



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

**"ESTUDIO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CAUDAL
MÍNIMO NECESARIO PARA EL REESTABLECIMIENTO DEL
SISTEMA ECOLÓGICO FLUVIAL EN EL CURSO INFERIOR
DEL RÍO ATUEL"**

INFORME FINAL
(VERSIÓN 1.0)

Santa Rosa – Agosto de 2005

"Estudio para la determinación del caudal mínimo necesario para el reestablecimiento del sistema ecológico fluvial en el curso inferior del río Atuel"

Equipo de Trabajo

Dirección y coordinación de proyecto

Ing. Qco. Gonzalo H. Porcel - Profesor Titular - Decano .
Lic. José M. Malán - Profesor Adjunto - Vice-Decano .

Geología

Dr. Marcelo Zárate - Profesor Adjunto
(Coordinación)
Lic. Juan José Urrutia
Alumno Rolando Luis Lanzillotta
Alumna Adriana Mehl

Hidrología

Dr. Luis Vives - Profesor Adjunto
(Coordinación)
Dr. Eduardo Mariño - Profesor Adjunto
(Coordinación)
Dr. Raúl Rivas
Lic. Gabriela Dalmaso
Ing. Carla A. Moscardi
Ing. Carlos Scioli
Dr. Adolfo O. Villanueva.

Fauna

MSc. Diego Villarreal – Profesor Adjunto
(Coordinación)
Lic. Fabián Titarelli
Lic. Ramón Alberto Sosa.
Gpque. Miguel A. Romero.

Aspectos ambientales y metodológicos

MSc. Ing. J.Marcelo Gaviño Novillo - Profesor Titular
(Coordinación)
Dra. Nancy Carolina Neschuk
Alumna M. Joselina Di Meola

Aspectos sociales

Lic. Guido Rovatti - Profesor Adjunto
(Coordinación)
Lic. Julieta Soncini
Alumna Yanina Rubio

Flora y Vegetación

Lic. Graciela Lorna Alfonso – Profesor Adjunto
(Coordinación)
Dr. Anibal Oscar Prina
Lic. Walter Alejandro Muiño
Ing. Agr. Ernesto Francisco Atilio Morici

Cartografía y sistemas de información

Cart. Mónica G. Castro
(Coordinación)
Alumno Mariano González Roglich.
Alumna Sonia Cano
Alumno Marcelo Casanovas

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y ALCANCES

Ing.Qco. Gonzalo PORCEL; Lic. José MALÁN; e Ing.Civ. Marcelo GAVIÑO NOVILLO

2. METODOLOGÍA

Ing.Civ. Marcelo GAVIÑO NOVILLO

PARTE A: DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA

3. Cuenca del río Atuel: Aspectos geológicos y geomorfológicos

Dr. Marcelo ZÁRATE (Coordinación)

4. Estudio hidrológico regional

Dr. Luis VIVES; Dr. Eduardo MARIÑO (Coordinación)

5. Infraestructura en la cuenca

Al. M.Joselina DI MEOLA, Ing.Civ. Marcelo GAVIÑO NOVILLO

PARTE B: DESCRIPCIÓN DEL CURSO INFERIOR RÍO ATUEL

6. Características geomorfológicas y sedimento-pedológicas

Dr. Marcelo ZÁRATE (Coordinación)

7. Estudio hidrológico local

Dr. Luis VIVES; Dr. Eduardo MARIÑO (Coordinación)

8. Flora y vegetación

Lic. Graciela ALFONSO (Coordinación)

9. Fauna silvestre

M.Sc. Diego VILLAREAL (Coordinación)

10. Aspectos sociales

Lic. Gudo ROVATTI (Coordinación)

11. Cartografía y sistema de información

Car. Mónica CASTRO (Coordinación)

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y ALCANCES

Ing. Qco. Gonzalo PORCEL
Lic. José MALÁN
Ing. Civ. Marcelo GAVIÑO NOVILLO

1. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y ALCANCES

1.1. Introducción

El uso intensivo del agua por el hombre a fin de promover el desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de la población ha originado en zonas con oferta limitada de este recurso, tanto en el tiempo como en el espacio, una afectación de los regímenes fluviales naturales, llegándose en ciertos casos inclusive a contar con regulaciones artificiales de los caudales como resultado de la construcción y operación de obras hidráulicas, derivación y trasvase de las aguas, etc. Estos cambios debidos a las fluctuaciones de caudales y niveles de agua alteran sensiblemente la fenología natural de los ecosistemas fluviales y al desarrollo socioeconómico de las poblaciones aguas abajo.

En la Cuenca del río Atuel, en particular, recurso hídrico interprovincial compartido entre las provincias de Mendoza y La Pampa, se han construido y desarrollado desde la mitad del siglo pasado una serie de obras que han regulado artificialmente el régimen del río, y como consecuencia de ello los recursos hídricos y los recursos biológicos, por una parte; y la dinámica económica, social y cultural aguas abajo de dichas obras, por la otra, han sufrido profundos cambios. Frente a ello, la creciente demanda social obliga a mantener un capital ecológico en base al establecimiento de umbrales o presupuestos mínimos consensuados que establezcan caudales capaces de mantener las funciones de los ecosistemas fluviales en los tramos de río regulados o modificados artificialmente por el hombre, así como también en los tramos aguas abajo.

En este contexto, y en virtud de la sentencia de la Corte Suprema de la Nación recaída en Autos “L-195-XVIII La Pampa, Provincia de c/Mendoza, Provincia de s/acción posesoria de aguas y regulación de usos”, en modo especial en el dispositivo 3) de la parte resolutive, en la que decide “exhortar a las partes a celebrar convenios tendientes a una participación razonable y equitativa en los usos futuros de las aguas del Río Atuel”, el 7 de noviembre de 1989 los mandatarios de las Provincias de Mendoza y La Pampa, en uso de las atribuciones que constitucionalmente les corresponden, celebraron el “Protocolo de Entendimiento Interprovincial (PEI)” mediante el cual se creó la “Comisión Interprovincial del Atuel Inferior (CIAI)”, estableciéndose las acciones a ser desarrolladas en cuyo punto 5 trata la “definición y concreción en lo inmediato de acciones tendientes al restablecimiento del sistema ecológico fluvial en el curso inferior del Atuel”.

No obstante el espíritu del acuerdo, materializado en los fundamentos y acciones específicas detalladas en el PEI, y a pesar que en la reunión del Consejo de Gobierno de la CIAI (conformado por los Gobernadores de ambas Provincia) celebrada el día 7 de julio de 1994 se acordó la inclusión en los presupuestos provinciales para el año 1995 de los fondos necesarios para comenzar el “Estudio sistemático de la cuenca hidrológica del Atuel inferior”, como contribución a la determinación de un caudal mínimo ecológico-fluvial, este estudio nunca se llegó a concretar.

En razón de la necesidad e interés de la Provincia de la Pampa en dar cumplimiento unilateralmente a lo expresado anteriormente, y no habiendo sido posible su concreción en el marco de la CIAI, la Cámara de Diputados de la Provincia de La Pampa mediante Resolución N° 74/03 decidió “*dirigirse al Poder Ejecutivo Provincial para que promueva, en el contexto de los convenios firmados con la Universidad Nacional de La Pampa la concreción del estudio tendiente a determinar el caudal mínimo necesario para el restablecimiento del sistema ecológico fluvial en el curso inferior del Río Atuel* ”. Como consecuencia de dicha iniciativa la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa recibió el 5 de octubre de 2004 una solicitud, por parte de la Secretaría Recursos Hídricos provincial, de la realización de dichos estudios. Posteriormente, el 18 de noviembre de 2004 se firmó el respectivo contrato entre el Gobierno de la Provincia y la Universidad Nacional de La Pampa, representados por la Secretaría de Recursos Hídricos y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales respectivamente, a fin de llevar a cabo su ejecución.

El presente informe, si bien corresponde formalmente a la **Tercera Etapa** de dichos estudios, comprende una integración y vinculación de los estudios particulares de cada temática, y por lo tanto ha sido organizado de manera tal que los primeros capítulos correspondan a la primera versión del

Informe Final de la **Cuarta Etapa**, según lo establecido en la cláusula TERCERA del Contrato respectivo.

1.2. Objetivos

Objetivo general

Atento al marco de referencia en el cual se desarrollan estos estudios, el objetivo general de los mismos comprende un análisis, una evaluación y una propuesta de los caudales mínimos en el sistema ecológico fluvial del curso inferior del río Atuel en la jurisdicción de la Provincia de La Pampa, a fin de efectuar recomendaciones a las autoridades provinciales que permitan orientar el establecimiento de pautas y estrategias en base a las cuales sea posible disminuir la vulnerabilidad física, y social que resultan de la ausencia de dichos umbrales de gestión.

Objetivos particulares

Los objetivos particulares de cada aspecto sectorial desarrollado en el presente estudio son especificados en la Parte A de este Informe, no obstante lo cual, los objetivos particulares desde una perspectiva integrada del mismo son:

- Caracterización general de los aspectos biofísicos de la cuenca de drenaje del río Atuel,
- Caracterización geográfica, geológica y geomorfológica del curso inferior y área de los bañados del Atuel,
- Determinación del funcionamiento hidrológico de la cuenca del río Atuel y de su curso inferior,
- Determinación de la composición florística y los espectros biológicos de las unidades de vegetación en el curso inferior del río Atuel,
- Caracterización de la diversidad de la comunidad de aves en el curso inferior del río Atuel y humedales existentes en el área,
- Caracterización socio-demográfica de la población del área de estudio y sus emergentes perceptivos con relación al curso inferior,
- Análisis de las prácticas sociales actuales relativas al uso del agua así como expectativas futuras,
- Organización de un sistema de información con información histórica (SIH), información a nivel de la cuenca (SIC), e información a escala local (SIF), así como la sistematización de mapas temáticos,
- Elaboración de una síntesis diagnóstica y un modelo conceptual de funcionamiento del sistema a escala regional y local en base a los resultados de los estudios sectoriales,
- Definición de escenarios futuros posibles del sistema ecológico del curso inferior del río Atuel,
- Valoración de los impactos ambientales según las situaciones críticas de cada escenario,
- Propuestas de caudales fluvioecológicos según los escenarios analizados.

Alcances

La escasa experiencia internacional en la determinación de caudales ecológicos muestra que la sustentabilidad de un hábitat acuático no se asegura con el mantenimiento de un caudal mínimo constante a través de todo el año, ya que la biota acuática, al igual que todas las otras, presenta distintos requerimientos en sus diferentes etapas de desarrollo. Como en determinados períodos del año coexisten sólo algunos estados de vida y en otros todos ellos están presentes, el desafío de establecer esos umbrales mínimos resulta sumamente complejo, especialmente si se tiene en cuenta que las interacciones del ecosistema son conocidas con elevados grados de incertidumbre.

Para el presente caso cabe resaltar que los alcances del estudio estuvieron acotados por el nivel de información del sistema biofísico y social que estuvo disponible para los diversos subgrupos de trabajo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, por el tiempo previsto para su desarrollo, y los recursos (humanos y económicos) que fueron afectados al mismo.

Con relación al primer aspecto, cabe reseñar que la caracterización de un sistema ambiental de la complejidad de la Cuenca y curso inferior del río Atuel, como todo humedal ubicado en áreas de llanura en zonas áridas y semiáridas, requiere contar con un cúmulo de información que no siempre está disponible, sea por que no existe o porque diversas causas impiden el acceso a ella. En ciertos casos, inclusive, se requiere un procesamiento previo de los datos básicos, lo que insume tiempos extensos, no siempre disponibles en estudios de este tipo pues en muchos casos deben ser objeto de líneas de investigación. Ejemplos de ello surgen de la indisponibilidad de los datos existentes de registros hidrometeorológicos e hidrológicos en la cuenca, esquemas de operación de infraestructura, o de la inexistencia de muchos de ellos como relevamientos topográfico de detalle, registros hidrogeológicos, datos de calidad del agua, censos de biota y datos socioeconómicos en general.

En función de lo expuesto y dado que todo proyecto puede producir sus resultados en el marco de las disponibilidades o limitaciones de los presupuestos acordes con sus objetivos, los alcances de los mismos han sido variables para los distintos aspectos temáticos contemplados. No obstante ello, los resultados se consideran básicos y elementales tanto para el cumplimiento del objetivo central del estudio como para orientar en la obtención de información ambiental en el área de interés a fin de poder mejorar el grado de certidumbre en las decisiones a adoptarse por los organismos técnicos políticos correspondientes.

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

Ing. Civ. Marcelo GAVIÑO NOVILLO

2. METODOLOGÍA

2.1. Marco conceptual

El marco conceptual hacia el cual tiende la gestión del agua en la actualidad se apoya en el concepto de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), que entiende que “la GIRH es un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales”, según la definición de la Asociación Mundial del Agua (Global Water Partnership 1999), y de Gestión Integrada de Cuencas (GIC), que entiende que “la gestión de cuencas es el proceso de gestión para el desarrollo local, cuyo objetivo es proteger y conservar los recursos que se encuentran en su territorio a fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y promover una producción sostenida en el tiempo” (Gaviño Novillo 1996). El enfoque de la gestión integrada de cuencas ha sido adoptado como adecuado a la gestión del agua, pues a través de ella se pueden elaborar programas integrales que beneficien a la sociedad, a la economía y al ambiente (Dourojeanni, 1991; Gaviño Novillo, 1996).

De esta manera, la gestión de cuencas es sustentada en la acción que el hombre desarrolla en cuanto a la utilización de los recursos naturales existentes, para lo cual su involucramiento es un elemento clave en la búsqueda de las soluciones. Para ello es imprescindible que los planes de manejo, en tanto “una estrategia escrita socialmente legitimada”, incorporen instrumentos de educación, extensión y mecanismos de coordinación institucional. (Dourojeanni 2002).

Los recursos naturales (físicos y biológicos) de las cuencas proporcionan bienes y servicios ambientales a sus habitantes, incluida la protección de las fuentes hídricas, mitigación de los efectos de los desastres naturales mediante la regulación de la escorrentía, la protección de las zonas edificadas (viviendas, transporte y demás infraestructura), y la protección de la agricultura y ganadería. La experiencia indica que la calidad y cantidad de esos servicios ambientales se ven afectados tanto por el impacto de los procesos naturales como por la actividad humana. Particular atención merece en el presente caso la alteración de la escorrentía en la cuenca debida a la regulación del almacenamiento del agua mediante infraestructura hídrica.

Dado que la gestión de cuencas implica la gestión de la complejidad, en cualquier instancia de la misma es necesario lograr abarcar las dimensiones sociales, ambientales y económicas sea tanto en la identificación detallada de los conflictos y oportunidades, como en el diseño de los instrumentos de gestión. De esta manera las propuestas deberán converger hacia el entendimiento de cómo conseguir una forma de manejo del agua que minimice los conflictos y las necesidades de los usuarios, con las necesidades de preservación del patrimonio ecológico, de los patrones culturales y de la promoción del desarrollo como una forma de mitigar la pobreza.

Toda iniciativa que busca superar un conflicto con participación social se desenvuelve mediante un instrumento técnico (proyecto, programa) en una primera dimensión en la cual intervienen especialistas; pero su implementación tiene lugar en un contexto socio-económico-cultural-político determinado (segunda dimensión), motivo por el cual cada situación es distinta de otra y requiere un diseño específico.

Cuando se habla de manejo de cuencas, sin embargo, hay confusión en los enfoques; no es que ellos sean erróneos, sino que dependen del punto de vista, especialidad, disciplina o “ventana” por la cual cada quien ha entrado al tema. Han habido valiosos esfuerzos por dar claridad en este asunto, siendo los más notables los efectuados por FAO y CEPAL. Esta última, por ejemplo, considera varios estadios, desde la gestión sectorial del agua hasta la gestión ambiental (Dourojeanni, 1999).

Un obstáculo que frecuentemente se confronta desde el punto de vista operativo se refiere a lograr una situación ideal de lo que debe ser una cuenca “bien manejada”, en perfecta armonía. En la realidad, es muy difícil conseguir ese óptimo. Frecuentemente en una cuenca hay diferentes intereses de las provincias, personas y grupos, y la máxima aspiración es al logro de un “óptimo con restricciones”. Es decir, a una situación concertada donde la solución de conflictos juega un papel importante. En el

fondo, podría decirse que manejo de cuencas es un medio de solucionar conflictos, sobre todo en lo que al manejo del agua se refiere. Es un medio de enfrentar de manera concertada los desafíos que se presentan con relación a los recursos hídricos, a los problemas socioeconómicos, a los riesgos naturales y a la degradación ambiental (Ver **Recuadro N° 1**; BID, 1998).

Recuadro N° 1: Instrumentos estratégicos para el manejo integrado de los recursos hídricos en hidrográficas transfronterizas

En todos los proyectos vinculados con el agua en una cuenca fluvial hidrográfica, se evaluarán los efectos sobre los recursos hídricos y el medio ambiente de toda la cuenca y se tomarán en cuenta los intereses legítimos de los países involucrados. El Banco respaldará y alentará todas las iniciativas encaminadas al manejo integrado de los recursos hídricos de las cuencas hidrográficas transfronterizas con las que concuerden los países o estados involucrados, en particular la formación de organizaciones de cuencas hidrográficas transfronterizas pero sin limitarse a ello. Se buscará la colaboración, experiencia y conocimiento de organizaciones regionales como la OEA.

Estrategia para el manejo integrado de los recursos hídricos, Doc. N ENV-125, BID, Washington, D.C. (1998).

La gestión integrada de cuencas se basa en la aplicación de instrumentos entre los cuales se encuentra la determinación de caudales ecológicos o ambientales que buscan establecer umbrales o presupuestos mínimos capaces de mantener los ecosistemas fluviales en los tramos de río regulados o modificados artificialmente por el hombre, entendiendo que las obras hidráulicas son tan abundantes en la actualidad que inclusive son pocos los ríos cuyos regímenes no están regulados artificialmente. Por ello la gestión integrada de los recursos hídricos y los recursos biológicos deben enfrentarse con frecuencia a la problemática que estas obras originan.

2.2. Criterios para el establecimiento de caudales fluvio-ecológicos

Todos los elementos que caracterizan un régimen fluvial influyen de alguna manera en los ecosistemas fluviales, por lo que si la sociedad desea mantenerlos en su estado natural, el régimen del mismo debe ser natural. En los sistemas fluviales que han sido alterados en diferente grado, se acepta que el agua sea usada para diversos usos (abastecimiento de agua, riego, procesos industriales, hidroenergía, recreación, otros) para la subsistencia y el desarrollo del hombre. Por ello la asignación de un caudal ecológico para un río es en esencia una opción establecida por la sociedad en base a recomendaciones técnicas que provienen de la ciencia en términos de que tipo de ecosistema fluvial se desea, lo cual puede definirse en base a diversos escenarios de régimen de caudales. La condición finalmente establecida debe traducirse en un marco normativo o reglamentario en base al consenso que se logre mediante transacciones entre los diversos actores.

En la bibliografía se encuentra con frecuencia el nombre de caudales ecológicos y caudales ambientales. La cuantificación del caudal ecológico debe buscar un umbral que fije los valores por encima de los cuales la especie sensible se recupera de las perturbaciones ocasionadas por la falta de escurrimiento, es decir que los cambios originados en ella dejan de ser irreversibles. Depende de la duración de los mismos y de la resiliencia ecológica de la especie. Por su parte un caudal ambiental es entendido como aquel que es definido por encima del establecido por el caudal ecológico y que fija un mínimo destinado a la satisfacción de las necesidades establecidas de manera “ad-hoc” por la sociedad (Gaviño Novillo, 2004). Esto también puede aplicarse a las aguas subterráneas estableciendo umbrales por debajo de los cuales la extracción del agua sería mayor a la tasa de recarga del acuífero, tornando insustentable la gestión del agua subterránea. En estos casos también se establece por encima de este umbral crítico un nuevo umbral de protección equivalente a la recarga, pero que debe ser objeto de una regulación (ver **Fig.2.1**).

Un ejemplo para definir estos umbrales surge, por ejemplo, de la nueva directiva 2000/60/CE del parlamento europeo y del consejo del 23 de octubre de 2000, entrada en vigencia el 22 de diciembre de dicho año, mediante la cual se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Obliga en la práctica a todos los países miembros a restablecer el estado de los ríos a una condición denominada “buena”, lo cual implica lograr un funcionamiento de los

ecosistemas fluviales en condiciones muy parecidas a las originales. Un “buen” estado implica un “buen estado químico” y un “buen estado ecológico”; este último es definido cuantitativamente e incluye normalmente umbrales para poblaciones y comunidades de peces, macroinvertebrados, macrófitas, bentos y plancton. También incluye elementos de soporte que afectan otras comunidades como aves, y también la morfología fluvial, la profundidad del agua, y el régimen de caudales. Sin duda esto es una meta a largo plazo, pero de alguna manera se ha asumido el compromiso de alcanzarla.

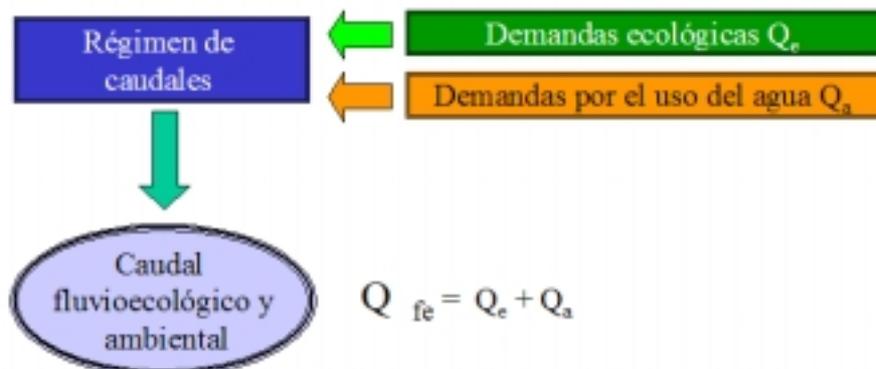


Fig.2.1: Criterios para el establecimiento de un caudal ecológico y uno ambiental.

La determinación de los caudales ecológicos según la práctica internacional se basa en diversos tipos de criterios (García de Jalón; González del Tánago, 1999; UICN, 2001):

- análisis de los regímenes de caudales históricos
- análisis de la variación del hábitat con los caudales circulantes
- métodos basados en el análisis de escenarios
- otros.

El primer criterio estudia en especial los estiajes naturales de los ríos en la idea de que las comunidades fluviales han evolucionado sometidos a determinados tipos de regímenes de caudales y por tanto sus ciclos biológicos y requerimientos ecológicos están adaptados a las variaciones estacionales propias de dicho régimen. Así mismo, están adaptadas a tolerar unos caudales mínimos durante un estiaje mas o menos largo, e incluso pueden tolerar caudales muy exigüos durante uno o varios días, que obviamente no pueden mantener durante periodos largos a los que no estén adaptados. En este caso una variante de este criterio surge del método desarrollado en Suiza a fin de establecer el caudal ambiental (BWA, 2001).

