas con características bien diferentes en sus trayectos respectivos llamadas *Regímenes complejos de 2do. Grado* (Pardé 1958, Schulte 2011).

Las Figs. 5 y 6 muestran porqué el río Chubut corresponde a este *Régimen Complejo de 2do. Grado*.

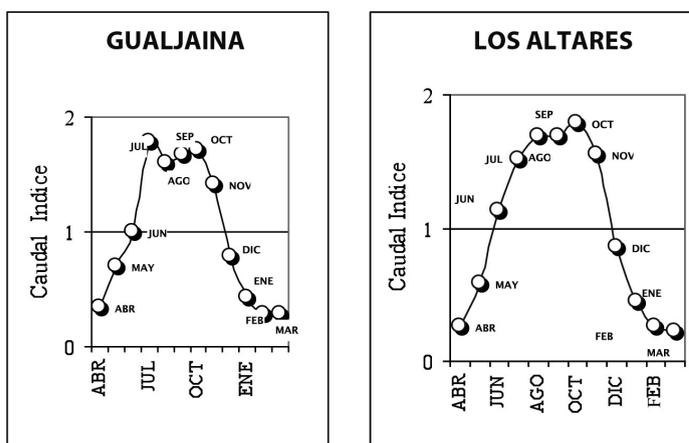


Fig. 5: Hidrogramas adimensionales para caracterizar los regimenes pluvio-nival.

El río está caracterizado por hidrogramas adimensionales diferentes a lo largo del río, hay cambios del caudal índice entre El Maitén y Gualjaina. No solamente tiene dos máximos del caudal a lo largo del año sino que además la amplitud de los hidrogramas es distinta a lo largo del curso del río. En un río de alimentación mixta, como el Chubut, la primera onda debido a las lluvias en los hidrogramas adimensionales (caudal índice) es en general mayor que la segunda onda de primavera. Aguas abajo en Los Altares el máximo de primavera es más notable, prolongando las crecidas invernales.

Hay que considerar que en esas latitudes el caudal de los ríos patagónicos está influenciado por las variaciones de los componentes climáticos que determinan finalmente las amplitudes de la línea del régimen.

La temperatura es el factor estacional regulador en la cuenca activa a esta latitud. Las altas aguas primaverales resultan de un promedio complejo, donde intervienen la nieve y la precipitación.

Los factores físicos de la cuenca influyen también en la amplitud de la onda. Es conocido que en el caso de una cubierta nival duradera y una cuenca con la mayor parte de superficie nival cubierta aumentan las amplitudes de los caudales. Las causas son la permanencia o retención de la nieve en el invierno (retención nival), pero en primavera surgen además las crecidas por la fusión nival.

También las pendientes empinadas y la extensión de la cuenca varían la amplitud de los caudales. En consecuencia la superposición de diferentes factores topográficos influyentes hace más difícil la interpretación de los caudales en función de las variables climáticas.

Las cuencas de superficies extensas y con alturas y desniveles relativamente similares, muestran el doble de tiempo de concentración de sus caudales. Con buena densidad de drenaje y pendientes marcadas las lluvias logran descargar los afluentes relativamente rápido (Wilhelm, 1997). La consiguiente baja altura media de la cuenca, condiciones geomorfológicas, climáticas, y el gradiente altitudinal implican una escasa presencia de ámbitos adecuados para el almacenamiento interestacional de la nieve.

Arriba del nivel de la estepa patagónica, el entrecruzamiento de la isoterma de 0° del mes más frío con las isoyetas de 600 y 1.000 mm define una franja irregular de altura intermedia (caso de los caudales de nacimiento del río Chubut, y en su origen ascendiendo al Cerro de las Carreras a 2.300 m) presenta precipitaciones e incluso temperaturas superiores, es decir un clima templado y más húmedo. Constituye el ambiente de los bosques subantárticos, cuyo límite superior –dado por la vegetación arbórea, obedece a factores térmicos y el inferior por el comienzo de la aridez al pie de las montañas (Bruniard, 1994).

Con los niveles hidroclimáticos, aparecen los modos de alimentación que De Martonne (1957) incluye dos grandes grupos. Son aquellos regidos por la temperatura: niveles A, B y C y los determinados por la precipitación: nivel D. A partir de sus nacientes en la alta montaña, cada río puede atravesar uno o más de estos ambientes, como el río Chubut, pudiendo sumar en su régimen un conjunto de influencias a lo largo de los 800 km de su trayecto.