El segundo criterio se basa en la metodología IFIM-PHABSIM (o similares), y cuya aplicación se ha generalizado en todo el mundo. Este criterio considera las exigencias de hábitat de las especies fluviales con las variaciones de las características de éste en función de los caudales circulantes. La base conceptual de esta metodología reside en conocer los requerimientos de caudal circulante de algunas especies o de determinadas comunidades, y de su distribución en el tiempo, para poder evaluar las necesidades de caudal con objeto de mantener sus poblaciones.

Los dos criterios permiten obtener caudales ecológicos básicos, que reciben diversas denominaciones (mínimos, aconsejables, óptimos, de mantenimiento) según el método utilizado para su cálculo, o su nivel de exigencia ecológica. Estos caudales básicos representan estimaciones de las condiciones límites de tolerancia a la escasez de caudal, o los umbrales de la resiliencia de la comunidad.

Otros criterios más avanzados además de la perspectiva ecológica incluyen aspectos económico-sociales resultantes de consultas y encuestas que derivan en el establecimiento de caudales ambientales, que además de la perspectiva ecológica comprenda otras dimensiones para su determinación.

En el presente estudio se aplica una variante del método denominado “Respuesta aguas debajo de una transformación impuesta de caudales” (Downstream response to imposed flow transformation-DRIFT) (UICN, 2001) que se basa en la definición de escenarios a proveer a los tomadores de decisión basados en la definición de diversas opciones de regímenes de caudales en función de un objetivo explícito. A ello se agrega el análisis de los impactos que resultan de la vulnerabilidad social de aquellos sectores que se ven afectados por la carencia de dichos caudales. Ello implica definir un sistema soporte de decisiones que permita establecer diversas opciones posibles.

Cabe resaltar que en la gestión de los recursos hídricos de la República Argentina no se cuenta con experiencia sistemática que permita recomendar la aplicación de otros criterios, debido a que se carece de recomendaciones prácticas que orienten el establecimiento de caudales mínimos, ecológicos o ambientales, motivo por el cual el desarrollo del presente estudio a la vez permitirá desarrollar una metodología que pueda ser aplicada a la vez en otras provincias o cuencas.

2.3. Metodología de abordaje

Las definiciones de sistemas de soporte de decisiones van desde: “sistema computarizado para la toma de decisiones estructurado a partir de datos y modelos tendientes a la resolución de problemas no estructurales (Gorry & Morton, 1971), hasta “cualquier sistema que contribuye facilitando la toma de una decisión” (Sprague & Watson, 1986).

Una decisión es la elección de una alternativa entre varias posibles de acciones futuras, basadas en los escenarios y criterios establecidos. Un criterio es la base para la decisión que puede ser medido y evaluado. Es la evidencia sobre la cual se basa la decisión de un escenario.

Los criterios en base a los cuales sean elaborados los escenarios son seleccionados y combinados siguiendo un procedimiento o regla de decisión que permite arribar a una decisión particular. Las reglas de decisión están estructuradas en el contexto de un objetivo específico (e.g. definir cual área es apta para el desarrollo de una determinada actividad). Para alcanzar el objetivo específico es frecuente la necesidad de evaluar varios criterios, (evaluación multicriterio). Por tanto la aproximación a la resolución del problema de la valoración de un caudal fluvioecológico no involucra una sola respuesta o solución, el análisis de escenarios brinda varias opciones para la selección de alternativas donde cada una de ellas exhibe sus propias ventajas y riesgos.

El presente estudio se ha articulado de manera que los criterios que definan los escenarios surjan desde diversas disciplinas. Ellas son:

- Geología y geomorfología
- Hidrología
- Vegetación
- Fauna silvestre
- Aspectos sociales

A tal efecto se han constituido diversos grupos de trabajo que en una primera etapa han colectado información histórica, han abordado los estudios a nivel de cuenca, han desarrollado trabajo de campo en la cuenca y en el área del río Atuel en su cauce inferior y han volcado la información en soporte magnético empleando para ello un sistema de información geográfica. Posteriormente, el énfasis fue puesto en el análisis de la escala local, entendiendo por tal el curso inferior del río Atuel, y también los resultados han sido volcados al sistema de información.

Posteriormente, se efectúa una síntesis diagnóstica y la definición de los escenarios aprovechando los resultados obtenidos en la modelación hidrológica, para finalmente hacer una síntesis de los escenarios posibles y una evaluación de los impactos de cada uno de los escenarios.

Cabe destacar que la metodología de trabajo se ha apoyado en múltiples instancias de desarrollo de talleres de discusión e integración en los cuales los diversos equipos intercambiaron los resultados de

las tareas desarrolladas. Los viajes al área del proyecto también favorecieron la integración y discusión de los resultados en el campo. Una síntesis del proceso metodológico seguido se adjunta en la Fig. 2.2.

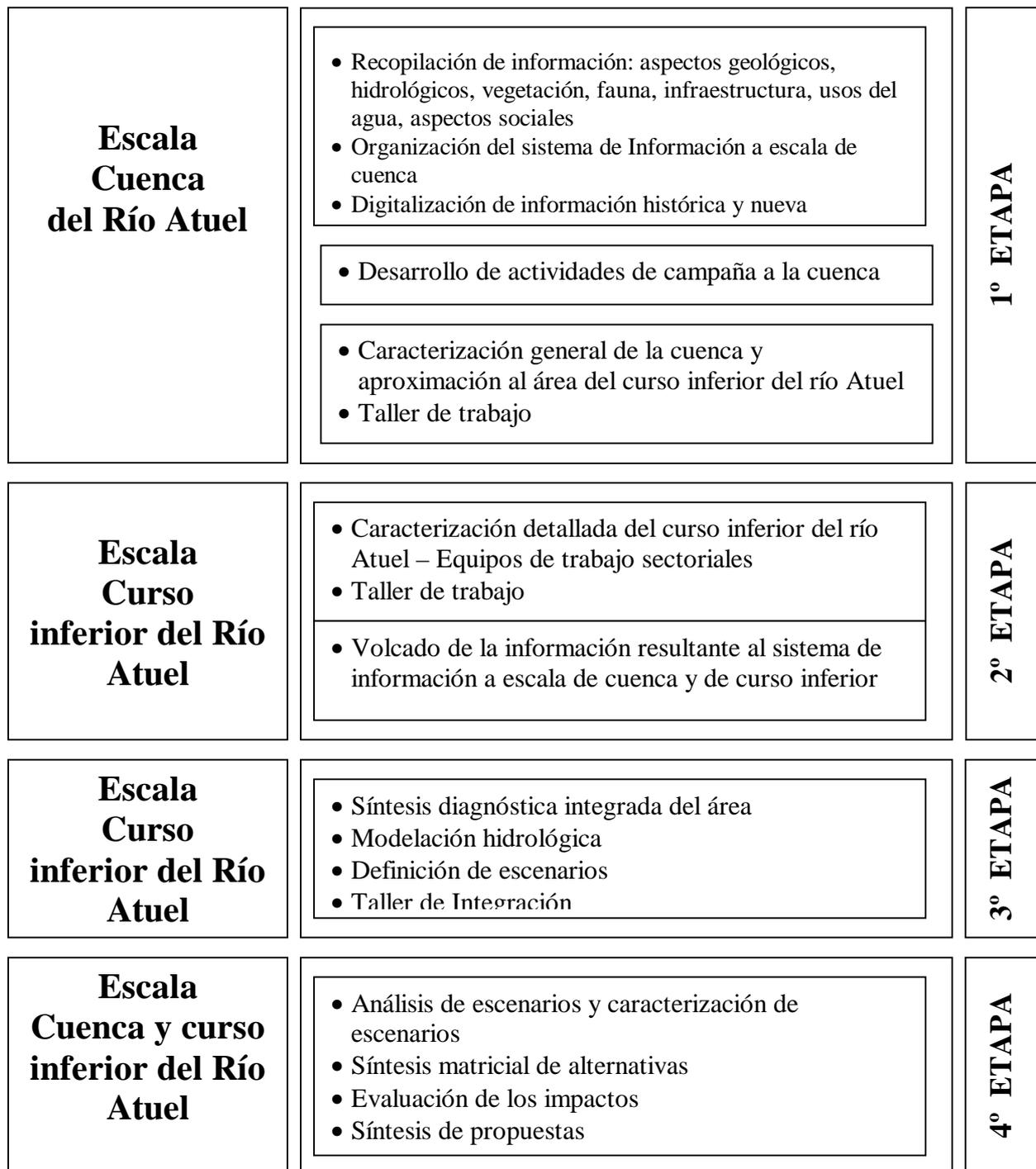


Fig. 2.2. Flujo metodológico

2.4. Sistemas de información

Considerando que el estudio debe lograr la integración de resultados en diversas escalas, se ha organizado un sistema de información que articula tres subsistemas de cuya interacción es posible construir el Sistema Soporte para la definición de los escenarios

Sistematización de Información Histórica (SIH) : Esta componente estuvo destinada a recabar la información histórica (mapas originales, estados de situación previos, relevamientos topográficos históricos, relatos de situaciones históricas, otros.) la cual fue volcada al soporte magnético de la manera más conveniente

Sistematización de Información en la Cuenca baja (SIF): Un aspecto clave en la determinación de los caudales ambientales surgió del armado de un sistema de información específico del curso inferior del Atuel. Por ello, en este sistema combina los datos alfanuméricos de variables hidrológicas, hidrogeológicas y los mapas de la zona de humedales en escala adecuada a efectos de alimentar el Sistema Soporte de Decisión basado en los escenarios.

Sistematización de Información de la Cuenca (SIC): Este sistema está destinado a albergar los mapas temáticos a escala de la cuenca de acuerdo a las áreas temáticas mencionadas anteriormente que serán integradas mediante técnicas cuantitativas y cualitativas. Ello permite el análisis de información de la cuenca, con particular énfasis en el tramo inferior del Río Atuel en la Provincia de La Pampa..

2.5. Bibliografía

- BID (Banco Interamericano de Desarrollo), sf. Medio ambiente. OP-703. BID. Washington.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo), 1998. Reasentamiento involuntario. OP-710. BID. Washington.
- Banco Mundial, 1991. Libro de consulta de evaluación ambiental. Vol. I y II. Departamento de Medio Ambiente, Trabajo Técnico No. 139. Washington.
- Banco Mundial; 1996. Analysis of Alternatives in Environmental Assessment. Environmental Assessment Sourcebook Update No. 17. Environment Department, World Bank. Washington.
- Canter, L., 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental. MacGraw Hill, Madrid, 841 pags.
- CIDIAT - OEA (Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras) (Organización de los Estados Americanos), 1992. Seminario Interamericano sobre evaluación económica, social y ambiental de proyectos. Mérida, Venezuela, 97 págs.
- Conesa Fdez.-Vitora, V. 1997. Metodología para la Evaluación del Impacto Ambiental. 3ra. Ed. Ed. Mundiprensa, Madrid, 352 pags.
- Dourojeanni, A. 1997. Management procedures for sustainable development (aplicable to municipalities, microregions and river basins). Serie Medio Ambiente y Desarrollo (CEPAL) No. 3; United Nations, Santiago, Chile, 71 pags.
- Dourojeanni, A. 2000. Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable. Serie Manuales No. 10. CEPAL, United Nations, Santiago, Chile, 371 pags.
- Gaviño Novillo, J.M. (1997) Evaluación ambiental regional de la normativa de usos para los valles de tierra mayor y río olivia. Análisis de la normativa de usos de suelos. Consejo Federal de Inversiones. Informe Final.
- Gaviño Novillo, J.M.-Edit- (2000) Instrumentos de gestión ambiental.. Documentos del Departamento de Hidráulica. H.doc N° 1.UNLP..La Plata.
- Giuffré, L. 2001. Impacto ambiental en agrosistemas. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, R. Argentina. 267 pags.
- Gómez Orea, D. 1994. Evaluación de impacto ambiental. 2da. Ed.; Ed. Agrícola Española, S.A.; Madrid, España; 259 pags.
- Hunt, D. and C. Johnson, 1996. Sistemas de gestión medioambiental. Principios y práctica. Serie Mc Graw Hill de Management, Madrid, 318 pags.
- ICID (International Commission on Irrigation and Drainage). 1997. La lista de chequeo ambiental de la Comisión Internacional de Riego y Drenaje. Versión en español: Ing.Gaviño Novillo, M. Grupo de Trabajo sobre medio ambiente ICID. Oxford.
- Jouravlev, A. 2001. Administración del agua en América Latina y el Caribe en el umbral del Siglo Xxi. Serie Recursos Naturales e Infraestructura No. 27. CEPAL, United Nations, Santiago, Chile, 73 pags.
- Miller, G. T.; 1994. Ecología y medio ambiente. Grupo Ed. Iberoamérica.867 pags. México, DC.
- MOPT (Ministerio de Obras Públicas y Transportes), 1992. Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental. Secretaría de Estado para las políticas y el medio ambiente, MOPT, Madrid, España, 165 págs.
- Munn, R. E.; 1975. Environmental Impact Assesment: Principles and Procedures. ICSU-SCOPE Report No. 5, Toronto, Canadá, 162 págs.
- Oyarzun, D. A., 1994. Valoración económica de la calidad ambiental. McGraw-Hill/Interamericana, Madrid, España; 298 pags.

- Porter, A. L. & J. J. Fittipaldi (Eds.) 1998. Environmental Methods Review: Retooling Impact Assessment for the New Century. Army Environmental Policy Institute (AEPI) and International Association for Impact Assessment (IAIA); Fargo, North Dakota, USA; The Press Club: 309 pags.
- Sarandón, R. (1997) Evaluación ambiental regional de la normativa de usos para los valles de tierra mayor y río olivia. Análisis de la fragilidad ecológica. Consejo Federal de Inversiones. Informe Final.
- Sarandón, R.; J. M. Gaviño N.; M. A. Giraut y V. Guerrero B. 1999. Aplicación de indicadores de fragilidad ecológica en las evaluaciones ambientales. p: 101-115 en Almorzo, D; R. Boggio y J. Cortés (Eds.) Estadística en Estudios Medioambientales. The Gibraltar Ornith. & Natural History Soc., Impreso en la Univ. De Cádiz, España.
- Sarandón, R & M. Gaviño Novillo, J.M.. 1997. Evaluación del impacto ambiental de la flexibilización de las normas de manejo del agua de la central Piedra del Aguila. FASE III.. AIC. Informe Final.
- Treweek, J.; 1999. Ecological Impact Assessment. Blackwell Sc. Ltd.; Oxford; 351 pags.
- UNCRD (United Nations Centre for Regional Development); 1994. Environmental and Social Dimensions of Reservoir Development and Management in the La Plata River Basin. UNCRD Research Report Series No. 4; Nagoya, Japan.
- Wathern, P. (Ed.) 1988. Environmental Impact Assessment. Theory and practice. Routledge, London & New York; 332 págs.
- Weitzenfeld, H. (Ed.), 1990. Manual básico sobre evaluación del impacto en el ambiente y la salud de proyectos de desarrollo. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, Programa de Salud Ambiental, OPS, OMS, Metepec, México, 198 págs.

PARTE A: DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CUENCA

CAPÍTULO 3: Cuenca del río Atuel
Aspectos geológicos y geomorfológicos

Dr. Marcelo A. ZÁRATE
Alumno Rolando LANZILLOTTA
Alumno Adriana MEHL

3. Cuenca del río Atuel: Aspectos geológicos y geomorfológicos

3.1. Introducción

La presente caracterización geológica y geomorfológica de la cuenca se ha basado en el análisis de antecedentes bibliográficos y cartográficos, así como en observaciones realizadas por uno de los autores de este capítulo en la cuenca media y parte de la cuenca superior del río Atuel.

3.2. Geología y geomorfología

La cuenca del río Atuel drena dos dominios geomorfológicos contrastantes, el sector occidental, de montañas y serranías y el área centro-oriental de llanura (González Díaz y Fauqué, 1993). Se extiende a través de varias unidades morfoestructurales que comprenden la Cordillera Principal, la Depresión de los Huarpes, el Bloque de San Rafael, la Cuenca Cuyana, cuya manifestación superficial es el ambiente de llanuras centro-orientales de Mendoza y noroeste de la Pampa denominado Depresión de la Travesía, y la Payunia.

La Cordillera Principal, cuya línea de altas cumbres define el límite argentino-chileno, ocupa el sector más occidental. Las sedimentitas comprenden arcilitas, calizas, evaporizas, depositadas en las cuencas marinas pacíficas jurásicas y cretácicas. Estructuralmente se caracteriza por la existencia de fallas meridionales y el desarrollo de una faja plegada y corrida, conocida en el sector austral como Faja Plegada y Corrida de Malargüe (Kozlowski et. al., 1993). Esta última se ha originado por la deformación ándica del Cenozoico, consistente en la inversión tectónica del sistema extensional previo que incluyó en la estructura, el basamento permotriásico y a rocas aún más antiguas.

El relieve de esta unidad morfoestructural se ha desarrollado a expensas de un gran apilamiento tectónico de sedimentitas y volcanitas mesozoicas durante la orogenia andina; exhibe alturas promedio de 6.000 m., con una progresiva pérdida de altitud y relieve relativo en sentido Norte- Sur. Dessanti (1973, 1978, en González Díaz y Fauqué, 1993) caracteriza su paisaje como integrado por una sucesión de cordones serranos de rumbo meridional, cuyas alturas decrecen hacia el Este, cortados por diversos sistemas fluviales, uno de los cuales corresponde al Atuel.

El diseño de la red hidrográfica está controlado estructuralmente por fallas y fracturas. La Cordillera Principal tiene abundancia de agua, expresada en el régimen permanente de sus ríos principales, lo cual es explicado en el capítulo de hidrología en el presente informe. Según señalan los autores antes mencionados, el caudal del Atuel, como el de otros cursos que la atraviesan, provienen de la ablación del hielo glaciario, de los glaciares de roca y del derretimiento de la nieve.

La Depresión de los Huarpes es una cuenca tectónica generada a comienzos del Terciario con un descenso general y reiterado del área pedemontana adyacente a la cordillera. Se extiende desde el extremo austral de la Precordillera hasta el sector de la laguna Llancanelo. Comprende una pila sedimentaria de 1.500-1.800 m. de espesor donde los sedimentos terciarios apoyan directamente sobre las rocas paleozoicas. La excepción es la zona sudoccidental, transgredida por los sedimentos cretácicos del borde Noreste de la cuenca neuquina. Hacia el Norte esta depresión se continúa en una fosa limitada por fallas normales conocido como el graben de Tunuyán.

El Bloque de San Rafael se extiende en forma continúa entre los cursos del río Seco de Las Peñas y el río Atuel. Al Sur de éste es discontinuo debido a su fuerte degradación, a su cobertura basáltica y a depósitos clásticos terciarios y más modernos. Su tramo septentrional es alargado y estrecho, marginado en su totalidad por las depresiones tectónicas de Los Huarpes al Oeste, y de La Travesía al Este (González Díaz y Fauqué, 1993). Comprende un grupo de elevaciones serranas de pobre relieve relativo y absoluto, alargadas, paralelas a una faja limitada entre los meridianos 69° O y 68° O, antepuestas por el Este a las Cordillera Frontal y Principal (Dessanti, 1956, en González Díaz y Fauqué, 1993). En el área atravesada por Atuel, afloran entre otras, rocas ígneas tales como granitoides, volcanitas y piroclastitas del Permo-Triásico, así como sedimentitas del Eopaleozoico, Carbónico y depósitos continentales (areniscas) del Triásico.

El bloque de San Rafael es una peneplanicie exhumada que al sur del paralelo 35° sólo es reconocible en tramos como se indicó anteriormente. Según Polanski (1951, 1954 en González Díaz y Fauqué, 1993) ha sido elaborada durante el Mesozoico y principios del Terciario, luego fue desmembrada y soportó un notable hundimiento diferencial que fue mayor hacia el Norte y Este. Durante el Plioceno, un ciclo sedimentario continental sepultó casi completamente su extremo septentrional. A principios del Pleistoceno comenzó un proceso inverso, el cual produjo el ascenso y exhumación de un tramo de esta peneplanicie debido a la orogenia andina, la que provocó en el Bloque de San Rafael una serie de corrimientos con vergencia hacia el Este, los cuales son responsables del levantamiento actual del bloque, que continúa activo. Trabajos recientes (Ramos, 1999) señalan que el levantamiento tectónico del Bloque de San Rafael se inicia hace unos 5 Ma. Posterior y concomitantemente con dicho ascenso, los dos grandes ríos que atraviesan el bloque, Diamante y Atuel, mantuvieron sus cursos transversales (ríos antecedentes) con respecto a la estructura naciente al equilibrar la profundización de los mismos a dicha elevación. El resultado ha sido la excavación de los cañones respectivos. En este ámbito, el Atuel, así como el Diamante, son cursos alóctonos de régimen permanente que actúan como niveles de base locales para los numerosos arroyos de régimen efímeros que afluyen a ellos. Los cursos poseen perfiles longitudinales de alto gradiente, carecen de planicie aluvial y cuentan con importantes resaltos estructurales; estos aspectos juveniles, contrastan con los rasgos seniles o maduros avanzados de sus interfluvios (González Díaz y Fauqué).

La depresión de la Travesía ocupa la mitad oriental del territorio mendocino y forma parte de la Cuenca Cuyana. Geológicamente es una depresión cuyos bordes occidentales son la Cordillera Frontal, La Precordillera y el Bloque de San Rafael. El relleno sedimentario está constituido por depósitos continentales del Terciario y Cuaternario. Conforman un ambiente de llanura de acumulación fluvial, levemente inclinada al este, hacia el sistema Desaguadero-Salado-Chadileufú. El drenaje original de esta llanura ha sido profundamente modificado por las obras de canalización para riego del oasis de cultivo de San Rafael-Gral Alvear. El relieve está dominado por un extenso sistema de médanos, quizás formados a partir del Holoceno temprano, con evidencias de canales fluviales inactivos (paleocanales). González Díaz y Fauqué (1993) hacen referencia al campo de médanos de Pampa de la Varita; los definen como médanos del tipo transversal, los cordones son alargados en sentido Noreste. Cubren un área muy amplia que abarca el Oeste de San Luis e incluiría el campo de médanos que limita por el Este a los ríos Atuel y Desaguadero.

La Payunia es un campo volcánico regional que conforma el margen occidental de la cuenca inferior del Atuel. En su flanco oriental se forman algunos cursos efímeros innominados, tributarios del Atuel. La edad del volcanismo que generó los aparatos eruptivos y las extensas coladas se iniciaría por lo menos en el Mioceno tardío y se continuaría hasta el Holoceno (Ramos, 1999). La estructura de esta región se caracteriza por un fallamiento extensional detectado en parte por alineamientos de volcanes de rumbo Noroeste, y por indicios de reactivación por fallamiento directo. La orientación de estas fracturas pareciera estar controlada por los lineamientos de estructura más antiguas.

3.3. Subdivisión de la cuenca

De acuerdo con las características geológicas de las unidades morfoestructurales drenadas por el sistema fluvial del Atuel se lo ha subdividido en subcuencas. Los límites de las mismas, fuera del ámbito más cercano al río, es tentativo, particularmente en el área de la Payunia y el sector Sur el bloque de San Rafael. La definición de las mismas se ha efectuado sobre la base del diseño individual y el diseño de la red de drenaje condicionados por los atributos geológicos y estructurales del sustrato. Así, la delimitación de las subcuencas diferenciadas está controlada por las unidades morfoestructurales que atraviesan.

La cuenca superior abarca el sector de la Cordillera Principal donde se genera el caudal del sistema fluvial; es la cuenca generatriz. La red de drenaje es densa.

La cuenca media es subdivisible en tres sectores correspondientes a la Depresión de los Huarpes, el Bloque de San Rafael, y el de la Cuenca Cuyana (Depresión de la Travesía). En el caso de la Depresión de los Huarpes, el sistema fluvial del Atuel adquiere las características de un curso de piedemonte proximal; el afluente más importante es el río Salado. El cambio de gradiente al dejar el

ambiente montañoso genera una pérdida de la capacidad de carga y la depositación de material aluvial. El resultado es la formación de abanicos aluviales formados en varios ciclos fluviales. En este sector recibe las aguas del río Salado, el tributario más importante, que en el pasado desembocaba en la laguna de Llancañelo. La morfología general corresponde a abanicos aluviales disectados por estos cursos de agua.

El sector intermedio de la cuenca media corresponde al tramo en el cual el río Atuel atraviesa el Bloque de San Rafael. El río presenta un valle profundamente incidido en el sustrato que se interpreta como de carácter antecedente, es decir que existía con su orientación general actual previamente al levantamiento tectónico del Bloque. Características comparables se observan en el Diamante.

El sector inferior de la cuenca media está representado por el segmento del Atuel comprendido entre el frente oriental del Bloque y aproximadamente la localidad de Carmensa hacia el Este; se desarrolla en el ámbito de la depresión de la Travesía. La morfología es similar en general a lo observado en la Depresión de los Huarpes, aunque con abanicos aluviales de menores dimensiones y sistemas de terrazas. Hasta tiempos históricos, comienzos del siglo XIX, recibía las aguas del Diamante.

La cuenca inferior incluye el tramo del sistema fluvial que se inicia en las cercanías de Carmensa, Mendoza y se extiende al Sur hasta su desembocadura en el Desaguadero. El sector correspondiente a Mendoza no ha sido objeto de análisis como el sector pampeano; no se pudo encontrar información que permita una caracterización adecuada del mismo, excepto descripciones muy generales. En la cuenca inferior el sistema adquiere un rumbo general meridiano, probablemente como consecuencia de un control estructural mayor (fractura) en su margen occidental. Hay evidencias de paleocanales fluviales, actualmente sepultados en gran parte por los campos de médanos holocenos, algunos de los cuales presentan un rumbo este y sudeste. La margen occidental es muy extensa en relación con la oriental, comprende un amplio sector del área volcánica de la Payunia drenada por un sinnúmero de cursos efímeros, tributarios del Atuel.

A escala regional, el diseño de la red de drenaje presente, muy modificada por las obras de riego, es la de un sistema distributivo, típico de un abanico aluvial. En este sentido, el sector pampeano del río Atuel compuesta por los bañados, representaría la porción más distal del sistema, con los menores gradientes relativos. Domina la acumulación de materiales finos (pelíticos y en menor proporción arenosos) en planicies aluviales extensas lo que genera áreas inundables (bañados y lagunas).

3.4. Referencias bibliográficas

- Ramos, V.A., 1999, Instituto de Geología y Recursos Minerales. "Geología Argentina". Anales 29 (3): 41-96. Buenos Aires, Argentina.
- Kozlowski, E. E., Mancada R., Ramos, V.A., 1993. XIIº Congreso Geológico Argentino y II º Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza, 1993). Geología y Recursos Naturales de Mendoza. V. A. Ramos (Ed.). Relatorio, I (18): 235-256.
- González Díaz, E., Fauque, L., 1993. XII º Congreso Geológico Argentino y II º Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza, 1993). Geología y Recursos Naturales de Mendoza. V. A. Ramos (Ed.). Relatorio, I (18): 235-256.

CAPÍTULO 4: Estudio hidrológico regional

Dr. Luis Vives
Dr. Eduardo Mariño
Dr. Raúl Rivas
Lic. Gabriela Dalmaso
Ing. Carla A. Moscardi
Ing. Carlos Scioli
Dr. Adolfo O. Villanueva

4. Estudio hidrológico regional

4.1. Introducción

El estudio hidrológico regional abarca el área de la cuenca desde las nacientes del río Atuel hasta su ingreso a la zona de humedales en el curso inferior del río. Este capítulo está enfocado al análisis de las precipitaciones desde 1906 hasta la actualidad, tratando de identificar y caracterizar la variabilidad espacial y tendencia temporal, a la realización de un estudio de los derrames del río antes del sistema de embalses (agua generalmente de origen nival) y a una comparación con el derrame en la ciudad de Carmensa.

4.2. Información empleada

La información hidrológica empleada corresponde a datos medidos en diferentes estaciones hidrológicas de la Provincias de La Pampa y Mendoza y que fueron empleados en este trabajo (Ver Fig. 1 y Tabla 4.1). En las Tablas 4.2 y 4.3 se presenta la información recopilada en cada punto, la variable considerada, la frecuencia (diaria o mensual) y el período de información, agrupada por la fuente.

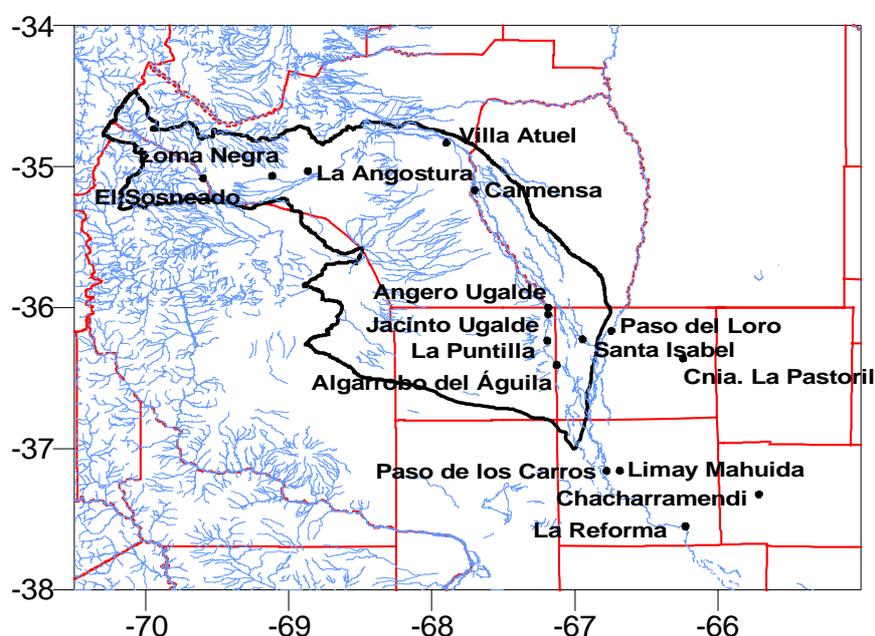


Fig. 4.1: Puntos de monitoreo en la Cuenca del río Atuel.

Tabla 4.1. Estaciones de medición empleadas. Información destacada: Q:caudales; HQ:calidad de aguas superficiales; NA: nivel piezométrico; P: precipitaciones

Estaciones de medición	Provincia	Latitud	Longitud	Información aportada
Angero Ugalde	La Pampa	-35.99881	-67.18734	Q, HQ,NA
Jacinto Ugalde	La Pampa	-36.04886	-67.18801	Q,HQ
La Puntilla	La Pampa	-36.23426	-67.19328	Q,HQ,NA
Algarrobo del Águila	La Pampa	-36.40646	-67.12856	P
Santa Isabel	La Pampa	-36.22443	-66.94644	P
La Reforma	La Pampa	-37.54941	-66.22606	P
Limay Mahuida	La Pampa	-37.15690	-66.68610	P
Chacharramendi	La Pampa	-37.32359	-65.71096	P
Cnia. La Pastoril	La Pampa	-36.36222	-66.24409	P
La Angostura	Mendoza	-35.03332	-68.86667	Q, P
Loma Negra	Mendoza	-35.06666	-69.11667	Q, P
El Sosneado	Mendoza	-35.08332	-69.60000	Q
Villa Atuel	Mendoza	-34.83332	-67.90000	P
Carmensa	Mendoza	-35.16666	-67.69999	Q

Tabla 4.2. Estaciones de medición en La Pampa.
Información de la Administración Provincial del Agua.

Tipo de dato	Estación de aforo	Serie
Caudales medios mensuales	Anguero Ugalde	1996 – 1998
	Jacinto Ugalde	1980 – 1996
	La Puntilla	1981 – 1987
		1996 – 2004
Caudales diarios (no continuos, son aforos)	Anguero Ugalde	1998 – 2004
	Jacinto Ugalde	1975 – 2004
	La Puntilla	1984 – 1987
		1996 – 2004
Precipitaciones diarias	Algarrobo del Águila	1980 – 2005
	Santa Isabel	1980 – 2005
Precipitaciones mensuales	Algarrobo del Águila	1934 – 1937
		1962 – 2004
	Santa Isabel	1932 – 2004
	La Reforma	1962 – 2004
	Limay Mahuida	1962 – 2004
	Cnia. La Pastoril	1980 – 2004
	Chacharramendi	1962 – 2004
Hidroquímica Residuo seco, conductividad, pH, SO ₄ , CO ₃ , CO ₃ H, dureza total, Ca, Mg, F, As, Na, K	Anguero Ugalde	1996 – 1998
	Jacinto Ugalde	1975 – 2003
	La Puntilla	1980 – 1987
		1996 – 2002
Niveles piezométricos en 4 pozos (perfil)	Anguero Ugalde	1995 – 2004
	La Puntilla	1995 – 2004
Freatígrafo	Anguero Ugalde	1998 – 2004
Limnigrafos	Anguero Ugalde	11/1998 – 07/2004

Tabla 4.3. Estaciones de medición en Mendoza.
Información del Sistema Nacional de Información Hídrica, Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Estadística Hidrológica de la República Argentina (2004).

Tipo de dato	Estación de Medida	Serie
Caudales medios mensuales	El Sosneado – 1428	1972 – 2004
	Loma Negra – 1435	1980 – 2004
	La Angostura – 1403	1906 – 2004
	Carmensa –1453	1985 – 2004
Caudales diarios	El Sosneado – 1428	1972 – 2004
	Loma Negra – 1435	1980 – 2004
	La Angostura – 1403	1931 – 2004
	Carmensa –1453	1985 – 2004
Precipitaciones diarias	Loma Negra	2002 – 2004
	La Angostura	1985 – 2004
	Villa Atuel	1982 – 2004

Es importante señalar que la información registrada en la estación limnigráfica de Anguero Ugalde no ha sido posible emplearla en este informe porque no se dispuso de la curva de gasto correspondiente.

4.3. Análisis de la precipitación

Las estaciones que se han empleado en el análisis regional de precipitaciones de Norte a Sur son: Villa Atuel, La Angostura, Santa Isabel y Algarrobo del Águila. Las dos primeras en la Provincia de Mendoza y las restantes en La Pampa (Ver Fig.4.1).

En el período 1986-2004 se ha podido disponer de información para comparar todas las estaciones obteniendo valores de las medias anuales de: 253,52 mm. para La Angostura, 350,72 mm. para Villa Atuel, 455,63 mm. para Algarrobo del Águila y 499,12 mm. para Santa Isabel. Se destaca una rápida disminución de la precipitación anual en sentido Noreste-Sudoeste. La Fig. 4.2 presenta la variación

de la precipitación anual para cada estación durante estos años de estudio, donde se puede observar que durante este período la precipitación es mayor que la media a excepción de unos pocos años al comienzo de la serie, registrándose una tendencia de años secos al final de la misma. El período 1997-2001 es extremadamente húmedo.

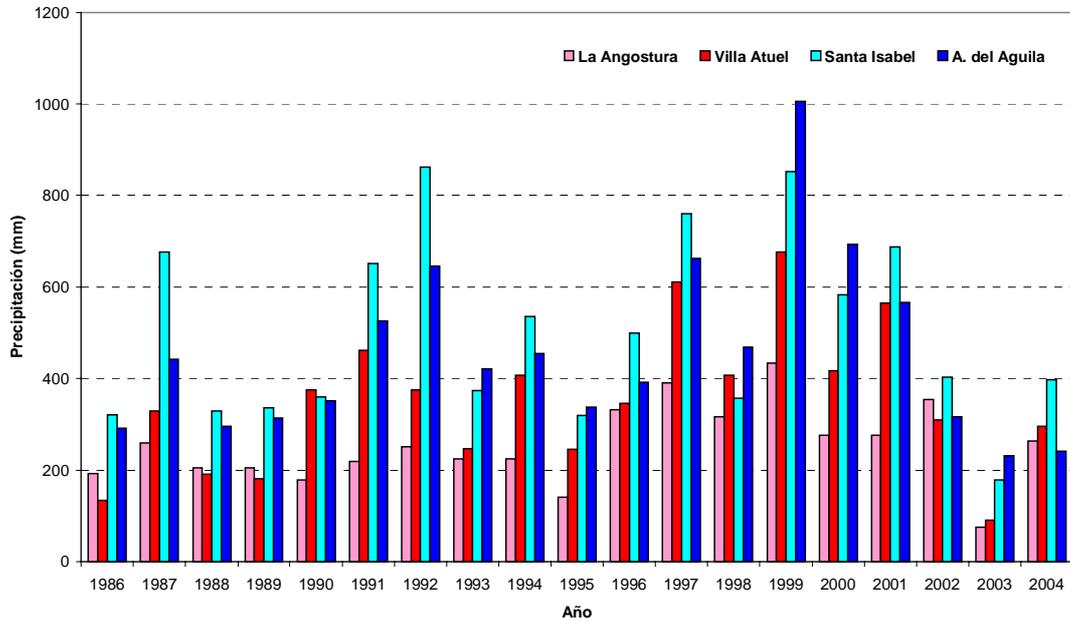


Fig. 4.2: Precipitación anual en las estaciones de la Cuenca del río Atuel.

La distribución precipitación mensual media para todas las estaciones durante el período 1986-2004 se presenta en la Fig 4.3. La distribución de las precipitaciones es similar en todas las estaciones, registrándose valores de mayor precipitación entre los meses de diciembre a marzo (verano) y de menor precipitación los meses de mayo a agosto (invierno). Las diferencias de precipitación entre las estaciones son mayores en verano y se hacen muy similares durante el invierno.

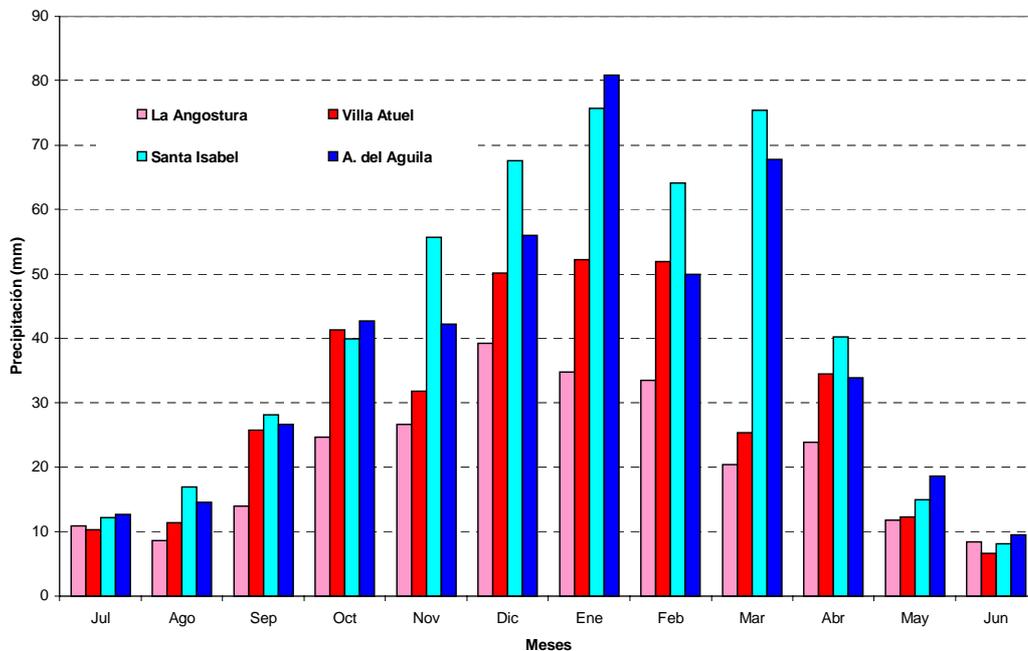


Figura 4.3: Precipitación mensual media en las estaciones de la Cuenca del río Atuel. Período 1986-2004.

4.4. Aguas superficiales

La Cuenca del Desaguadero–Salado es la más extensa de las cuencas interiores de la República Argentina y se desarrolla desde la provincia de Catamarca hasta La Pampa. Se caracteriza por un colector principal que corre con rumbo N-S, recibiendo sucesivamente los nombres de Vinchina–Bermejo–Desaguadero–Salado–Chadileuvú–Curacó. A lo largo de su curso, siempre por la margen derecha, recoge los aportes sucesivos de varias subcuencas como las de los ríos Jáchal, San Juan, Mendoza, Tunuyán, Diamante y Atuel, entre las principales (Morisoli, 2004).

El río Salado–Chadileuvú, ingresa al territorio pampeano con rumbo NE-SW y discurre 37 Km., hasta su encuentro con el valle del Atuel. Esta área de confluencia conforma un delta interior constituido por sedimentos aluviales, arenas finas y limos depositados en una gran planicie aluvial. El transporte de sedimentos, los escurrimientos discontinuos, la acción eólica y la actividad antrópica, provocaron la pérdida del perfil de equilibrio, en parte por obstrucciones sectorizadas del cauce, dando lugar a la generación de una compleja e inestable red hidrográfica, caracterizada por la activación y/o desactivación de distintos cauces (Alvarelos y Hernández, 1982).

El uso del agua para riego en la provincia de Mendoza determinó una disminución gradual de los caudales que concluyó, durante la década del cincuenta y sesenta, en el cese del escurrimiento del río Atuel, excepto en aquellos períodos en que se producen excedentes de riego. Consecuentemente, se modificó el régimen del río, pasando de nival, con crecidas en los meses estivales, a mixto, por su componente antrópica, que genera caudales significativos en otoño-invierno, cuando finaliza el ciclo de riego. Desde fines de la década del setenta el escurrimiento se canaliza a través del brazo más occidental del río Atuel, denominado Arroyo de la Barda. Desde 1999 se han activado temporariamente el brazo oriental y el Atuel propiamente dicho, pero sin llegar a desaguar en el río Salado.

El volumen medio anual que ingresa a los embalses en la estación La Angostura proviene principalmente del deshielo. El derrame entre los años 1906 y la actualidad tiene un valor de 1110 hm³ (equivalente a un caudal medio diario de 35.2 m³/s), con el máximo de 2193 hm³ (año 82-83) y el mínimo 595,1 hm³ de (año 70-71). La variación del derrame anual desde 1906 se presenta en la Fig. 4.4, donde por un lado se puede observar que en las últimas décadas (después de la sequía del 70-71) se produce un período de derrames por encima de la media (1229 hm³), conteniendo el máximo derrame en el año 82-83. Si se tiene presente que la capacidad de regulación de las obras de aprovechamiento del Río Atuel, con particular atención al Embalse El Nihuil y al Dique Compensador Valle Grande es aproximadamente de 420 hm³, todo parece indicar que los embalses tienen una capacidad de regulación menor que el derrame anual.

En la Fig 4.5 se analiza la variación de los caudales medios mensuales durante el período de enero 1986 hasta el 2004 en las estaciones El Sosneado, Loma Negra y La Angostura correspondientes a la provincia de Mendoza. Se observa que la distribución de los mismos durante el período no evidencia una relación directa con las precipitaciones en la estación de La Angostura lo que demuestra la dependencia directa a los escurrimientos producidos por los deshielos. Existen épocas de aguas bajas (invierno) donde se registran precipitaciones sin observar una respuesta en los caudales. En las épocas de mayores caudales (verano) se observa que la estación El Sosneado, situada más aguas arriba, tiene caudales superiores a los de las otras dos estaciones de aguas abajo, lo que indica que se produce una pérdida importante de agua, en el tramo entre las estaciones El Sosneado y Loma negra, que llega a ser algunos años bastante significativa (50 %).

La diferencia entre los derrame anuales de las estaciones de La Angostura y Carmensa durante el período 85-86 al 03-04 presenta una reducción importante del volumen que se libera aguas abajo, el cuál está entre los 10 a 40 % (Ver Fig 4.6). Este volumen faltante se emplea principalmente para la actividad agrícola. Si analizamos la diferencia de los caudales medios mensuales (Ver Fig.4.7) podremos observar que existen muchos meses donde la relación entre caudales es aún superior.

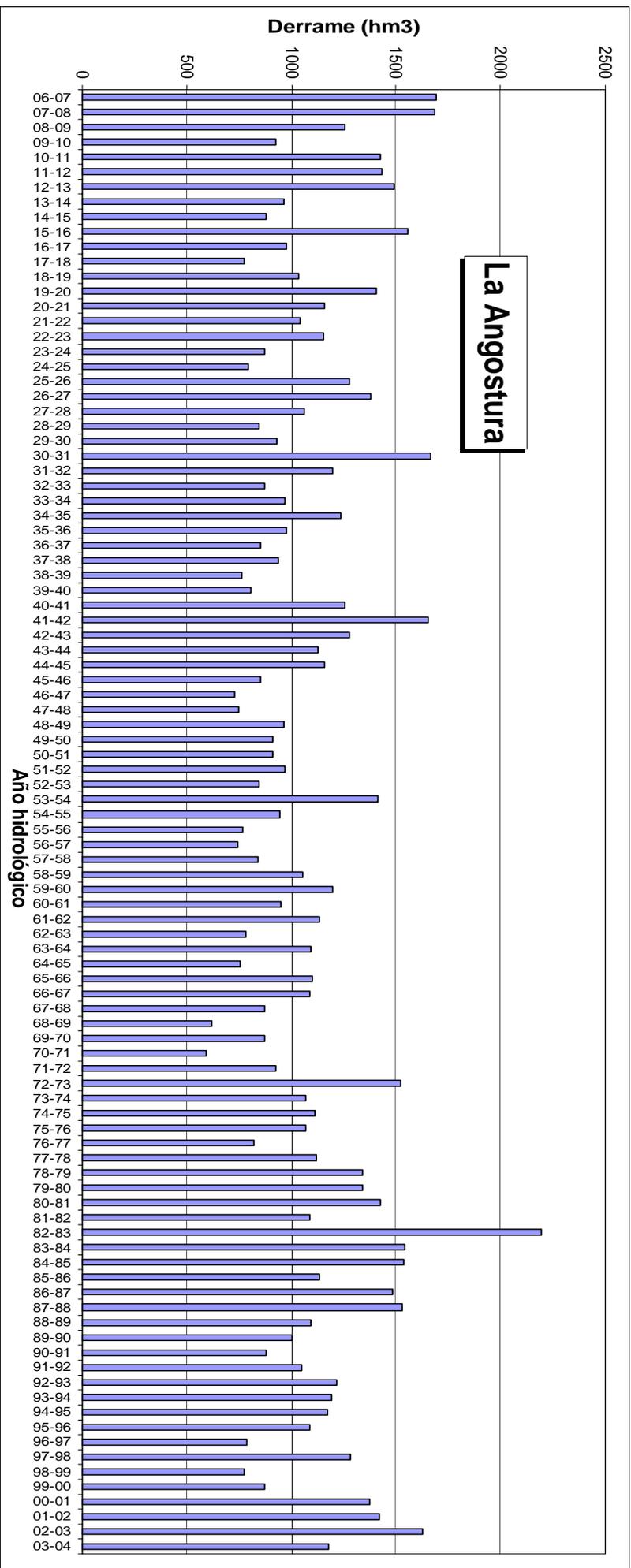


Fig.4.4: Derrame anual en la estación de aforos La Angostura, período 1906-2004.