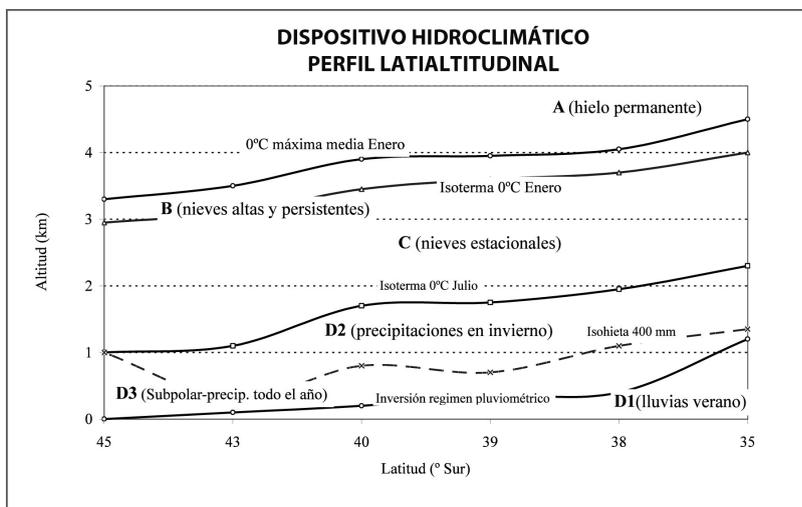


Fig. 6: Perfil de la temperatura 0° entre 35° S-45° Sur. (Parcial, Bruniard 1994)

El nivel C (nieves estacionales con fusión en primavera) abarca la franja de la temperatura media mensual de 0°, entre las isoterma de 0° de enero y julio, constituye la zona de acumulación invernal de la nieve y su fusión en la primavera. Esta zona de la cuenca del río Chubut va desde Cerro Carreras-Nacimiento-El Maitén y es rica en alimentación nival, abarcando entre las isohietas de 600 a 400 mm. Reparte su cuenca entre los niveles C, y D2 hasta Nacimiento-El Maitén con leve predominio del ámbito nival C. De modo que su régimen muestra dos fases hidrológicas positivas, una nival más importante (C) y una pluvial de invierno D2, logrando un régimen nivo-pluvial. En el tramo inferior de la cuenca superior tiene una zona seca, de modo que la fusión nival será precoz y rápida, produciendo una fase hidrológica positiva concentrada al comienzo de la primavera.

Posibles cambios en el régimen fluvial

En los últimos años las temperaturas máximas medias mensuales en El Maitén tienen tendencia positiva incrementándose a razón de 1,25 °C cada 10 años; la temperatura media muestra un aumento de 0,2°C (en 10 años) y en las mínimas se ha registrado un descenso de -0,6°C. Valores obtenidos de los Resúmenes Climatológicos Mensuales de El Maitén, ubicación en la Fig. 2. La estación está ubicada a 714 m de altura, latitud: 42° 06' Sur y longitud: 71° 12' Oeste, (CORFO-Chubut INTA 2013).

Dado que, la alimentación del río proviene de la fusión de la nieve se exploran también posibles cambios en los caudales a lo largo del tiempo. Se representan los hidrogramas de algunas secciones de la cuenca del río Chubut dividiendo las series hidrológicas antes de 1970 y después hasta 2011 de acuerdo a la disponibilidad de sus mediciones.

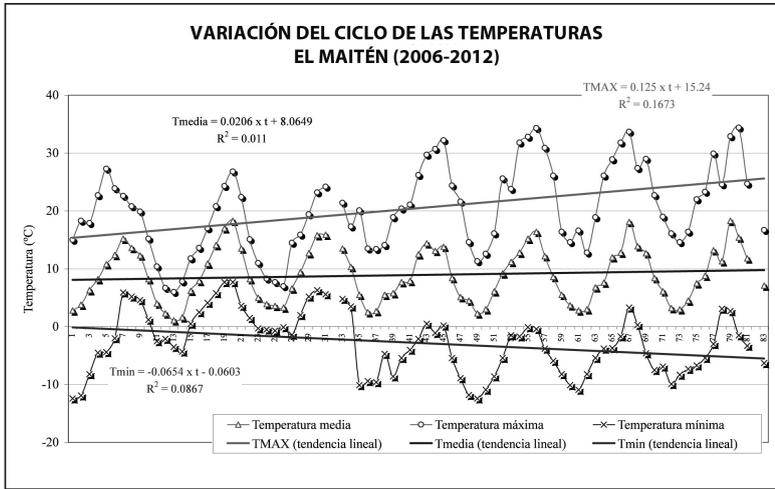


Fig. 7: Tendencia de las series de temperatura máxima, media y mínima.

En la Fig. 8 se comparan los hidrogramas antes y después de 1970, caudales medios mensuales de los dos períodos iguales para todas las secciones: 1943-1970 y desde 1971 hasta 2011.