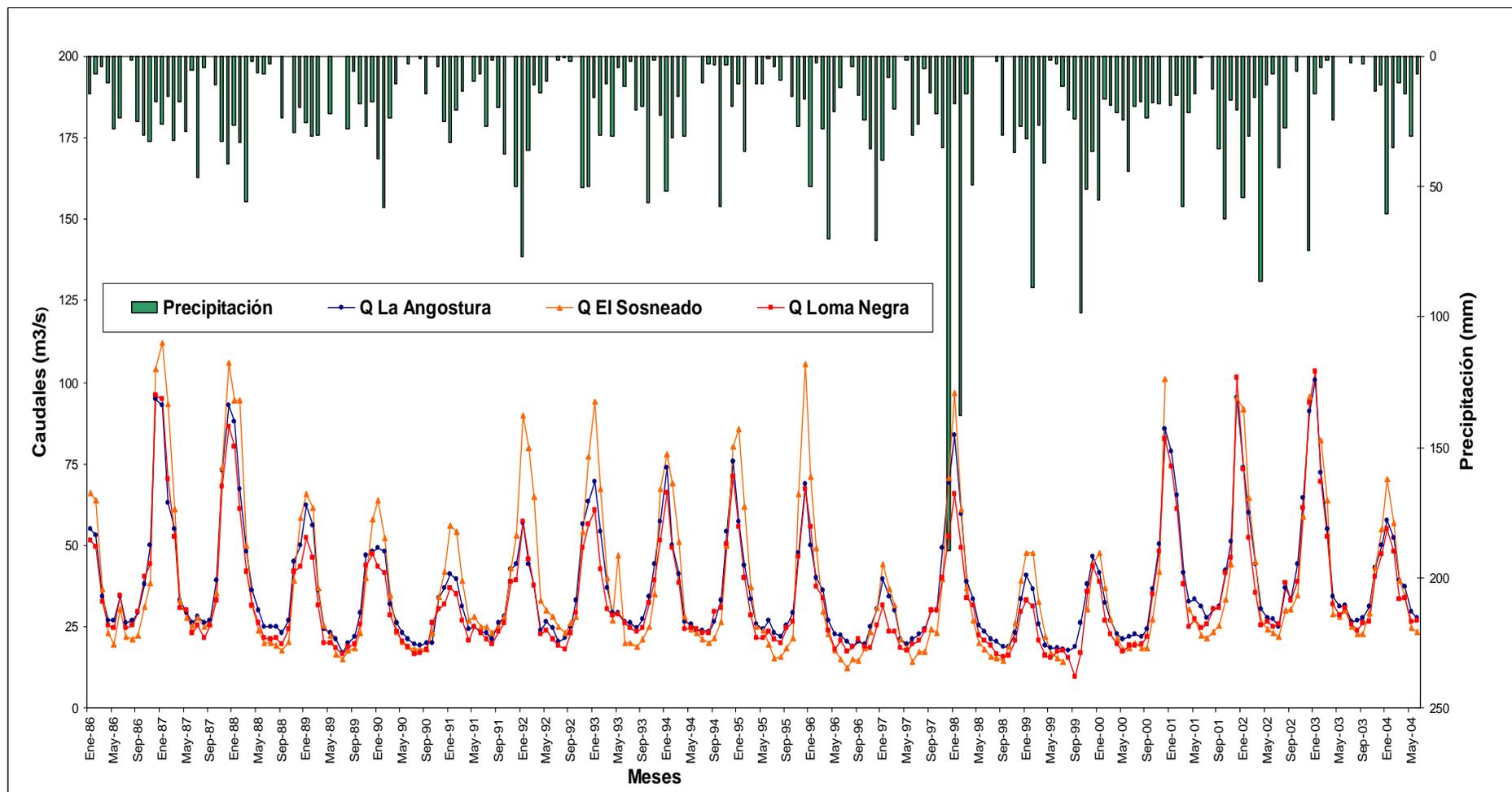


Fig.4.5: Caudales medios mensuales en la zona de los Nihules y la precipitación mensual en la estación de La Angostura Provincia de Mendoza, período Enero de 1986- Mayo de 2004.

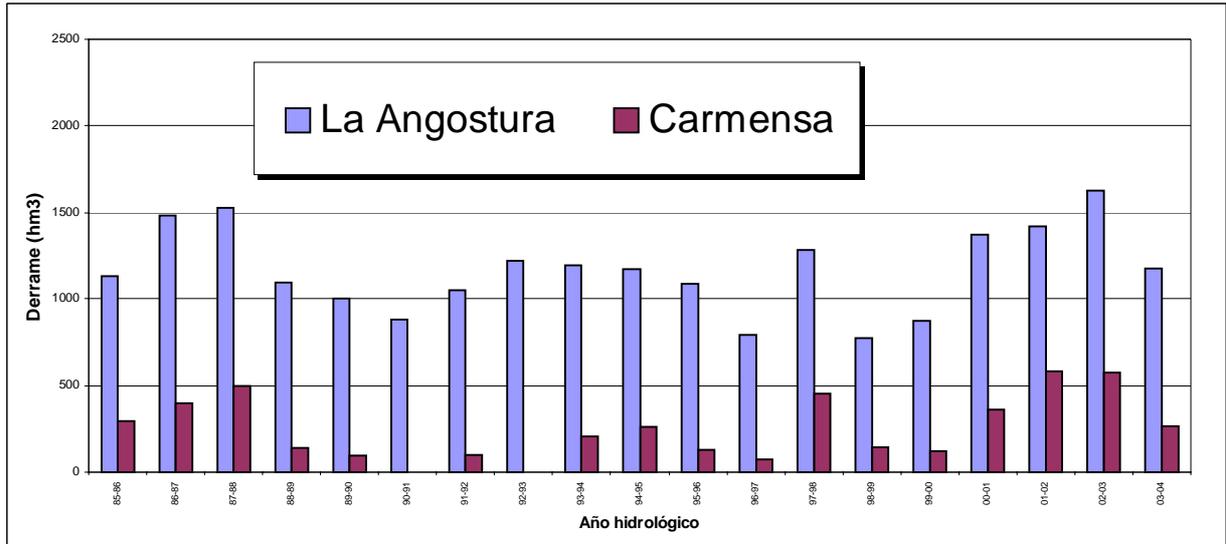


Fig. 4.6: Derrame anual en las estación de aforos La Angostura y Carmensa durante el período 85-86 al 03-04. En el 90-91 y 92-93 no hay registros completos en Carmensa.

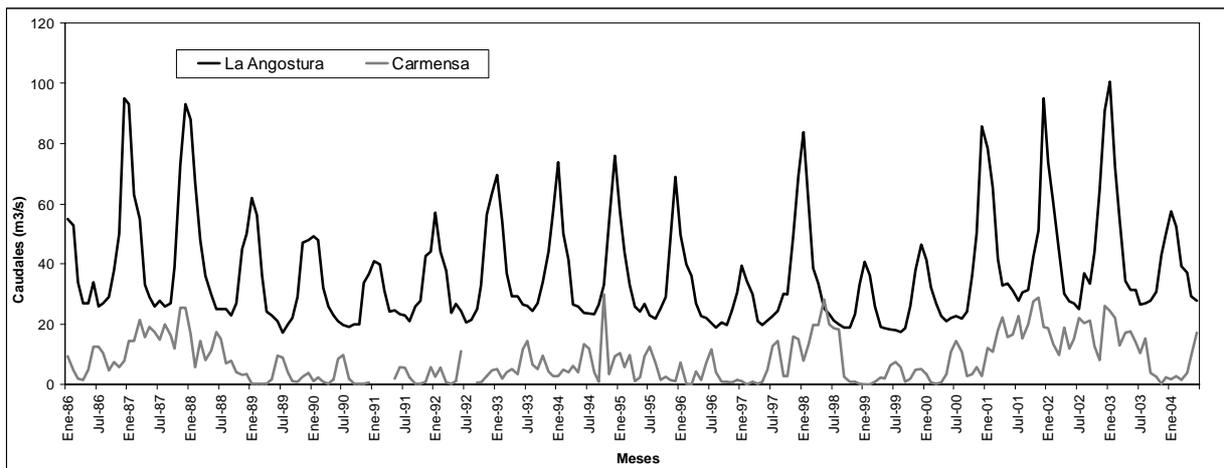


Fig. 4.7: Caudal medio mensual en las estaciones La Angostura y Carmensa durante el período 85-86 al 03-04. En el 90-91 y 92-93 no hay registros completos en Carmensa.

CAPÍTULO 5: INFRAESTRUCTURA EN LA CUENCA

Alumna M. Josefina DI MEOLA
Ing. Civ. Marcelo GAVIÑO NOVILLO

5. INFRAESTRUCTURA EN LA CUENCA

5.1. Descripción general

Los recursos hídricos superficiales provenientes de la Cuenca Alta del río Atuel son aprovechados por obras de aprovechamiento múltiple que el Estado Nacional ha realizado en territorio mendocino en el curso medio superior del Río Atuel (Ver Fig. 11). El conjunto de obras tiene las siguientes finalidades:

- Regulación del régimen del río,
- Hidroenergía,
- Riego.

Las principales obras construidas para tales fines son:

- Dique de embalse principal “El Nihuil”
- Dique derivador “Aisol”
- Dique derivador “Tierras Blancas”
- Dique de embalse compensador “Valle Grande”
- Dique derivador “Rincón del Indio”
- Centrales hidroeléctricas “Nihuil I”, “Nihuil II”, “Nihuil III” y “Nihuil IV”.
- Derivaciones para la alimentación de los sistemas de riego.

La presa “El Nihuil” es la obra cabecera del “Sistema de Aprovechamiento Hidroeléctrico del Río Atuel - Los Nihuales”. Desde este embalse hasta el lugar denominado Rincón de Atuel se genera un desnivel de 600 m. a lo largo de 60 Km. conocido como “Cañón del Atuel”, tramo en el cual el nivel de base del río desciende desde la cota 1.250 m. a 700 m. Esta gran diferencia de cotas es aprovechada para la generación de energía por medio de las centrales hidroeléctricas “Nihuil I”, “Nihuil II”, “Nihuil III”, “Nihuil IV”, y los diques “Aisol”, “Tierras Blancas” y el compensador “Valle Grande”. Las tres primeras centrales sucesivas, ubicadas aguas arriba de este último embalse, operan produciendo un escurrimiento irregular en todo el año y variable durante el día para satisfacer la demanda de energía. Aguas abajo, el Río Atuel es aprovechado para el desarrollo de la agricultura de regadío. El embalse compensador Valle Grande regula el escurrimiento de las aguas en un régimen adecuado a las necesidades del riego, es decir, un régimen de escurrimiento anual muy variable, con la máxima demanda en verano y la mínima o nula en invierno. El sistema no realiza ninguna regulación hiperanual.

5.2. Descripción particular de detalle

Presa de embalse “El Nihuil”

Esta presa, ubicada a 75 Km. de la Ciudad de San Rafael, representa conjuntamente con la presa de Potrerillos los mayores espejos de agua artificial de Mendoza cuyo funcionamiento permite regular el escurrimiento de las aguas del Río Atuel. La superficie de la cuenca hasta la obra es de 3.800 Km² cuyo emisario tiene un módulo de 35 m³/s. La obra fue construida por la ex-Dirección de Irrigación de la Nación, antecesora de Agua y Energía Eléctrica, entre los años 1942 y 1947, comenzando a funcionar en este último año.

La obra principal es una presa de hormigón de planta curva de una altura máxima de 26 m., una longitud de 150 m. y una capacidad de evacuación de 600 m³/s. El embalse perdió su capacidad original de 287,50 Hm³ a 240 Hm³. Sobre la margen izquierda se ubica la obra de toma que conduce los caudales hacia la central hidroeléctrica “Nihuil I” mediante un túnel excavado en roca revestido en hormigón de 4 m. de diámetro.

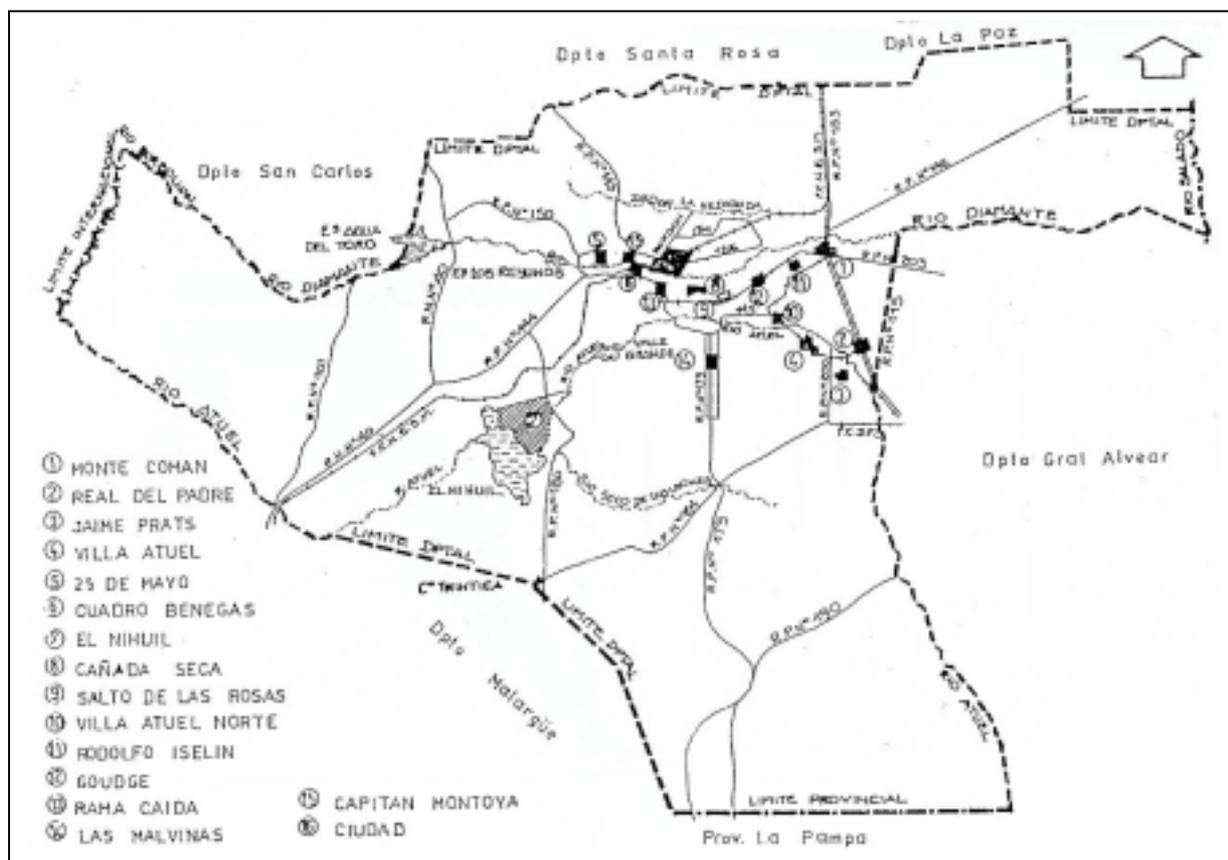


Fig.5.1.: Infraestructura en San Rafael (Fuente:DGI)

Central Hidroeléctrica “Nihuil I”

La central hidroeléctrica “Nihuil I” se ubica a una distancia de 7 Km. aguas debajo de la presa de embalse “El Nihuil” y posee un salto de 183,5 m., una potencia instalada de 72 MW, y una generación de energía media anual de 365 GWh. La estación transformadora posee 4 transformadores de potencia unitaria de 23.2 Kw/h, de los cuales salen 4 líneas de alta tensión de simple toma en 132 Kv. hacia Cruz de Piedra, a la central hidroeléctrica “Nihuil II” y a los establecimientos Carbometal y Grassi. La obra comenzó a funcionar en el año 1.957.

Presa derivadora “Aisol”

A unos 1100 metros de la descarga de la Central Hidroeléctrica “El Nihuil I” se construyó el dique derivador “Aisol” que está compuesta de una estructura de hormigón de gravedad, planta recta, con una altura máxima de 40 m. y una longitud de 85 m. Posee un vertedero de excedencias pero no posee elementos de regulación de crecidas. El pequeño embalse que se forma posee un volumen de 0,7 Hm³, recibe un caudal medio anual de 32 m³/s y fue diseñada para caudal máximo de 600 m³/s. La obra de toma, ubicada en la margen derecha, deriva los caudales hacia la central “Nihuil II” por medio de un túnel de 10 Km. de longitud excavado en roca y revestido en hormigón.

Central Hidroeléctrica “Nihuil II”

Esta central hidroeléctrica se encuentra ubicada 28 Km. aguas debajo de la presa “El Nihuil”. Posee un salto útil de 178 m., una potencia total instalada de 139,2 MW, y tiene una generación media anual de energía de 380 GWh. De la estación transformadora, que consta de 6 transformadores, 4 de 26.000 Kw y 2 de 32.000 Kw, sale una línea de 220 Kv hacia Cruz de Piedra. La central se halla interconectada

con las centrales “Nihuil I” y “Nihuil III” con líneas de transmisión en 132 Kv. La central comenzó a operar entre los años 1968 y 1972.

Presa derivadora “Tierras Blancas”

A una distancia de 600 m. aguas abajo de la central hidroeléctrica “Nihuil II” se construyó la presa de derivación “Tierras Blancas” que consta de una obra de hormigón simple, de tipo gravedad, con una longitud de 122 m. (incluido el vertedero) y una altura máxima de 38 m. El volumen del embalse en su nivel máximo normal es de 0.65 hm^3 , su caudal medio anual de $32 \text{ m}^3/\text{s}$. y su caudal de diseño de $600 \text{ m}^3/\text{s}$, al igual que las obras ubicadas aguas arriba. Posee una obra de toma ubicada sobre la margen derecha que conduce los caudales por un túnel excavado en roca revestido en hormigón hacia la central “Nihuil III”.

Central Hidroeléctrica “Nihuil III”

La central hidroeléctrica “Nihuil III” se ubica a 35 Km. de la presa “El Nihuil”, aprovechando un salto útil de 76,5 m. Posee una potencia instalada de 52.000 Kw. obteniendo una generación media anual de energía de 150 GWh. La estación transformadora posee 2 transformadores de potencia unitaria de 32.000 Kw. y un autotransformador de 150.000 Kw. De esta estación sale una línea de alta tensión de 132 Kv. hacia la central “Nihuil II” y otra simple de 220 Kv. hacia la Central de Agua de Toro ubicada sobre el río Diamante. La obra comenzó a funcionar en el año 1.972.

Presa de embalse compensadora “Valle Grande”

Esta presa se halla emplazada aguas debajo de la central “Nihuil III” y se localiza aproximadamente a 30 Km. de la ciudad de San Rafael. Es una presa de hormigón aligerado simple de tipo Noetzli-Alcorta, con una longitud de 300 m., una altura máxima sobre el nivel de fundación de 118 m., un área media de espejo de agua de $3,80 \text{ km}^2$, una capacidad de almacenamiento de 164 Hm^3 , un caudal medio anual de $35 \text{ m}^3/\text{s}$ y una capacidad de descarga de $600 \text{ m}^3/\text{s}$. Esta obra comenzó a funcionar en el año 1.965.

Central hidroeléctrica “Nihuil IV”

Esta central se ubica aguas debajo de la presa de embalse “Valle Grande”, aprovechando un desnivel de 52 m. Posee una potencia instalada es de 25.000 Kw. y su generación media anual de energía de 146.3 GWh. De la estación transformadora nace una línea de 132 Kv. que conecta esta central con Nihuil III. Las obras comenzaron en 1.994 y finalizaron en 1.997.

Presa derivadora “Rincón del Indio”

Se ubica 15 Km. al Norte de la Ciudad de General Alvear en el distrito Real del Padre. La presa consta de dos partes: una presa móvil integrada por cinco compuertas y otra fija. Ambas secciones poseen 61 m. de longitud. Sobre la margen izquierda del río se encuentra un vertedero de ante-toma con una longitud de 51 m. que da paso a las aguas hacia la cámara desarenadora de la presa. El material decantado escapa de nuevo al río por una obra con compuertas de 3 m. de ancho, mientras que las aguas después de pasar por el vertedero de toma, ingresan al Canal Matriz Nuevo Alvear a través de tres compuertas sumergidas de 5 m. de ancho cada una. Se pueden derivar hasta $33 \text{ m}^3/\text{s}$ hacia el canal matriz.

La cámara desarenadora mencionada anteriormente se denomina “La Olla” y se emplaza a 5 Km. aguas abajo de la presa sobre el mismo Canal Matriz. La obra fue construida con objeto de separar el material en suspensión que lleva el agua que sale del mismo y evitar el enlame de la infraestructura de riego. La cámara está construida íntegramente en hormigón armado; posee una superficie de 2000 m^2 y una capacidad de 7.000 m^3 de material sólido.

Derivaciones a los sistemas de riego

El área de riego que domina el Río Atuel se ubica en los Departamentos de Malargüe, San Rafael y General Alvear y se desarrolla hacia ambos márgenes en su recorrido, abarcando una área de 1.200 Km². La red de riego alcanza aproximadamente unos 376 Km. de longitud entre canales primarios y secundarios, la mayoría de los canales poseen toma libre sobre el río, o sea sin mecanismos de regulación de caudales en el punto de captación.

Las tomas que se originan en la parte superior de la cuenca alta, aguas arriba de la presa “El Nihuil”, corresponden a los canales La Junta, El Sosneado y el Cohiueco. Las demás tomas que se ubican aguas abajo de esta abra dan lugar a los canales Boers y Kraff, Arroyo, Correas, Perrone, Babacci, Regueira, Concesión Las Arabias, Izuel, Real del Padre, Jauregui, Atuel Sud, Nuevo Alvear y San Pedro, totalizando trece tomas que sirven a la parte llana de la cuenca.

Canal La Junta

Este canal se encuentra sobre la margen derecha del Río Salado y no posee obra de captación ni sistema de regulación de caudales. La sección de este cauce no supera una sección de 0.60 m². Irriga el paraje denominado La Junta, al cual llega luego de trascender 8 Km. aproximadamente por una planicie con fuerte pendiente llamada Pampa del Álamo.

Canal El Sosneado

Tiene su toma directa sobre la margen izquierda del Río Atuel unos 1500 m. aguas abajo del cruce de éste con la Ruta Nacional N° 40.

Canal Cohiueco

Este canal posee una toma directa sobre la margen derecha del Río Atuel frente a la toma del canal “El Sosneado”. Es un canal de precaria infraestructura sin obra de cabecera ni de regulación. Posee una longitud de 7 Km. y se extiende en forma paralela a la Ruta Nacional N° 40. El canal irriga el paraje denominado Estancia Coihueco, donde se realizan cultivos anuales y explotaciones ganaderas.

Canal concesión Boers y Kraff

La concesión Boers y Kraff se encuentra ubicada a 13 Km. aguas debajo de la Presa de Valle Grande, a la salida del Cañón del Atuel sobre la margen izquierda del río. Es la primera toma después del Sistema de Aprovechamiento Hidroeléctrico del Río Atuel. Es de tipo libre y precaria, sin obra de cabecera, ni partición. El canal posee una longitud total de 2,5 Km. y el caudal se regula mediante un descargador con compuertas planas.

Canal matriz Arroyo

Este canal se ubica 21 Km. aguas abajo de la presa Compensadora Valle Grande en la zona de Rincón del Atuel. Posee un recorrido de aproximadamente 5 Km.; es de captación libre, regulable mediante descargadores. El primer descargador se halla 300 m. aguas abajo de la toma, el segundo a 1000 m. y el último a 1100 m. A 1300 m. de la toma se encuentra un sifón que permite el cruce del canal con un cauce aluvional llamado Arroyo Totorá, y a 1900 m se halla el primer partidor fijo automático, siendo así la mayoría de las obras de distribución restantes. El cauce no posee revestimientos de ningún tipo, las pérdidas no son altas y el estado de conservación es bueno.

Canal matriz Correas

Este canal nace en la margen izquierda del río Atuel en la zona denominada El Rincón del Atuel, en el punto opuesto de la toma del Canal Perrone. Posee una longitud aproximada de 20 Km. y una capacidad de 2 m³/seg. La obra de captación es de hormigón y posee dos compuertas planas, que aprovecha el azud del sistema del canal Perrone. En la progresiva 1.800 m. se encuentra el primer

descargador de la obra de regulación e inmediatamente después se ubica la casilla de limnógrafo de la Estación homónima. El cauce posee 6 partidores automáticos y el resto de las tomas son con compuertas planas simples. No presenta ramales secundarios y de cada una de sus tomas salen directamente las hijuelas regadoras. Distribuye el riego en una amplia zona denominada La Correína y parte de Colonia Atuel Norte, al Sur del Distrito de Cañada Seca y el distrito de Salto de las Rosas.

Canal matriz Perrone

Este canal, también denominado Malvinas, capta su dotación con toma lateral sobre la margen derecha del río. La longitud total de este canal es de 5,11 Km., de los cuales 1,4 Km. se encuentran revestidos. Entre la sección de aforo con casilla limnimétrica y toma sobre el cauce se ubican dos descargadores de regulación al río, uno a 400 m. y otro a 4.600 m aguas abajo de la toma. Es de destacar el prolongado recorrido que realiza este canal hasta llegar a la zona de riego. La primer hijuela nace en la progresiva 7.500 m.

Canal matriz Babacci

La toma del Canal Matriz Babacci está ubicada sobre la margen izquierda del río, 35 Km. aguas abajo de la presa de Valle Grande. El sistema de regulación principal se encuentra 1.000 m aguas abajo de la toma. Es un descargador de hormigón en regular estado debido a sus fisuras. El sistema de compuertas esta formado por dos grupos, el primero de ellos consta de cuatro compuertas que alimentan al canal, y el segundo cuenta con tres compuertas que descargan los excedentes al río. Los principales canales secundarios nacen en partidores automáticos y sus ramas derivadas conducen el agua de riego desde el río Atuel hasta las importantes zonas frutícolas de las colonias Elena Colomer, La Llave Norte y Sur, Gelman y La Llave Nueva, con un recorrido de aproximadamente 25,8 Km., sin incluir ramas e hijuelas. Dentro del régimen de alimentación del Canal Babacci se observa a la altura de Salto de las Rosas la incorporación de las aguas del desagüe Espínola, último colector de la zona de Cañada Seca en el sistema de riego del Río Diamante.

Canal matriz Regueira

La toma de este canal se ubica en la margen izquierda del río a unos 36,5 Km. aguas abajo de la presa Valle Grande. En la progresiva 1.076 m. se encuentra la primer obra de regulación: un descargador al río de hormigón. Aguas abajo, en la progresiva 1077 m., se encuentra el segundo descargador e inmediatamente después se ubica la sección de aforo con escala y casilla de limnógrafo. Al recorrer 6,3 Km. se produce la primer entrega por compartó automático. En total cuenta con cuatro partidores de donde nacen las hijuelas principales. El cauce no tiene tramos revestidos y las márgenes están enrocadas y las pérdidas de conducción que se producen son a raíz de la gran longitud que poseen algunas de sus hijuelas regadoras.

Canal concesión Las Arabias

Este canal se origina sobre la margen derecha del río a la altura del paraje denominado Puente de Hierro, sobre la Ruta Provincial N° 179 que conduce a Las Malvinas. La toma es de tipo libre y se trata de un canal muy pequeño que riega una sola propiedad, con un desarrollo de 2 Km. y una capacidad de conducción mayor a 0,12 m³/s. Aproximadamente 650 m aguas abajo se ubica una sección de aforo con casilla limnimétrica.

Canal matriz Izuel

El canal nace a 5 Km. aguas abajo de la toma del Canal Las Arabias, sobre la margen izquierda. La obra tiene un azud construido en roca a lo ancho del lecho, con las márgenes estabilizadas también en roca, antes y después del azud. Este canal tiene una longitud de 42,4 Km. y se desarrolla paralelo al río. Posee cinco descargadores y a los 12,5 Km. se encuentra la sección de aforo con casilla limnimétrica.

Canal Jáuregui

Este canal se origina en la margen derecha del Río Atuel a 70,5 Km. aguas abajo de la presa Valle Grande. La obra es de hormigón y tiene 4,95 m. de ancho y muros de 2,20 m. de alto. Posee un recorrido total de 36,3 Km.; contiene toma directa, un azud construido en roca con las márgenes aguas arriba y abajo del punto de entrega estabilizadas también en roca, cuatro descargadores e inmediatamente después de estos, una sección de aforo con casilla limnimétrica. El desarrollo de la red de canales derivados del Jáuregui es bastante regular y sirve un área donde la red de riego se complementa con una red de desagües, imprescindible para mantener la explotación de los cultivos. La distribución del agua se efectúa mediante cinco compartos automáticos, mientras que el resto de las derivaciones nace en compuertas planas sobre el cauce.

Canal Atuel Sud

Este canal se origina en la margen derecha del Río Atuel, a 76,5 Km. aguas abajo de la presa Valle Grande, al noroeste de la Colonia López (Villa Atuel). Tiene toma libre y directa del río, y es uno de los cauces más extensos de la red pues la longitud aproximada del sistema primario y secundario es de 70,7 Km. No posee tramos revestidos y sirve un área de 10.400 Ha. El caudal ingresado es regulado mediante cuatro descargadores que atraviesan bañados y zonas bajas del lecho del río. En la progresiva 9.600 m. existe el primer compartó, 500 m. aguas abajo se encuentra el último descargador al río, y 50 m. después se encuentra la sección de aforo con la casilla limnimétrica. El segundo partidor de orificio, que entrega la dotación a la hijuela N° 2, se encuentra a 2000 m. aguas abajo de esta obra. En la misma dirección y a 2000 m. se encuentra el partidor donde nace la rama Algarrobo que domina el riego de la zona de Jaime Prats y finalmente, el cauce llega al partidor final, ubicado a 1500 m. aguas abajo del anterior.

Canal Real del Padre

Este canal se origina en la margen izquierda del río Atuel, a 75,5 Km. aguas abajo de la presa Valle Grande. El cauce riega la extensa zona de Real del Padre con un recorrido de 14,4 Km. aproximadamente, sin incluir la red interna de ramas e hijuelas. Posee una obra de toma controlada con siete compuertas y un descargador al río dotado de cuatro compuertas. Esta obra se halla prácticamente deteriorada en gran parte y actualmente existe un proyecto para reemplazarla. La red se desarrolla en cinco ramas denominadas del 1 al 5 y una directa. En la progresiva 7600 m. se encuentra el primer partidor automático que da origen a la Rama 1 y Bifani unificadas hacia la izquierda, y a la Rama Directa de la derecha. Hasta este punto son importantes las pérdidas que se producen por infiltraciones, dado que el canal se desarrolla a media ladera por terrenos arenosos, y la solera del canal se halla más elevada con respecto a los bañados del Atuel que llegan hasta el pie de la barranca donde se emplaza la obra.

Canal matriz Nuevo Alvear

Se origina en la presa derivadora Rincón del Indio. El canal matriz Nuevo Alvear y sus ramas derivadas suministran el agua de riego a una extensa zona del Departamento de General Alvear, la cual incluye las tierras aledañas a la ciudad de General Alvear, Alvear Oeste y Bowen. El suministro de agua para riego a toda esa área, cuya superficie tiene más de 31.000 Ha., se realiza por medio de una red de canales principales y secundarios cuya longitud es de 155,2 Km. La obra de toma está dispuesta sobre la margen izquierda que es antecedida por un desripiador y el ingreso del agua al canal matriz es regulado mediante compuertas planas. A 1400 m. aguas abajo del dique derivador se halla la sección de aforo del cauce. El revestimiento, que llega hasta la cámara desarenadora “La Olla”, tiene una longitud de 4,7 Km.

Canal matriz San Pedro del Atuel

Este canal posee una obra de toma ubicada a 119,5 Km. aguas abajo de la presa Valle Grande y riega una colonia situada en el extremo terminal del área de riego del Río Atuel cuya extensión es del orden de las 15.000 Ha. La obra es de tipo libre y el ingreso es regulado por dos compuertas planas

metálicas. Existe otro grupo de compuertas, cuatro en total, que en conjunto con un muro vertedero completa un azud derivador sobre el lecho del río. La derivación enfrenta una curva hasta la cual llega la rectificación del cauce del Río Atuel que se extiende desde el Rincón del Indio. La obra tuvo por objeto disminuir la longitud de recorrido y corregir factores de infiltración, evaporación y conseguir un efecto favorable con respecto a la salinización, al evitar que la nueva traza circunde por bañados y lagunas. A 2800 m., el cauce del canal matriz, llega a una antigua cámara compartida que posee un descargador al río. A partir de esta estructura se originan los principales canales, mediante salidas controladas por compuertas planas, los cauces son C₁, C₂ y Canal A₃. Este último es la continuación del matriz. A 2600 m aguas abajo se encuentra el partididor automático que deriva al Este el canal B₃, que sirve al Norte y centro de la localidad de Carmensa. A 1500 m. luego de atravesar las vías del ferrocarril se llega al partididor automático que da origen al Canal Empalme que es un cauce revestido en hormigón que domina el riego en la zona centro y Sur de la colonia. Tanto esta obra como las anteriores se encuentran en regular estado de conservación y muestran los efectos del contenido salino de los terrenos circundantes sobre el hormigón.

Canal marginal del Río Atuel

La obra del canal Marginal del Río Atuel está en ejecución en este momento. La canalización del río tiene como objetivos fundamentales reducir el grado de salinidad de sus aguas y las pérdidas por infiltración mediante el transporte y la distribución de las aguas que actualmente conduce el Río Atuel, desde la toma del Canal Izuel (San Rafael) hasta la localidad de Carmensa. El caudal máximo que podrá transportar este canal será de 55 m³/s para un caudal máximo erogado desde el embalse compensador Valle Grande de 70 m³/s. El canal Marginal correrá paralelamente al Río Atuel reemplazando las tomas libres de los canales Izuel, Jáuregui, Atuel Sud, Real del Padre, Nuevo Alvear y San Pedro, con un recorrido aproximado de 40 Km. Los cauces de estos canales constituyen las zonas más afectadas por el aporte de sales que el Río Atuel recibe en todo su recorrido. A esto se suma la escasa pendiente y los serios inconvenientes de drenaje que poseen los suelos. Esta obra permitirá una significativa recomposición del sector productivo al beneficiar alrededor de 70.000 Ha. bajo riego en San Rafael y General Alvear. Asimismo esta última localidad se verá favorecida del posible suministro de agua potable.

5.3. Otras obras

Acueducto Punta de Agua-Santa Isabel-Algarrobo del Águila

Este acueducto nace al pie del cerro “El Nevado”, en el Arroyo Punta de Agua, provincia de Mendoza, que es parte integrante de la Cuenca del río Atuel, aunque no es afluente del mismo. En su recorrido abastece de agua para uso humano a la localidad Cochicó, perteneciente a la provincia de Mendoza y desde allí, ya ingresando a la provincia de La Pampa, a las localidades Santa Isabel (Departamento Chalileo) y Algarrobo del Águila (Departamento Chical Co). La longitud total que posee este acueducto es de 191,5 Km. El caudal derivado desde Punta de Agua es de 103,5 m³/h, siendo el caudal de diseño a Cochicó de 13,5 m³/h y a Santa Isabel y Algarrobo del Águila de 90 m³/h. Esta obra comenzó a funcionar en el año 1996.

5.4. Bibliografía

Documentos consultados

Cotta, Roberto D.; 1980 Estudio de investigación hidráulica de la Cuenca del Río Atuel. Serie El Río Atuel es Interprovincial. Tomo IV, Administración Provincial del Agua de La Pampa. 88 p. Ed. Extra, Santa Rosa, La Pampa.

Administración Provincial del Agua (A.P.A); 2005. Operación y Mantenimiento de los Acueductos: “Punta de Agua – Santa Isabel – Algarrobo del Águila” y Agua de Torres – La Humada. Departamento de Estudios y Proyectos de la Administración Provincial del Agua (A.P.A). Inédito.

Bertolotto, J. (comp.); 2001. Estudios Ambientales de Base – Zona Centro – Provincia de La Pampa. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo de Asistencia Técnica al Sector Minero Argentino (PASMA). Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) – Universidad Nacional de La Pampa; Santa Rosa, La Pampa.

Recursos de Internet

Maccari L.; 2004. Proyecto de Fortalecimiento Institucional, Entidad de Programación del Desarrollo Agropecuario. Programas de Servicios Agrícolas Provinciales - PROSAP – SAGP Y A – BIRF – BID. Jurisdicción SAGP Y A – UEC. Provincia de Mendoza. [http: www.bancomundial.org.ar](http://www.bancomundial.org.ar).

[http: www.energia.mecon.gov.ar](http://www.energia.mecon.gov.ar). Secretaria de Energía de la Nación.

[http: www.obras.elbaqueano.org](http://www.obras.elbaqueano.org) . Sitio de San Rafael, Mendoza, Argentina.

[http: www.obraspublicas.gov.ar](http://www.obraspublicas.gov.ar). Secretaría de Obras Públicas de la Nación.

[http: www.orsep.gov.ar](http://www.orsep.gov.ar). Organismo Regulador de Seguridad de Presas.

PARTE B: DESCRIPCIÓN DEL CURSO INFERIOR DEL RÍO ATUEL

CAPÍTULO 6: Características geomorfológicas y sedimento -pedológicas

Dr. Marcelo A. ZÁRATE

Lic. Juan URRUTIA

Alumno Rolando LANZILLOTTA

Alumno Adriana MEHL

6. Características geomorfológicas y sedimento-pedológicas

6.1. Introducción

El área de los bañados del Atuel de la provincia de la Pampa constituye la porción distal de la cuenca inferior del mencionado curso. El sector ha sido objeto de varios informes técnicos con finalidades diversas que incluyen estudios sobre las características de los suelos y sus aptitudes, mapeos de índole geomorfológica e identificación de materiales sedimentarios; análisis parciales de la red de escurrimiento superficial y subterráneo.

Considerando los cambios sustanciales de la dinámica fluvial que han ocurrido en este sector de la cuenca, a partir de las obras de retención en la cuenca media, el propósito de este capítulo está destinado a la caracterización del curso inferior del río Atuel en la Provincia de la Pampa a fin de reconstruir la historia reciente del sistema. La información proporcionada es original y se ha generado en su totalidad durante el desarrollo de los presentes estudios. Los resultados y las inferencias derivadas constituyen una aproximación preliminar a la problemática de los bañados del Atuel que debe profundizarse con investigaciones detalladas en el futuro.

En la propuesta de actividades presentada oportunamente se había planeado *a priori* la identificación y mapeo de unidades biogeomorfológicas. Este planteamiento se basó en una hipótesis de trabajo, las asociaciones de vegetación responden a las diferencias existentes entre unidades geomorfológicas de distinta edad. Así, se esperaba utilizar la vegetación como indicador, dado el escaso relieve y el bajo grado de resolución de la base topográfica existente. Sin embargo, los resultados obtenidos, no permitieron la caracterización de unidades biogeomorfológicas, sino geomorfológicas. La existencia de litología relativamente similares entre distintas unidades de paisaje, explicaría la existencia de límites de unidades de vegetación transgresivos con respecto a las geoformas identificadas.

6.2. Objetivos

Los objetivos generales del estudio han sido en primer lugar efectuar una reconstrucción histórica del sistema fluvial del Atuel en el ámbito de la provincia de la Pampa durante las últimas centurias y particularmente durante el siglo XX y en segundo término llevar a cabo una evaluación de la dinámica fluvial.

Para el logro de los objetivos generales señalados se plantearon como objetivos particulares la caracterización geológica y geomorfológica general del subambiente de los bañados del Atuel en el ámbito de la provincia de la Pampa, así como en la identificación y descripción de los materiales sedimentarios y la inferencia genética resultante.

La finalidad de los objetivos propuestos y el plan de actividades desarrollado para su consecución, ha sido la identificación de unidades geomorfológicas, es decir unidades de paisaje (geoformas). A partir de las características observadas (morfología, composición litológica y la génesis inferida) se analizó la influencia probable de episodios de inundación durante el período de análisis.

6.3. Alcances y limitaciones

El trabajo realizado ha sido de escala prospectivo-exploratoria y permitió efectuar un diagnóstico preliminar del área de estudio. Si bien existen antecedentes técnicos de trabajos previos, los objetivos contemplados en la aproximación utilizada en este informe no hacen factible la extrapolación directa de aquellos, sino su consideración general.

Las inferencias e interpretaciones sobre la cronología relativa de las unidades identificadas son tentativas y están sujetas a ajustes y calibraciones futuras para lograr una reconstrucción histórica adecuada.

6.4. Metodología

La metodología empleada incluyó una etapa de gabinete y otra de campo. Las tareas de gabinete consistieron en el análisis de la información édita e inédita sobre aspectos geológicos, geomorfológicos y pedológicos. Se realizaron, además, la lectura y la interpretación de imágenes satelitales (fecha: 10 de diciembre de 2004, LANDSAT 7, combinación de bandas 7 (rojo), 5 (verde) y 3 (azul), así como la fotointerpretación de fotografías aéreas (escala 1:35000, Año 1968, recorridos 312 a 344) de la Dirección General de Catastro de la Provincia de la Pampa.

A partir de la fotointerpretación se confeccionó un mapa de fotounidades (se consideraron las diferencias de tono, textura y relieve). Con tal finalidad las fotounidades se dibujaron en planchas de acetato y se realizó un fotomosaico temporario. Para el análisis se emplearon un estereoscopio de bolsillo y otro de espejos.

En una etapa posterior, se confeccionó sobre la base del mapa de fotounidades, las observaciones, los ajustes de campo y el análisis de las imágenes satelitales, un mapa geomorfológico a escala 1:50.000. Para ello los acetatos se geo-referenciaron y se digitalizaron.

Las tareas de campo se realizaron en dos viajes a la zona de los bañados del Atuel comprendida entre el paralelo 36° al Norte y las inmediaciones de Arbol de la Esperanza al Sur. Hacia el Este, al Norte de Santa Isabel, se extendieron hasta el borde occidental del campo de médanos que limita el Atuel al Norte de Santa Isabel y el río Salado hacia el Sur de dicha localidad. Hacia el Oeste se analizaron algunos sectores hasta la escarpa de los afloramientos terciarios.

Los viajes se efectuaron entre el 4 y el 8 de abril y entre el 14 y el 17 de junio de 2005; y en el transcurso de los mismos se tuvo oportunidad de efectuar observaciones del sistema fluvial en dos situaciones diferentes. En el primer caso (4 -8 de abril) sin evidencias de escurrimiento superficial; en el segundo (14-17 de junio) entre 10 y 15 días después de haber llegado los primeros caudales al área. En estos dos viajes se realizaron observaciones y descripción de sondeos y calicatas someras en 50 puntos de control establecidos durante el análisis de gabinete para la caracterización de suelos y sedimentos. Se efectuó también el ajuste y el examen de campo de las fotounidades identificadas, de las unidades geomorfológicas inferidas y el análisis e interpretación de las imágenes satelitales.

6.5. Resultados

Con la información recopilada, las observaciones de campo y las descripciones de los perfiles ejecutados se realizó una caracterización general del paisaje. Como resultado el área analizada se dividió en tres dominios geomorfológicos principales. Se los denominó informalmente eólico, fluvial y de remoción en masa de acuerdo con la acción del proceso geomorfológico predominante (Ver Tabla 6.1). Las unidades geomorfológicas que integran los dominios, se denominaron según la geoforma más característica (mayor extensión areal y frecuencia). Las densidades de vegetación se describen en términos relativos (mayor densidad, menor densidad) por comparación entre las unidades diferenciadas.