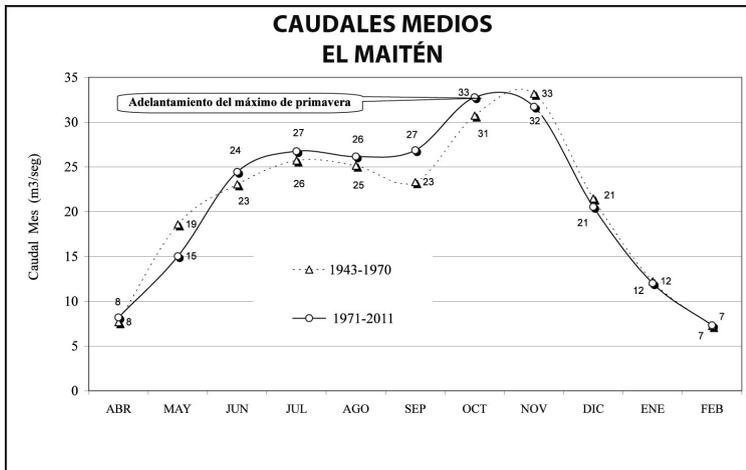


Fig. 8: Comparación hidrogramas de El Maitén .

Se observa un adelantamiento del máximo en la primavera y un aumento de los caudales en invierno. En la serie de Los Altares los períodos de comparación también

abarcan 1943-1970 versus 1971-2011 con valores medios en el año hidrológico abril-marzo.

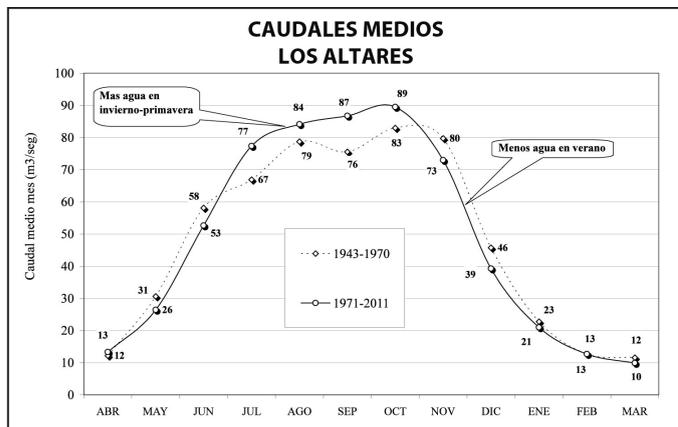


Fig. 9: Comparación del caudal en Los Altares en dos períodos de medición.

En todas las secciones de aforo analizadas se observa además del aumento del caudal en otoño-invierno, una disminución de los caudales después de primavera indicando menor volumen de agua disponible en los veranos.

La temperatura sería la variable con mayor capacidad para afectar la estacionalidad alterando las fechas del derrame en primavera. Al explorar las variaciones de temperatura en la cuenca se ha observado un aumento en las temperaturas media y máximas en los últimos años. En años más cálidos es probable que los caudales altos de primavera se adelanten a comienzo de esta estación. Este tema merecería estudiarse en mayor profundidad, verificando estadísticamente si las diferencias de caudales entre ambos períodos de tiempo son significativas.

Conclusiones

El río Chubut tiene un régimen mixto y llega a una Complejidad de Segundo Grado. Se consideran variables diferentes de los caudales estacionales, como también la distinta localización en sus sectores de escurrimiento de las cuencas superior y media. La primera parte de la cuenca superior tiene las características de nivo-pluvial desde las nacientes hasta las proximidades de El Maitén (lugar llamado Nacimiento), pero luego prosigue escurriendo en tipos variantes, primero pluvio-nival y luego, antes de ingresar a la cuenca media, tiene solamente el carácter pluvial. Esta estacionalidad y su diferente ubicación se debe que el Alto Chubut al alejarse de sus nacientes precordilleranas transita rápidamente desde un clima frío húmedo a uno frío árido y árido de

estepa. En sus nacientes posee un caudal torrencioso, con fuerte gradiente de sus laderas, con temprana fusión nival por causas ambientales, en particular geomorfológicas y climáticas. El Alto Chubut superior se encuentra en un ambiente invernal, donde ocurren las ondas características del régimen de alimentación invernal lluviosa y casi se superpone a la primavera de fusión nival. Luego cuando se dirige hacia el sudeste en dirección a Gualjaina, entra en la región de mesetas, terrazas y estepa patagónica. Los afluentes de consideración después de Los Altares son bastante escasos, aguas arriba eran de por sí pocos al estar flanqueado al norte y oeste por las divisorias de aguas que le habían restado afluentes mayores, mientras que los restantes alcanzan al Chubut en latitudes alejadas y de escurrimientos limitados.