6.5.1. Dominio eólico

Comprende la unidad *médanos longitudinales* y *campos de médanos*

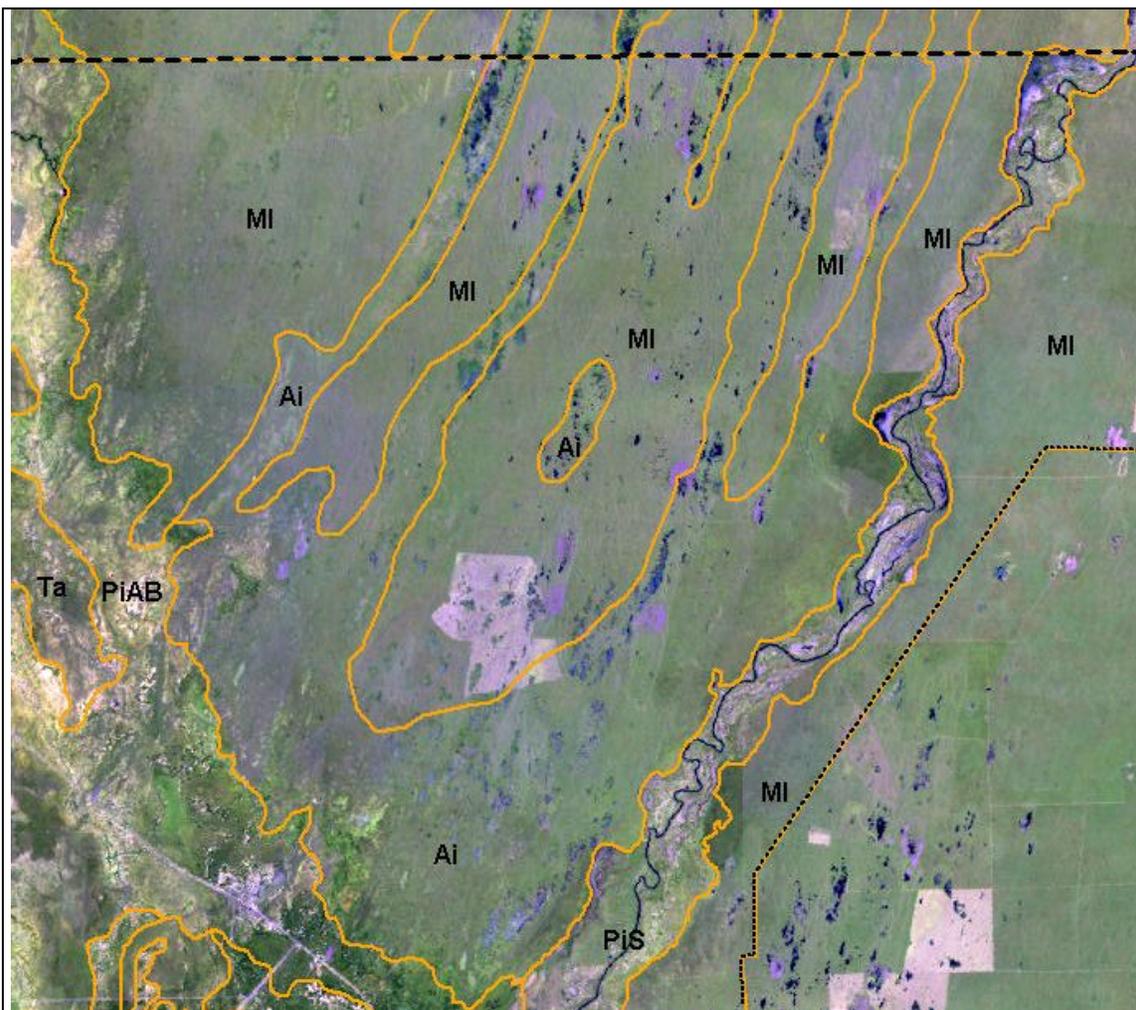


Fig. 6.1. Dominio eólico entre los ríos Atuel y Salado.

Leyenda de las Fig. 6.1.a 6.5 y mapa. PiAB, planicie de inundación Atuel-Butaló, PiLB Planicie de inundación A. de la Barda, PiS planicie de inundación Río Salado. T. talud; Ta, terraza alta Ai área intermédanos, MI, médano longitudinal, Tb, terraza baja; Ar, Afloramiento rocoso, M; médano, Tbce, terraza baja con cubierta eólica, Ba bañado activo, C, cauce, Ca cauce abandonado, Cd, canal de descarga, L, laguna, Dp, depresiones pandas.

Se extienden en el sector Noreste del dominio fluvial del sistema del Atuel. Las geformas dominantes son médanos longitudinales de unos 3 Km. de longitud de orientación NNE-SSO; las áreas intermedanasas exhiben rasgos de drenaje deficiente; constituirían vías de escurrimiento superficial SSO, hacia el Atuel; se comportarían como tributarios menores de éste de las aguas de lluvia que se infiltran en el sistema de médanos (Fig 6.1.); el límite con el dominio geomorfológico fluvial es claro, gradando de un dominio a otro en tramos de unos 50-100 m.; en el campo está representado por una faja de mantos de arena y médanos con hoyas de deflación en el sur (ejemplo, alrededores de Santa Isabel) y médanos longitudinales en el Norte (límite con Mendoza, punto de observación 75). El interfluvio con el sistema del río Salado se ubicaría en el médano longitudinal más oriental y próximo al curso mencionado en último término.

Hacia el Este del río Salado se extiende una franja de campos de médanos, sin patrón discernible en la imagen que hacia el Este grada al sistema de médanos longitudinales. En esta área no se efectuaron inspecciones de campo. Cabe aclarar que estudios recientes, indican que estos médanos descriptos como longitudinales presentan un perfil transversal asimétrico; esto señalaría que son formas de acumulación transversales a la dirección del viento o bien médanos longitudinales reactivados posteriormente (Szelagowsky, 2003).

6.5.2. Dominio de procesos de remoción en masa

Comprende el sector más occidental elaborado a partir de la erosión de la planicie estructural de afloramientos miocenos (Formación Cerro Azul); en escala de detalle constituye un ambiente de piedemonte de dimensiones reducidas surcado por una red de cursos efímeros con episodios de flujos (flujos de detritos y probablemente flujos de barro). Estos afectan a la localidad de Algarrobo del Aguila. El proceso de erosión retrocedente del frente de afloramientos terciarios ha exhumado afloramientos permotriásicos que forman parte de un nivel de aplanación, quizás del Mesozoico o Cenozoico temprano. Presenta una cubierta delgada de depósitos eólicos (arenas finas) edafizados con niveles de brecha.

6.5.3. Dominio fluvial

Corresponde al área vinculada con la dinámica de los sistemas fluviales del Atuel y del río Salado. En algunos sectores, la acción del proceso eólico ha sido significativa en la etapa de evolución final del relieve, originando la morfología superficial actual. El dominio fluvial comprende dos unidades geomorfológicas principales

a. Terrazas aluviales con cubierta de médanos y mantos de arena

Abarca un sector relativamente amplio, entre los arroyos de la Barda y Butaló y entre el Butaló y el brazo más oriental del Atuel. Las observaciones de campo permitieron examinar la morfología superficial; los sondeos y calicatas posibilitaron caracterizar los 0.50m–1.0 m superiores de los materiales sedimentarios que la conforman.

Dominio	Unidad geomorfológica	Subunidad geomorfológica	Litología-suelos
Eólico	-médanos longitudinales y mantos de arena -áreas interdunas	mantos de arena hoyas de deflación	arenas finas entisoles (Psammets)
Remoción en Masa	talud de erosión con cubierta eólica	-pedimentos -relictos de superficie de aplanación -canales efímeros	-cubierta eólica de arenas finas -depósitos de brechas (flujos de detritos) y arenas brechosas (flujos de barro?) - riolitas Pm-Triásicas
Fluvial	terrazas aluviales con cubierta de médanos y mantos de arena	al menos dos sistemas de terrazas de distinta antigüedad relativa	mantos de arena fina y médano en superficie (entisoles)
	planicie de inundación	cauce canales de descarga bañados lagunas	suelos hidromórficos desarrollados en depósitos aluviales
		médanos depressiones pandas con encharcamientos, paleocanales	entisoles en médanos; suelos hidromórficos con horizonte calcáreo/yeso

Tabla 6.1. Dominios, unidades y subunidades geomorfológicas

Desde el punto de vista de los procesos fluviales, exhiben evidencias de estabilidad superficial; en sectores donde ha habido desmonte o caminos, hay reactivación eólica moderada con deflación.

Al identificarse como terrazas suponen planicies de inundación del pasado geológico del sistema fluvial, no afectadas por los episodios de inundación de la dinámica actual. Esta unidad geomorfológica incluye, por lo menos, dos sistemas diferentes de terrazas de distinta antigüedad relativa. La terraza de mayor antigüedad relativa, de acuerdo con su altura relativa, está comprendida entre los arroyos de la Barda y Butaló (ver Fig. 6.2); incluiría también sectores entre éste y el brazo del Atuel. Está cubierta por un manto eólico de arenas finas (manto de arena y médanos) con potencias superiores a los 2 metros. Cabe aclarar que en este caso se ha supuesto la existencia de depósitos aluviales en profundidad según los informes de trabajos previos en el área (Urbiztondo, 1984). La cubierta de vegetación es densa, de porte arbóreo (Fotos 1a y b).



Fig. 6.2. Terrazas aluviales y planicies de inundación de los arroyos de la Barda y Butaló



Foto 1 a. punto de control 91, vegetación arbórea en terraza alta con cubierta de médanos



Foto 1b. punto de control 91, perfil de suelo (entisol)

Hacia el S-SE de Santa Isabel se extiende otro sistema de terrazas de menor antigüedad, a juzgar por la menor altura topográfica relativa que exhibe límites transicionales y más bien difusos; está atravesado por canales actualmente inactivos del río Atuel. Hay una cubierta eólica de poco espesor (<0.50 m) que determina un microrrelieve ondulado. Hacia el Oeste, a lo largo del camino a la Puntilla, la cubierta eólica adquiere progresivamente mayor desarrollo hasta formar sistemas de médanos conspicuos antes de llegar a la planicie de inundación del A. Butaló. Exhibe evidencias de estabilidad superficial, los suelos están moderadamente bien estructurados con rasgos morfológicos de drenaje interno bueno. La cubierta de vegetación es densa y de porte arbóreo.

Las áreas bajas de esta geofoma, tales como paleocanales, depresiones excavadas por deflación, podrían ser afectadas por el ascenso de la capa freática que inundaría los relieves negativos de las terrazas, particularmente, aquellos de la que se supone de menor antigüedad relativa y por lo tanto más próxima al nivel de la llanura de inundación actual. Sería el caso de la zona de terraza aluvial próxima a Santa Isabel, citada en la pericia de Ruiz Huidobro et al. , (1984).

En el extremo austral del área analizada se ubica otro amplio sector de terraza aluvial con manto de arena y médanos; el relieve está dominado por geofomas eólicas de acumulación con alturas relativas de hasta 1.5-2 m.; también, de acuerdo con los antecedentes de trabajos previos y el contexto geomorfológico general, se ha supuesto la existencia de depósitos aluviales en profundidad. No es posible inferir si corresponden a alguno de los sistemas de terrazas antes descrito o representa otro sistema distinto. “A priori” se plantearía una mayor antigüedad relativa en relación con el sistema de terrazas cercano a Santa Isabel sobre la base de la diferencia altimétrica con la planicie de inundación actual que parece algo mayor y el mayor desarrollo de la cubierta eólica.

Para los fines de la evaluación efectuada, el aspecto relevante de las terrazas aluviales es no estar afectadas por los episodios de inundación del sistema fluvial del Atuel, inclusive antes de las modificaciones antrópicas en la cuenca.

No hay evidencias disponibles que permitan ajustar las edades de las terrazas y tampoco correlacionarlas. En términos hipotéticos, contrastables en el futuro con dataciones numéricas (i.e. radiocarbónicas), las más recientes (por ejemplo en las cercanías de Santa Isabel) quizás sean anteriores al Holoceno más tardío (últimos 500-1000 años).

b. Planicie de inundación

La planicie de inundación constituye la unidad geomorfológica de mayor importancia relativa en función de los objetivos propuestos; incluye unidades geomorfológicas de menor jerarquía espacial. Con fines prácticos, para el objetivo del trabajo, se han agrupado en dos asociaciones de unidades geomorfológicas, de acuerdo con las características del drenaje superficial:

a-asociación de unidades geomorfológicas con evidencias de escurrimiento superficial activo; incluye lagunas, áreas de bañados, cauces, canales de descarga. Se han definido sobre la base de evidencias obtenidas en el análisis de fotografías aéreas, imágenes satelitales, y las observaciones de campo, que señalan la circulación de agua en el lapso de los últimos 2-3 años (Ver Fig. 6.3). El control cronológico de los acontecimientos recientes (por ejemplo, último año, últimos dos años, fechas de episodios de inundación), se ha basado en el testimonio de pobladores.

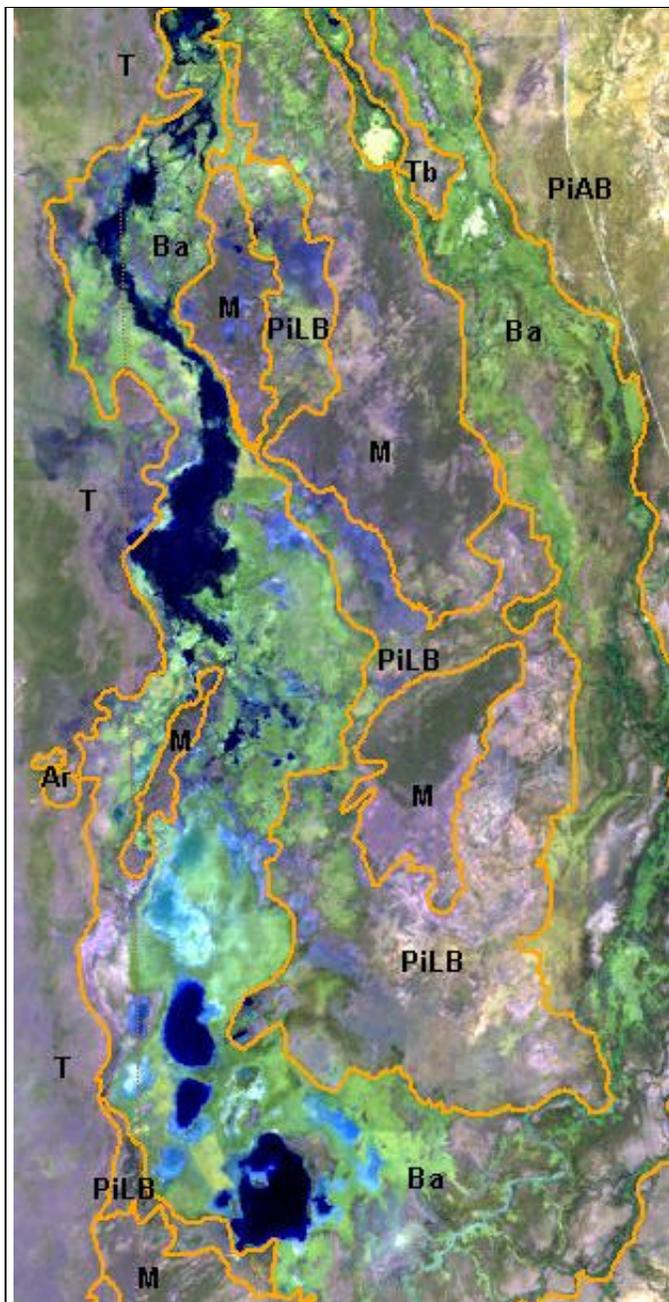
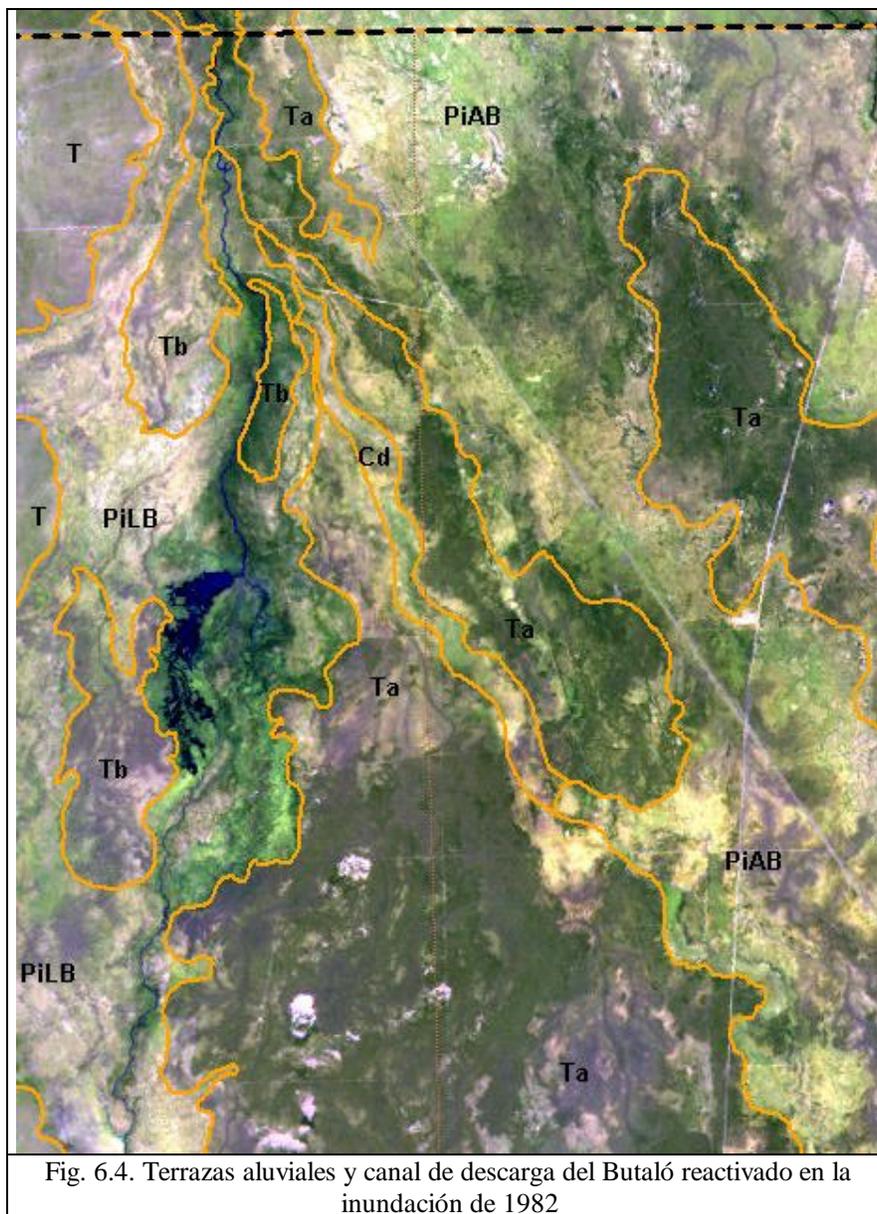


Fig.6.3. Planicie de inundación del arroyo de la Barda, lagunas, cauce y bañados con escurrimiento superficial *activo*

Abarca el subsistema fluvial del arroyo de la Barda. Las unidades geomorfológicas diferenciadas en las condiciones actuales tienen las siguientes características:

Los cauces, excavados en el sustrato aluvial, transportan material sedimentario de lecho de tamaño arena (cauce del arroyo de la Barda en el tramo de la Puntilla, o Puesto Ugalde, por ejemplo); están desprovistos de vegetación; las profundidades máximas son de 4-5 m. (Arroyo de la Barda).

Los canales de descarga son de fondo plano con vegetación higrófila, en general muy pandos, con alta relación ancho/profundidad, el sustrato está representado por suelos con horizontes A castaño oscuros, con signos de alto grado de bioturbación, en general alcalinos. Son muy comunes en el sector de planicie de inundación entre Algarrobo del Aguila y Paso de los Algarrobos.



Las lagunas, Uncal y las que están hacia el Sur se sitúan en el extremo oeste del sistema del arroyo de la Barda. Se efectuaron observaciones y descripción de perfiles en la laguna de Uncal; en las actuales condiciones de drenaje constituye un cuerpo de agua temporario; en la inspección de abril de 2005 aún conservaba un espejo de agua de pocos cm., restringida a su sector central; en la de junio, estaba totalmente seca. El perfil transversal es asimétrico; la margen oriental es acantilada lo que sugiere la acción de vientos del cuadrante oeste que deflacionan el fondo cuando está seca. El perfil de la

barranca está compuesto por arenas finas y restos de caracoles dulceacuícolas; en algunos estratos dominan los restos de caracoles; la playa actual está formada exclusivamente por conchillas.

Los bañados comprenden áreas donde la profundidad del cauce disminuye ostensiblemente (< 1 m.), la sección de cauce se incrementa e inunda las zonas aledañas; la profundidad de agua es muy somera; presentan cubierta de vegetación discontinua.

b - asociación de unidades geomorfológicas con evidencias de escurrimiento superficial inactivo; comprende la planicie aluvial del sistema fluvial. Abarca las llanuras de inundación de los subsistemas de los arroyos de la Barda, Butaló y el brazo oriental del Atuel. En términos cronológicos la planicie probablemente fue activa episódicamente (durante eventos de gran magnitud) con anterioridad ya sea a las modificaciones antrópicas introducidas en la cuenca alta, así como a las modificaciones naturales/artificiales del drenaje (por ejemplo, desvío en 1809 del Diamante).

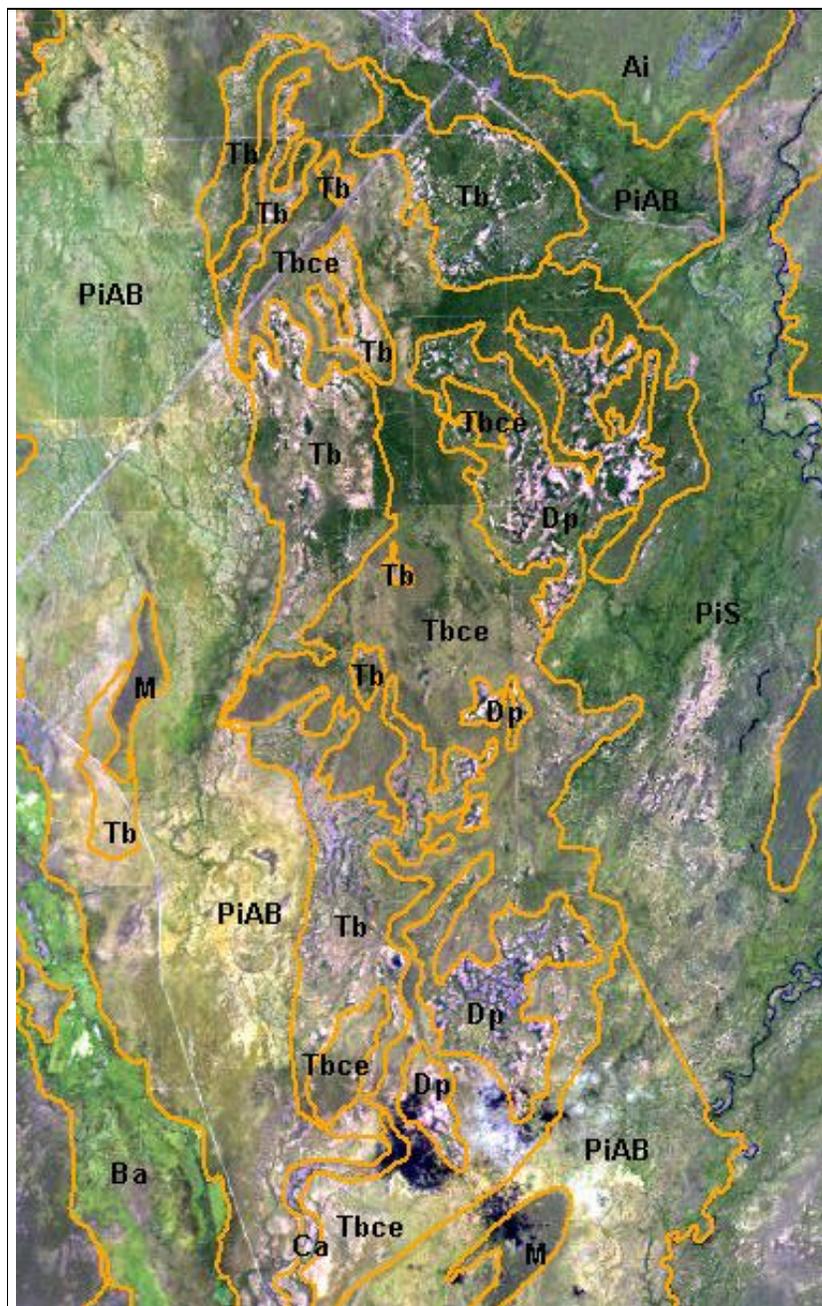


Fig. 6.5. Planicie de inundación del arroyo Butaló. Hacia el centro terraza aluvial baja con depresiones pandas con encharcamiento

La extensión areal de esta unidad se correspondería con las descripciones históricas del área abarcada por los “bañados del Atuel”. Considerando la dimensión del sistema fluvial y las descargas generadas es probable que haya sido funcional con muy alta frecuencia. En la actualidad, la planicie de inundación permanece inactiva como consecuencia de la sustancial reducción del caudal por las modificaciones antrópicas. Comprende varias unidades geomorfológicas de menor jerarquía espacial: depresiones pandas con encharcamiento superficial; canales fluviales abandonados, médanos.

Las depresiones pandas con encharcamiento superficial podrían corresponder a sectores de canales inactivos, desdibujados por deflación; presentan drenaje deficiente con suelos hidromórficos; aparentemente son áreas inundables, de transitabilidad restringida durante episodios de precipitación. Esta condición de drenaje deficiente es favorecida por la existencia de sustratos de permeabilidad restringida (limo arcillosos). En el campo conforman ambientes de vegetación poco densa, halófila, con patrón de distribución en parches, la cobertura es inferior al 20% (Ver Fotos 2 a y b). Es probable que sean sectores afectados por el ascenso de la capa freática.



Foto 2a, punto de control 102. Depresión panda con jumes en terraza aluvial baja



Foto 2b, punto de control 102 perfil estratigráfico, alternancia de niveles arcillosos y limo-arcillosos., suelo hidromórfico con evidencias de encharcamiento.

Los canales fluviales abandonados son evidentes en las fotografías aéreas por los cambios de tono y textura así como en las imágenes; indican sustratos con mayor contenido relativo de humedad. Existen dos tipos principales, los de expresión morfológica atenuada y los cauces profundos excavados en el sustrato aluvial. Los primeros probablemente se hayan colmatado en gran parte por sedimentos; en el segundo caso se menciona como ejemplo, por su importancia, la existencia de un canal en la planicie de inundación del Butaló, claramente observable en las imágenes satelitales y fotografías aéreas. Se inspeccionó durante los trabajos de campo y se efectuaron observaciones, perfiles y sondeos (punto de control 94) (Ver Fig. 6.4 y 6.5). Tiene una profundidad de hasta 4 m. en algunos tramos; se encontraron en superficie restos óseos de peces (carpas, *Cyprinus carpio*) (Ver Fotos 3 a y b). Las evidencias mencionadas señalan que el canal ha sido activo muy recientemente.



Foto 3 a punto de control 94, canal de descarga planicie aluvial del A. Butaló



Foto 3 b Restos óseos de peces en la superficie del canal de descarga. Punto 94

Cabe consignar que el sector al que se hace referencia sería una parte del área de la Colonia Butaló; en un médano situado a unos 50 metros del punto de control 94 se encontraron por indicación del señor Lucero, poblador del lugar, extensos basurales (restos óseos, fragmentos de vidrio, cerámica contemporánea). Según su testimonio son los restos de una de las viviendas de la colonia Butaló a comienzos del siglo XX. También mencionó haber encontrado utensilios en las inmediaciones, en la actualidad totalmente cubiertas por una cubierta de vegetación de porte arbóreo de mayor densidad.

Aguas abajo del punto antes mencionado en la misma unidad geomorfológica se realizó la observación del punto de control 89 (Ver Fotos 4 a y b). El registro estratigráfico está conformado por una unidad superior de arenas finas, macizas, con restos de planórbidos, sin rasgos de reorganización pedogenética evidente, excepto la presencia de raíces; en términos pedológicos consiste de un horizonte C, sustrato de la cubierta de vegetación (chilcas). Apoya en discordancia sobre un suelo enterrado del que se observó su parte más superior correspondiente a un horizonte A. Un perfil de características semejantes se identificó en el punto de control 38, situado aguas abajo en la misma unidad geomorfológica.



Foto 4 a punto de control 89, planicie aluvial del Arroyo Butaló

Foto 4 b. Perfil estratigráfico, arenas con planórbidos y suelo enterrado (se)

De acuerdo con los testimonios del poblador señor Lucero, el canal fue activo durante la inundación de 1982-1983. Asimismo, los rasgos del depósito superior de arena en los puntos de control 38 y 89, así como su localización geomorfológica, sugieren que estaría vinculado con este mismo episodio de inundación. Los restos de peces estarían relacionados con este episodio.

Los depósitos eólicos existentes en la planicie de inundación suelen exhibir morfología de médanos de tipo longitudinal en algunos casos de hasta 3 metros de altura relativa o bien de mantos de arena y médanos de topografía ondulada y distribución extensa. Suelen presentar un patrón de distribución hacia el este de las de las áreas de escurrimiento activo. Esto sugiere que se habrían formado a partir de la deflación de las áreas de escurrimiento activo por acción de vientos del cuadrante oeste.

6.5.4. Descripción de sedimentos y suelos

Las propiedades litológicas de sedimentos y suelos se describieron en gabinete. La textura se determinó al tacto; el color de acuerdo con la tabla Munsell; se efectuó una semicuantificación de la abundancia relativa de propiedades morfológicas (Tablas 6.2., 6.3, 6.4, y 6.5).

La descripción de perfiles naturales, sondeos y calicatas someras señala que los depósitos aluviales consisten mayormente de materiales finos, arenas finas limosas y limos arcillosos. Sólo en el arroyo de la Barda, se encontraron clastos aislados en superficie o en el cauce, de tamaño grava, compuestos por riolitas y rocas afaníticas oscuras cuya procedencia se relaciona con los afloramientos existentes en la ladera occidental del sistema (talud de erosión); ocasionalmente se encontraron clastos de pumiscitas de hasta 3 cm. en el cauce del arroyo de la Barda y en depósitos medianosos cercanos.

Estudio para la determinación del caudal mínimo necesario para el reestablecimiento del sistema ecológico fluvial en el curso inferior del río Atuel

Punto de control	Prof. (cm)	Color		Tex.	Est.	Conc/Nod.	Nód. Fe/Mn	Moteados	Raices	HCl(10%)	Observaciones
		Seco	Húmedo								
68 a	0-33	gris claro 10YR 7/2	castaño oscuro / castaño 10YR 4/3	AF	BS	X	-	-	XX	XX	horizonte òcrico
	33+	blanco 10YR 8/2	castaño pálido 10YR 6/3	AF	BA	XX	X	X	X	XX	
68 b	0-20	gris castaño claro 10YR 6/2	castaño pálido 10YR 6/3	AM	GS	-	-	-	XX	XX	caracoles X
	20+	gris claro 10YR 7/2	castaño pálido 10YR 6/3	AF/M	BA	XXX	-	XX	X	XX	caracoles X
67a	0-67+	castaño 10YR 5/3	castaño grisáceo 10YR 5/2	AM/F	GS	-	-	-	X	X	-
67 b	0-30	gris castaño claro 10YR 6/2	gris castaño claro 10YR 6/2	AF	BA	X	-	-	X	X	-
	30+	blanco 10YR 8/2	blanco 10YR 8/2	AL	BS	XXX	XX	-	X	XX	-
65	0-15	gris castaño claro 10YR 6/2	castaño oscuro / castaño 10YR 4/3	AF	BS	X	-	-	X	XX	-
	15-33	gris claro 10YR 7/2	gris castaño claro 10YR 6/2	AF	BS	XX	-	-	XX	XX	-
	33-42	gris claro 10YR 7/1	castaño pálido 10YR 6/3	AL	BS	XX	-	-	X	XXX	-
3	0-5	gris claro 10YR 7/1	castaño oscuro 10YR 3/3	LA	BA	XXX	-	X	XX	XXX	-
	5-12	blanco 10YR 8/1	castaño 10YR 5/3	L	BS	XX	-	X	-	XXX	bioturbado
	12-20	blanco 10YR 8/1	castaño 10YR 5/3	L	BA	XX	-	-	-	XXX	bioturbado
	20-34	gris 10YR 6/1	gris 10YR 5/1	AL	BA	XXX	-	XXX	X	XXX	bioturbado
	34+	gris 10YR 6/1	gris 10YR 5/1	L	BA	XXX	-	XX	-	XXX	bioturbado
69	0-36+	gris castaño claro 10YR 6/2	castaño 10YR 5/3	AF	GS	X / XX	-	-	X	X	-
20	0-8	gris 10YR 5/1	castaño grisáceo oscuro 10YR 4/2	AMF	BA	XX	X	X	XXXX	XXX	caracoles XX
	8-15	blanco 10YR 8/1	gris castaño claro 10YR 6/2	LA	BA	-	-	-	XX	XXX	carac. XXX, lím.bioturb
	15-35	gris 10YR 6/1	gris 10YR 5/1	L	BA	XX	XX	XX	X	X	-

Tabla 6.2: Propiedades litológicas y morfológicas de suelos y sedimentos en los puntos de control. Textura (Tex): Arena gruesa (AG), arena media (AM), arena fina (AF), arena media fina (AMF), arena fina limosa (AFL), arena limosa (AL), limo (L), limo grueso (LG), limo arenoso (LA), limo arcilloso (La), arcilla (a), arcilla limosa (aL). Estructura (Est): bloques angulares (BA), bloques subangulares (BS), bloques redondeados (BR), grano suelto (GS), laminar. Abundancia relativa de nódulos/concreciones, nódulos de Hierro / Manganese (Fe / Mn), moteados, caracoles y raíces: nula (-), escasa (X), moderada (XX), abundante (XXX). Reacción al HCL (10%): nula (-), débil (X), moderada (XX), fuerte (XXX), materia orgánica (MO).

Estudio para la determinación del caudal mínimo necesario para el reestablecimiento del sistema ecológico fluvial en el curso inferior del río Atuel

Punto de control	Prof. (cm)	Color		Tex.	Est.	Conc/Nod.	Nód. Fe/Mn	Moteados	Raíces	HCl(10%)	Observaciones
		Seco	Húmedo								
21	0-20	gris claro 10YR 7/1	gris muy oscuro 10YR 3/1	L	BA	XX	XX	XX	XXX	XXX	Caracoles XX
	20-34+	gris 10YR 5/1	castaño grisáceo 10YR 5/2	L	BA	XXX	-	-	XX	XXX	Caracoles XX
22	0-32+	blanco 10YR 8/2	gris claro 10YR 7/2	LA	BA	XX	-	-	XX	X	-
23	0-8	gris 10YR 6/1	gris muy oscuro 10YR 3/1	LA	BA	XX	-	-	XXX	XXX	Caracoles XX
	10-13	gris claro 10YR 7/1	castaño grisáceo 10YR 5/2	La	BA	XX	-	-	XXX	XXX	MO. Abundante
	20-28	gris claro 10YR 7/1	gris oscuro 10YR 4/1	L	BA	XX	-	-	XX	XXX	Carac. xxx, nivel MO.
	28-42	gris 10YR 6/1	gris oscuro 10YR 4/1	La	BA	XXX	X	X	X	XXX	Carac., suelo enterrado
73	1	gris claro 10YR 7/2	castaño 10YR 5/3	AF	BA	-	-	-	-	XXX	Caracoles XXX
	2	gris claro 10YR 7/1	castaño grisáceo oscuro 10YR 4/2	AF	BS	-	-	XX / X	-	XXX	Caracoles XXX
	3	blanco 10YR 8/1	gris 10YR 5/1	L	BS	XXX	-	-	-	XXX	-
19	-	gris 10YR 6/1	gris muy oscuro 10YR 3/1	L	BS	-	-	-	XX	XX	-
18	0-2	gris castaño claro 10YR 6/2	castaño oscuro 10YR 3/3	AF	LAMINAR	-	-	-	-	X	-
	2-5	gris claro 10YR 7/2	castaño pálido 10YR 6/3	L	BS	-	-	-	-	X	-
	5-40	castaño muy pálido 10YR 7/3	castaño oscuro / castaño 10YR 4/3	L	BA	XX	-	-	X	X	-
16	0-22	blanco 10YR 8/2	castaño pálido 10YR 6/3	LA	BS	X	-	-	X	X	-
	22-40	blanco 10YR 8/2	castaño amarillento claro 10YR 6/4	LA	BS	X	-	-	-	X	-
14 a	0-40+	gris oscuro 10YR 4/1	negro 7.5YR 2/0	L	BA	XX	-	-	XX	XX	Color: oscuro
14 b	0-28+	blanco 10YR 8/2	gris claro 10YR 7/2	LA	BS	XX	-	X	-	XX	Cementado
13	0-25	gris castaño claro 10YR 6/2	castaño 10YR 5/3	A	BA	X	-	X	XX	X	-
	25-50+	gris castaño claro 10YR 6/2	castaño pálido 10YR 6/3	AFM	GS	-	-	-	-	-	-
12	0-18	gris claro 10YR 7/2	gris claro 10YR 7/2	AF	BA	XX	-	XXX	X	-	Sulfatos
	18-33	gris castaño claro 10YR 6/2	castaño amarillento 10YR 5/4	AMF	BA	X	-	XX	X	-	Sulfatos
	33-42+	castaño pálido 10YR 6/3	castaño amarillento 10YR 5/4	AF	BS	X	-	XX	-	-	Sulfatos, color rojizo
36	0-25	castaño grisáceo 10YR 5/2	castaño grisáceo 10YR 5/2	AF	BS	X	-	-	XXX	XXX	Raíces que limitan bloques
	25-48	castaño 10YR 5/3	castaño pálido 10YR 6/3	a	LAMINAR	-	-	XX	X	XXX	Laminación fina
	48-62+	castaño grisáceo 10YR 5/2	castaño grisáceo oscuro 10YR 4/2	AM	GS	-	-	-	X	XXX	-

Tabla 6.3: Propiedades litológicas y morfológicas de suelos y sedimentos en los puntos de control. Textura (Tex): Arena gruesa (AG), arena media (AM), arena fina (AF), arena media fina (AMF), arena fina limosa (AFL), arena limosa (AL), limo (L), limo grueso (LG), li mo arenoso (LA), limo arcilloso (La), arcilla (a), arcilla limosa (aL). Estructura (Est): bloques angulares (BA), bloques subangulares (BS), bloques redondeados (BR), grano suelto (GS), laminar. Abundancia relativa de nódulos / concreciones, nódulos de Hierro / Manganeseo (Fe / Mn), moteados, caracoles y raíces: nula (-), escasa (X), moderada (XX), abundante (XXX). Reacción al HCL (10%): nula (-), débil (X), moderada (XX), fuerte (XXX), materia orgánica (MO).

Estudio para la determinación del caudal mínimo necesario para el reestablecimiento del sistema ecológico fluvial en el curso inferior del río Atuel

Punto de control	Prof. (cm)	Color		Tex.	Est.	Conc/Nód	Nód Fe/Mn	Moteados	Raíces	HCl (10%)	Observaciones
		Seco	Húmedo								
38	0-18	gris claro 10YR 7/2	blanco 10YR 8/1	L	BS	XX	-	-	XX	XXX	-
	18-34	blanco 10YR 8/2	castaño grisáceo 10YR 5/2	LA	BA	X	-	X	-	XXX	-
	34-40	gris claro 10YR 7/2	gris castaño claro 10YR 6/2	LA	BS	X	-	-	XX	XXX	-
39	0-16	gris claro 10YR 7/2	castaño pálido 10YR 6/3	L	BS	XX	-	XX	XX	XXX	-
	16-30	blanco 10YR 8/2	gris claro 10YR 7/2	L	BS	XX	-	-	X	XXX	-
	30+	blanco 10YR 8/2	gris claro 10YR 7/2	LA	BA	X	-	X	-	XXX	-
50	0-128	castaño grisáceo muy oscuro 10YR 3/2	castaño grisáceo muy oscuro 10YR 3/2	AG	GS	-	-	-	-	X	-
	148-169	gris 10YR 6/1	castaño grisáceo muy oscuro 10YR 3/2	L	BS	X	-	-	XX	XXX	Carac. X, yeso cristalino
	169-211	gris castaño claro 10YR 6/2	castaño 10YR 5/3	AF	BS	XXX	-	XX	-	XXX	-
63	0-20	gris 10YR 5/3	castaño 10YR 5/3	aL	BA	-	-	-	XX	XXX	-
	20-38	gris 10YR 5/3	castaño 10YR 5/3	a	BA	-	-	-	XX	XXX	Caracac. XXX límite bioturbac.
48	2,5-6,5	gris castaño claro 10YR 6/2	castaño amarillento oscuro 10YR 4/4	AF	BA	-	-	-	XX	XX	Ceniza
	6,5-28,5	gris 10YR 6/1	castaño oscuro 10YR 3/3	AF	BS	X	-	-	X	XX	-
	28,5-32,5	gris 10YR 5/1	castaño oscuro 10YR 3/3	AF	BS	X	-	-	X	XX	-
62	5-22	castaño grisáceo 10YR 5/2	castaño grisáceo oscuro 10YR 4/2	a	BS	XXX	-	-	XX	XXX	-
	22-39	castaño pálido 10YR 6/3	castaño grisáceo oscuro 10YR 4/2	a	BS	XXX	-	-	XX	XXX	-
31	0-6	castaño grisáceo 10YR 5/2	castaño oscuro/ castaño 10YR 4/3	AF	BA	X	-	-	XXX	-	-
	6-15	castaño pálido 10YR 6/3	castaño grisáceo oscuro 10YR 4/2	AF	BS	XXX	-	-	XX	XXX	-
	15-22	castaño pálido 10YR 6/3	castaño oscuro / castaño 10YR 4/3	LA	BS	XXX	-	-	X	XXX	-
	22-32+	castaño pálido 10YR 6/3	castaño amarillento 10YR 5/4	LA	BA	XX	-	-	XX	XXX	-
30	0-20	castaño grisáceo 10YR 5/2	castaño oscuro / castaño 10YR 4/3	AF	BS	XX	-	-	X	X	-
	20-36	castaño pálido 10YR 6/3	castaño amarillento 7,5YR 5/4	La	BS	X	-	-	X	XXX	-
81	Única	gris rosado 7.5 YR 6/2	Castaña oscuro / castaño 7.5 YR 4/2	AMF	BS	-	-	-	XXX	XX	-

Tabla 6.4: Propiedades litológicas y morfológicas de suelos y sedimentos en los puntos de control. Textura (Tex): Arena gruesa (AG), arena media (AM), arena fina (AF), arena media fina (AMF), arena fina limosa (AFL), arena limosa (AL), limo (L), limo grueso (LG), limo arenoso (LA), limo arcilloso (La), arcilla (a), arcilla limosa (aL). Estructura (Est): bloques angulares (BA), bloques subangulares (BS), bloques redondeados (BR), grano suelto (GS), laminar. Abundancia relativa de nódulos / concreciones, nódulos de Hierro / Manganeseo (Fe / Mn), moteados, caracoles y raíces: nula (-), escasa (X), moderada (XX), abundante (XXX). Reacción al HCL (10%): nula (-), débil (X), moderada (XX), fuerte (XXX).

Estudio para la determinación del caudal mínimo necesario para el reestablecimiento del sistema ecológico fluvial en el curso inferior del río Atuel

Punto de control	Prof (cm)	Color		Tex	Est	Conc/Nód	Nód. Fe-Mn	Moteados	Raices	Ac.Clor. 10%	Observaciones
		Seco	Húmedo								
86	0-23	castaño 7.5YR 5/2	castaño oscuro / castaño 7.5YR 4/2	L	BA	-	-	-	X	X	-
	23-33	gris rosado 7.5YR 6/2	castaño oscuro / castaño 7.5YR 4/2	a	BS	X	-	XX	X	XX	Estructurado
	33-41	gris rosado 7.5YR 6/2	castaño 7.5YR 5/2	L	BS	XX	X	X	X	XX	-
	41+	gris / gris claro 5Y 6/1	gris 5Y 5/1	AMF	BS	X	-	-	-	-	-
87	0-13	castaño 7.5YR 5/2	castaño oscuro 7.5YR 3/2	L	BS	-	-	-	X	X	MO
	13-30	gris 5Y 5/1	gris oscuro 5Y 4/1	L	BR	X	-	-	-	XX	Color verde
	30+	gris claro 5Y 7/1	gris rosado 5Y 6/2	L	BS	X	-	-	-	XX	Color verde
88	0-13	gris / gris claro 10YR 6/1	gris 10YR 6/1	AF	BS	X	-	XXX	X	XXX	Estructura
	13-30+	gris claro 10YR 7/2	gris claro 10YR 7/2	AF	BR	XX	-	XX	X	XX	-
89	0-38	gris castaño claro 10YR 6/2	castaño pálido 10YR 6/3	AF	GS	-	-	-	-	XXX	Caracoles XX
	38-56	gris 10YR 6/1	gris 10YR 6/1	AF	BS	XX	-	-	-	XX	Sales xxx
91	Única	castaño grisáceo 10YR 5/2	castaño oscuro / castaño 10YR 4/3	AMF	BS	-	-	-	X	XX	-
92	10	castaño 10YR 5/3	castaño oscuro 10YR 3/3	AF	BA	-	-	-	XX	X	Horizonte ágrico
	30	castaño pálido 10YR 6/3	castaño oscuro 10YR 3/3	AMF	BS	X	-	-	X	XX	-
94	15	gris castaño claro 10YR 6/2	castaño pálido 10YR 6/3	AFL	BS	XX	-	-	XXX	X	-
100	0-16	gris oscuro 10YR 4/1	castaño oscuro 10YR 3/3	AMF	BS	X	-	-	XX	XX	Caracoles
	16-35	gris 10YR 5/1	castaño grisáceo oscuro 10YR 4/2	AFL	BS	XXX	-	X	XX	XX	-
	35-47	gris 10YR 6/1	gris 10YR 6/1	AFL	BS	XXX	-	-	-	XX	-
102	0-16	castaño pálido 10YR 6/3	castaño oscuro / castaño 10YR 4/3	a	BA	X	-	XX	-	XXX	Caracoles
	16-31	gris castaño claro 10YR 6/2	castaño 10YR 5/3	AF	GS	XX	-	XXX	-	XX	Núcleos arcilla
	31-39	castaño pálido 10YR 6/3	castaño grisáceo 10YR 5/2	a	BA	XXX	-	XX	-	XXX	-
	39-52	gris castaño claro 10YR 6/2	castaño 10YR 5/3	AF	BS	X	-	XXX	-	XX	Núcleos arcilla
104	0-5	gris 10YR 5/1	Negro 10YR 2/1	AFL	BA	XX	-	X	X	XXX	Caracoles
	5-9	gris 10YR 6/1	gris muy oscuro 10YR 3/1	AFL	BS	XX	-	-	X	XXX	Caracoles
	9-14	gris 10YR 6/1	gris muy oscuro 10YR 3/1	LG	BS	XX	-	-	X	XXX	Caracoles
	14-38	gris claro 10YR 7/1	gris oscuro 10YR 4/1	L	BS	XXX	-	X	X	XXX	Caracoles
106	0-6	gris castaño claro 10YR 6/2	castaño oscuro / castaño 10YR 4/3	AFL	BS	X	-	-	XX	XX	-
	6-23	gris claro 10YR 7/2	blanco 10YR 8/2	L	BS	XX	-	-	X	XX	-

Tabla 6.5: Propiedades litológicas y morfológicas de suelos y sedimentos en los puntos de control. Textura (Tex): Arena gruesa (AG), arena media (AM), arena fina (AF), arena media fina (AMF), arena fina limosa (AFL), arena limosa (AL), limo (L), limo grueso (LG), limo arenoso (LA), limo arcilloso (La), arcilla (a), arcilla limosa (aL). Estructura (Est): bloques angulares (BA), bloques subangulares (BS), bloques redondeados (BR), grano suelto (GS), laminar. Abundancia relativa de nódulos / concreciones, nódulos de Hierro / Manganeso (Fe / Mn), moteados, caracoles y raíces: nula (-), escasa (X), moderada (XX), abundante (XXX). Reacción al HCL (10%): nula (-), débil (X), moderada (XX), fuerte (XXX), materia orgánica (MO).