Los coeficientes mensuales y los dispositivos hidroclimáticos muestran indicadores con un rápido ascenso de la isoterma de 0° C. Es notable la limitación pluvial por el descenso desde El Maitén de la isohieta de casi 400 mm hasta aguas abajo apenas 200 mm. Se puede señalar también una fuerte evapotranspiración otoño-invierno e incluso en primavera por el viento patagónico. Al explorar las variaciones de temperatura se ha observado un aumento en las temperaturas media y máximas en los últimos años. En años más cálidos es probable que los caudales altos de primavera se adelanten a comienzo de esta estación, como se observa en El Maitén y Los Altares.

Desde lo morfológico, se destacan en sus nacientes, laderas con fuertes pendientes, hay poca densidad vegetal, su orientación y heliofanía tampoco lo favorece, acelerando la ablación nival, y la carencia de lagos que podrían retener o demorar los derrames. Aunque el río pertenece al tipo llamado alóctono al atravesar las extensas áridas estepas, evoluciona aguas abajo por las influencias y cambios hidroclimáticos que lo equilibran hacia un régimen complejo más simple, o sea un régimen complejo de primer grado. Una mayor densidad temporal y espacial de observaciones meteorológicas e hidrológicas sería recomendable para una cuenca tan grande y poder así alcanzar una mayor precisión en los estudios.

Agradecimientos

Las tareas de procesamiento de datos fueron llevadas a cabo por el Computador Científico Federico Scuka. También agradecemos las sugerencias y correcciones de los evaluadores del Comité Editorial de GÆA Sociedad Argentina de Estudios Geográficos.

Referencias

- Argentina. Subsecretaría de Recursos Hídricos (2012). *Atlas de Cuencas y Regiones Hídricas Superficiales de Argentina*. CD-ROM. Buenos Aires.
- Argentina. Subsecretaría de Recursos Hídricos (1997). *Estadísticas Hidrológicas*. Buenos Aires. República Argentina.

- Argentina. Instituto Geográfico Nacional (1986). *Carta de Imágenes satelitales*. 1:250.000: 4172-IV y 4372-I y II. (1986). Cartas topográficas: escala 1:100.000. Nro.4172-29 y 4172-35 (1984).
- Argentina. Instituto Geográfico Nacional-CONAE (2011). *Atlas Argentina* 500 K. Hojas A y B Nros. 130, 131, 136 y 137. Escala 1:500.000.
- Atlas Total de la República Argentina* (1982). Vols. 1 y 2. Centro Editor de América Latina.
- Bruniard, E. (1994). *Los regímenes fluviales de alimentación sólida en la República Argentina*. Academia Nacional de Geografía. Publicación especial No. 7. Buenos Aires.
- CORFO-INTA-Chubut (2013). *Estadísticas climatológicas*. El Maitén.
- Goudie, A. (2007). *Physische Geographie*. Versión alemana de: The Nature of the Environment. 4º Ed. Verlag Spektrum der Wissenschaft. Heidelberg, Alemania.
- Iglesias de Cuello, A. y Véscovo, A. (1982). “Cuenca del río Chubut”, *Atlas Total de la República Argentina*, vol. 2. Buenos Aires. Centro Editor de América Latina.
- Jofré, J. (2013). Instituto Provincial del Agua, El Pueblo. Entrevista personal, marzo 2013.
- Keller, R. (1968). Regimen der Flüsse der Erde. Freiburger Geographische Hefte 6. Freiburg. Alemania.
- Lascano, M. (2005). “Análisis interanual de la estacionalidad de los ríos andinos”, *Contribuciones científicas GÆA*, 185-199.
- Pardé, M. (1955). *Fleuves et rivières*. París, Ed. Conin (reeditado por Ed. Masson).
- Schulte, A. et al. (2011). “Hydrogeographie”, en Gebhardt, H. et al. *Geographie. Physische und Humangeographie*, 2º ed., cap. 13, 570-598. Verlag Spektrum der Wissenschaft. Heidelberg, Alemania.
- Secretaría de Infraestructura, Planeamiento y Servicios del Gobierno de Chubut (consulta 2013) http://www.chubut.gov.ar/infraestructura/documentos/Infraestructura_Hidrica.pdf
- SMN (2013). *Boletín de Tendencias Climáticas*. Servicio Meteorológico Nacional.
- Snaider, P. (1999). “Las precipitaciones nivales en la República Argentina”. Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad del Noreste. Resistencia. IV Jornadas de Geografía Física.
- Subsecretaría de Recursos Hídricos, Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Presidencia de la Nación. *Estadística Hidrológica 1997*. Tomo II. Ed. Evaluación de Recursos S. A. (EVARSA).
- Subsecretaría de Recursos Hídricos Nación <http://www.hidricosargentina.gov.ar/acesobd.php>
- Wilhelm, Friedrich (1997). *Hydrogeographie*. 5 ed. Westerman Verlag. Alemania.