Procesos de formación de suelos

Para la descripción general es posible agrupar los suelos en dos categorías, de acuerdo con la naturaleza de los materiales parentales: los suelos aluviales y los suelos desarrollados sobre depósitos eólicos.

En el caso de suelos aluviales, los sedimentos presentan un grado muy moderado de reorganización pedogenética, la misma está predominantemente representada por melanización (oscurecimiento) a partir de la acumulación de materia orgánica y agregación en el horizonte superficial (A). El patrón de distribución de nódulos y acumulaciones de sales sugiere un lavado por lixiviación relativamente somero (hasta 15 cm.). Los rasgos de hidromorfismo son comunes en todos los perfiles, indicando condiciones de mal drenaje interno. Presentan carbonato en la masa y concentraciones altas de sales a profundidades no mayores a los 0.30-0.40 m.; en algunos casos se han formado horizontes subsuperficiales con características de fragipan/duripán, muy compactos y duros en seco. Este constituye un atributo muy característico de los suelos de la planicie de inundación, alcalinos y con vegetación halófila dominante (Ver Fotos 5 a, b, c, d).



Foto 5a, punto de control 23 suelos aluviales con límites bioturbados entre unidades de sedimentación



Foto 5b punto de control 23 suelos aluviales con límites bioturbados entre unidades de sedimentación



Foto 5c, punto de control 20 suelos aluviales



Foto 5d, punto de control 21 suelos aluviales

La morfología de las acumulaciones de carbonato y yeso así como el patrón de distribución en el perfil, permiten plantear como hipótesis que la génesis de estas acumulaciones se vincularía con ascensos capilares de sales de la freática. Un sector de la planicie de inundación del arroyo de la Barda (Ea La Buena Fe) estuvo cultivado en el período 1979-1982. El perfil de suelos incluye un horizonte Ap (Fotos 6 a y b) con contenidos elevados de P (Tabla 6.6.) que se vincularían con las prácticas agrícolas.



Foto 6 a. Punto de control 92. Ea La Buena Fe, panorámica de la planicie de inundación del A. de la Barda

Foto 6 b. Punto de control 92. Ea La Buena Fe, perfil de suelo con horizonte agríco (Ap).

En algunos de los puntos observados, ubicados en canales de descarga de la planicie del Butaló (puntos 38, 89), se identificaron perfiles de suelos enterrados; los rasgos más notorios fueron los colores oscuros dados por la presencia de materia orgánica del horizonte A y el alto grado de bioturbación por fauna de invertebrados y raíces; presentan cubierta de vegetación halófila y juncos.

Los suelos desarrollados a partir de las cubiertas eólicas de médanos y mantos de arena, exhiben perfiles incipientes, corresponden a entisoles, con horizontes A ócricos (A color); se suele observar cierta estructuración débil en el A y redistribución de sales (calcáreo) subsuperficial (a 15-20 cm).

Se realizaron análisis químicos (contenidos de MO, N total y P) de muestras de horizontes superficiales de 5 perfiles considerados representativos de sendas unidades geomorfológicas.

Punto de control	Fósforo (P) ppm		Nitrógeno total %	MO %
	P ₂ O ₅	P		
21 - canal de descarga A. Butaló	10,62	4,25	0,09	2,43
89 - planicie de inundación A. Butaló	6,37	2,12	0,05	2,16
91 - terraza alta con cubierta eólica	2,12	0,00	0,17	2,00
92 - planicie de inundación A. de la Barda (cultivo)	89,25	38,25	0,15	2,93
106 - planicie de inundación A. de la Barda	44,62	19,12	0,24	2,10

Tabla 6.6. Análisis químicos de muestras seleccionadas de suelos en distintas unidades geomorfológicas

6.6. Discusión y consideraciones finales

6.6.1. Resultados generales

Los resultados obtenidos permitieron determinar que la zona de escurrimiento superficial activo, determinante de la existencia de humedales en la actualidad, abarca exclusivamente los subambientes de canal, lagunas, canales de descarga y bañados del arroyo de la Barda. Constituiría el escenario de mínima expresión de los humedales.

La unidad geomorfológica planicie de inundación correspondería con la máxima extensión potencial de los bañados. De acuerdo con ello es altamente probable que ilustre el ambiente de las descripciones históricas del siglo XIX y comienzos del siglo XX.

Por otro lado, esta planicie de inundación no es activa en las condiciones del sistema fluvial actual, al menos desde que se efectuaron las modificaciones antrópicas (obras de retención y captación de agua para riego) en la cuenca media. Así, para la serie de tiempo de los últimos 50 años, la planicie de

inundación se comportaría como una terraza aluvial, es decir no estaría afectada por los episodios de creciente normales, regulados artificialmente en la cuenca media.

La inundación extraordinaria de 1982-1983, que se manifestó fundamentalmente a través del sistema del arroyo de la Barda (Ruiz Huidobro et al., 1984), produjo además una reactivación parcial de la planicie de inundación del arroyo Butaló. En la pericia efectuada por Huidobro et al. (1984) manifiestan a partir del análisis de la imagen satelital de fecha 18-8-1982 que "...En primer lugar se debe señalar que el agua que se deje pasar en el dique distribuidor El Rincón del Indio no llegará a Santa Isabel sino a la Puntilla ubicada a 22 Km. al poniente de acuerdo con lo observado en la imagen satelital después de las grandes inundaciones de 1982-1983, en la cual el brazo del Atuel frente a Santa Isabel se lo aprecia seco..".

La existencia de un canal de descarga con origen en la parte más septentrional del arroyo de la Barda cerca del límite con Mendoza, generó reexcavaciones profundas en algunos sectores donde anteriormente tuvo asiento la colonia agrícola Butaló. Por el momento, no es posible establecer si este canal fue excavado total o parcialmente por el hombre durante el período en que existió la colonia agrícola o bien constituyó un canal de descarga natural. Tentativamente la acumulación de un estrato de arenas finas (0.30-050 m.) con sepultamiento de un suelo en el ambiente de la planicie del Butaló estaría vinculado con el episodio de inundación.

La planicie de inundación se caracteriza por la existencia de un sustrato con horizonte endurecido a unos 30-40 cm. de tipo fragipan/duripan compuesto por acumulaciones calcáreas y yeso. La vegetación dominante es arbustiva, halófila. Cuando el horizonte de sales está expuesto forma un nivel de mayor resistencia a la erosión.

Los perfiles con suelos enterrados o con suelos caracterizados por horizontes A castaños muy oscuros con alto grado de bioturbación, se localizan en las áreas de canales de drenaje activos temporalmente

6.6.2. Historia geológica reciente

Al carecer de dataciones numéricas, las edades asignadas son tentativas y sujetas a ajustes posteriores. Por otro lado, con el objeto de efectuar las consideraciones sobre la evolución del sistema fluvial, se ha considerado actual el lapso que se inicia con la puesta en actividad de la presa del Nihuil, (los últimos 58 años) ya que señalaría el comienzo de la dinámica presente del sistema.

En el área analizada del sistema fluvial las unidades más antiguas corresponden a las terrazas aluviales con cubierta eólica. No hay evidencias que permitan ubicarlas cronológicamente. En trabajos anteriores, los depósitos aluviales se agruparon en la Formación Santa Isabel (Bojanich Marcovich, 1980). De acuerdo con una perforación realizada en 1941 en las inmediaciones de Santa Isabel (Ruiz Huidobro et al., 1984), la unidad tiene una potencia de 40 m. en dicha localidad. En el cuadro estratigráfico se la asigna al Pleistoceno medio. Para la correlación se emplearon trabajos efectuados en la cuenca media del Atuel (González Díaz, 1972), y en el piedemonte mendocino (Polanski, 1963).

Sin embargo, trabajos efectuados en los últimos 5 años en la cuenca media y alta del Atuel, así como en la cuenca del arroyo La Estacada (tributario del río Tunuyán), señalan que estas sucesiones aluviales con las que anteriormente se habían correlacionado las aflorantes en los bañados del Atuel, son holocenas (Zárate, 2002 y referencias allí citadas).

Por lo tanto, dadas las características litológicas y las relaciones estratigráficas de las secciones expuestas, es muy probable que las secciones expuestas en las márgenes del arroyo Butaló, en la barranca oriental de la laguna Uncal, así como el metro superior de los depósitos aluviales prospectados con sondeos y calicatas someras, tengan edades no más viejas que el Holoceno tardío (últimos 3000-4000 años).

La terraza de mayor antigüedad relativa que se ha supuesto, quizás tenga una edad mayor, Holoceno medio. Este lapso, de acuerdo con las reconstrucciones efectuadas, se caracterizaría por condiciones de mayor aridez que las actuales. Al mismo, hipotéticamente se relacionaría la potente cubierta eólica que la caracteriza.

La frecuencia de los episodios de inundación se ha modificado fundamentalmente con la construcción de las presas en la cuenca media-alta del Atuel en el ámbito del Bloque de San Rafael y la utilización de las aguas para riego en la cuenca media. Sin embargo, en escala de centurias, es probable también que los episodios de inundación hayan disminuido en frecuencia por variaciones naturales del caudal.

Habría que considerar también el desvío del río Diamante hacia su posición actual. Este episodio se produjo en 1809. Ruiz Huidobro et al. (1984) transcriben la pericia histórica de Roberto Competto que indica que “..mediante un piquete al río Diamante ha conseguido anular la confluencia con el río Atuel y desviar el curso hacia el este hasta su desembocadura en el Salado” (informe del Comandante Miguel Telles Meneces, fechado en Mendoza el 20 de setiembre de 1809 y dirigido al Marqués de Sobremonte). Esta acción con posterioridad produjo la deriva del Río Diamante hacia su posición actual. En la pericia realizada los autores concluyen que la “separación de los ríos Atuel y Diamante que antes confluían pudo ser debida a un fenómeno natural o hecho por el hombre”. Este episodio debe haber significado una merma considerable en el caudal. En términos hipotéticos, quizás la terraza aluvial más baja cercana a Santa Isabel haya sido activa hasta antes de ese episodio.

En la actualidad, (últimos 58 años) el sistema fluvial del Atuel constituye un sistema fluvial disminuido (*misfit system*) a causa de la disminución del caudal por procesos antrópicos. En esta escala temporal, la planicie de inundación se ha convertido en una terraza, es decir una planicie aluvial del pasado reciente, inactiva. La regulación antrópica del caudal ha eliminado los episodios de inundación, con excepciones como la creciente de 1982-1983. Al mismo tiempo, esta planicie inactiva presenta ocupación permanente de la tierra, a través de explotaciones pecuarias y viviendas (Ver Tabla 6.7).

Unidad geomorfológica del dominio fluvial	Episodios de inundación y funcionalidad de las unidades geomorfológicas
Cauces, lagunas, canales de descarga Arroyo de la Barda	Activos en la actualidad (últimos 58 años)
Planicie de inundación de los arroyos de la Barda, Butaló y brazo del Atuel	Unidad funcional en tiempos históricos post conquista y episodios de inundación de magnitud (ejemplo episodio 1982-1983)
Terraza aluvial de menor altura relativa (cerca de Santa Isabel)	Quizás sujeta a episodios de inundación de menor frecuencia y mayor magnitud hasta 1809 (desvío del río Diamante)
Terraza aluvial con cubierta eólica del sector SO	¿Quizás sujeta a episodios de inundación de menor frecuencia y mayor magnitud hasta 1809 (desvío del río Diamante)?
Médanos y mantos de arena de la terraza de mayor altura relativa	Sin evidencias de episodios de inundación reciente (al menos en los últimos 500 años)

Figura 6.7. Historia geomorfológica reciente de los bañados del Atuel

Consecuentemente, el concepto de planicie de inundación activa se ha modificado radicalmente. En extensión se ha restringido y forma bañados y áreas inundables con características de humedal, sólo en las proximidades de los cauces y canales de descarga principales del sistema del arroyo de la Barda. El escurrimiento de agua en estos subambientes, conforma el escenario de humedales actuales.

6.6.3. Divisoria de aguas oriental del sistema de los bañados del Atuel

Está ubicada en la unidad de médanos longitudinales; no es posible atribuirle mayores precisiones a la ubicación propuesta en trabajos anteriores. El examen de la información disponible señala que el diseño superficial de las áreas intermedanasas con evidencias de encharcamiento, y la pendiente regional sugieren que son tributarios del Atuel; de manera que la divisoria superficial del sistema se localizaría en la cresta del médano longitudinal más próximo al río Salado.

Algo más al sur, otra área de relieve medanoso que correspondería a una terraza aluvial, y donde está localizado el casco de la estancia Vetrancó (punto de control 101), conforma la divisoria de aguas entre el Atuel-Salado y la planicie de inundación del arroyo Butaló.

6.7. Recomendaciones

Del estudio desarrollado surgen las siguientes recomendaciones:

- El análisis del registro estratigráfico expuesto en las barrancas de la laguna Uncal y en las del arroyo de la Barda permitiría inferir el comportamiento histórico de esta laguna en escala geológica (últimos 3000-4000 años AP).
- Se deberían encarar estudios sobre la composición, geoquímica y morfología de las acumulaciones calcáreas y yeso de la planicie de inundación que aportarían información sobre el comportamiento pasado de la capa freática.
- Se debe analizar en detalle el canal de descarga del Butaló reactivado en la inundación de 1982 y encarar obras para acondicionarlo, suprimirlo o activarlo permanentemente como vía de escurrimiento. En ninguno de los sectores que cruza existen obras de infraestructura que permitan atravesar el área en caso de que inunde.
- Es necesario efectuar un levantamiento topográfico del área que permita esclarecer las relaciones de las unidades establecidas. Esto posibilitaría además, una estimación más precisa de las áreas inundables en episodios hipotéticos de distinta magnitud. Además permitiría efectuar cálculos estimativos de la altura de terraplenes de los caminos vecinales.
- Se debería efectuar un análisis del escurrimiento superficial-subterráneo en el área de médanos del este y su comportamiento a lo largo de una serie de tiempo para definir la dinámica hidrológica y las divisorias subterránea y superficial.
- Es necesario un análisis de detalle que incluya el sector mendocino de la cuenca inferior del Atuel

Nota: Los análisis químicos fueron realizados en la Pampa Agrícola.

6.8. Bibliografía

- Bojanich Marcovich, E., 1980. *Estudio de investigación geológica-geomorfológica-hidrológica de la cuenca del río Atuel*. Presentación de la provincia de La Pampa ante la Corte Suprema de la Nación. 3: 1 – 88. Santa Rosa.
- González Díaz, E. F., 1972. *Descripción Geológica de la Hoja 27d, "San Rafael"* (1: 200000), Provincia de Mendoza. Servicio Nacional Minero Geológico, Subsecretaría de Minería, Boletín 132: 1 – 127. Buenos Aires.

- Polanski, J. 1963. *Estratigrafía, neotectónica y geomorfología del Pleistoceno pedemontano, entre los ríos Diamante y Mendoza*. Asociación Geológica Argentina, Revista XVII(3-4) (1962): 127-349, Buenos Aires.
- Ruiz Huidobro, O. J., B. Zakalik, y J. Sala, 1984. *La Pampa, provincia de c/Mendoza provincia de s/acción posesoria de aguas y regulación de usos*. Pericia Geología-Hidrogeología. Primera parte, puntos para la pericia M43, m44, m45, M46, M47 Corte Suprema de Justicia de la Nación. Inédito.
- Szelagowsky, M., 2003. *Aspectos sedimentológicos de arenas eólicas del Pleistoceno tardío-Holoceno de la provincia de la Pampa*. Tesis de licenciatura. FCEN-UNLPAM. 38 pp.
- Urbiztondo, A.M., 1984. *Fotointerpretación del área de los ríos Salado y Atuel*. Consejo provincial del Agua, Ministerio de Obras Públicas, Provincia de la Pampa. Informe inédito. 22 pp y mapas.
- Zárate, M., 2002. *Los ambientes del Tardiglacial y Holoceno en Mendoza*. En: Entre desiertos y montañas, Arqueología del sur de Mendoza (Gil, A, y Neme, G, editores), 9-42, 235. Publicaciones de la Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

CAPÍTULO 7: Estudio hidrológico local

Dr. Luis Vives
Dr. Eduardo Mariño
Dr. Raúl Rivas
Lic. Gabriela Dalmaso
Ing. Carla A. Moscardi
Ing. Carlos Scioli
Dr. Adolfo O. Villanueva

7. Estudio hidrológico local

7.1. Introducción

El estudio hidrológico local desarrollado en el presente capítulo presenta un mayor detalle que el desarrollado en el Capítulo 4, y abarca fundamentalmente la zona de los humedales en un período de tiempo mas corto (a partir de 1960). Este enfoque de detalle comienza con el análisis de la componente climática (precipitación y evapotranspiración) para continuar con el estudio de las aguas superficiales (tanto en su componente de cantidad como de calidad). Posteriormente se analiza brevemente la hidrogeología subterránea y se pasa a discutir la hidroquímica de las aguas y los registros freáticos observados en algunos puntos de control, tratando de definir cual es la interrelación entre las aguas subterráneas y superficiales con la finalidad de comprender el funcionamiento de los humedales. Luego se elaboran simulaciones del caudal en Anguero Ugalde y por último se realiza un análisis de permanencia de caudales diarios.

7.2. Precipitación

Las estaciones que se han empleado en el análisis local de precipitaciones son: Santa Isabel, Algarrobo del Águila, La Pastoril, La Reforma, Limay Mahuida y Chacharramendi, todas dentro de la Provincia de La Pampa (Fig. 4.1). Por su ubicación relativa podemos agruparlas en dos grupos, uno al Norte de los humedales compuesto por las tres primeras y un segundo grupo al Sur

En el período 1962-2004 se ha podido disponer de información para comparar todas las estaciones obteniendo valores de las medias anuales de: 473,07 mm. en Santa Isabel, 408,53 mm. en Algarrobo del Águila, 534,79 mm. en La Pastoril, 398,09 mm. en La Reforma, 397,15 mm. en Limay Mahuida y 498,06 mm. en Chacharramendi. Esta distribución de las medias anuales parece indicar una disminución de la precipitación a medida que vamos al Sur de los humedales y con dos estaciones (La Pastoril y Chacharramendi) con valores más elevados situadas al Este de la región, como si se tratase de otro régimen pluviométrico.

En las Figs. 7.1. y 7.2 se presentan los histogramas de las precipitaciones anuales en todas la estaciones de los humedales del río Atuel para el período 1962-1982 y 1983-2004, respectivamente. En ellas se puede observar que la relación entre las estaciones descritas en el párrafo anterior se mantienen en el tiempo desde el año 1972, periodo en el que se advierten cuatro ciclos hidrológicos muy claros (con picos en los años 1976, 1984, 1991-1992 y 1999), que culminan con tres años muy secos como el que se verificó en la década de los 60. Antes del año 1972, tenemos un extenso período seco con un mínimo en el año 1971 cuando la precipitación media anual en el humedal fue de 163 mm.

La precipitación media mensual para cada una de las estaciones de los humedales del río Atuel se puede observar en la Fig. 7.3, donde los meses de noviembre a marzo presentan las máximas precipitaciones y en invierno los valores mínimos. Si observamos la precipitación máxima mensual del período en la Fig.7.4. vemos que existen pocos meses (agosto y mayo) con valores bajos, el resto son elevados y con los máximos en los meses de verano. La estación La Reforma es la única en la que no se registran valores elevados de precipitación mensual.

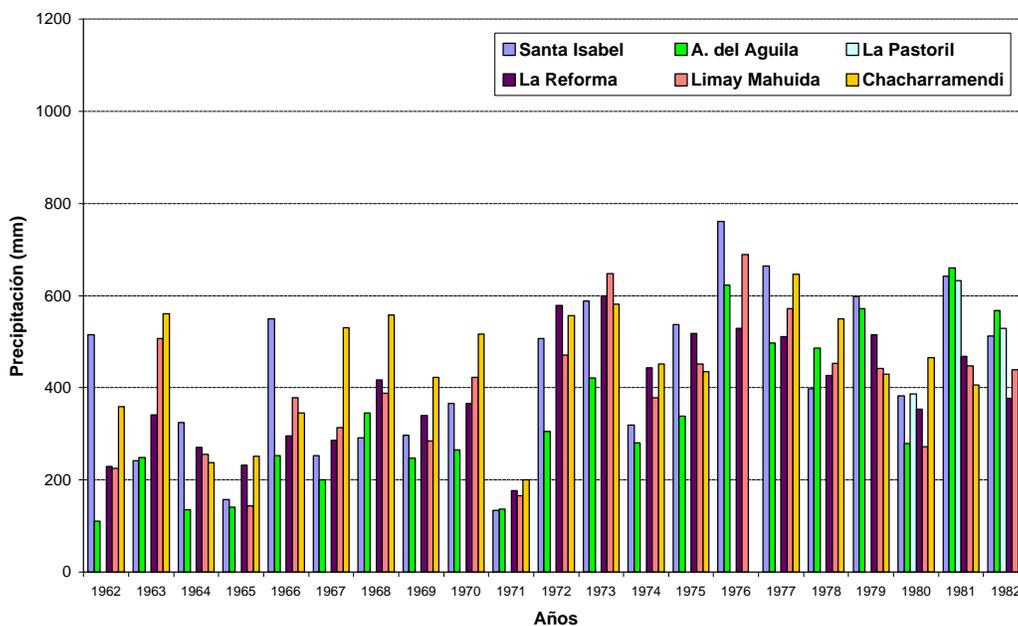


Fig.7.1: Precipitación anual en la estaciones de los humedales del río Atuel Período 1962-1982.

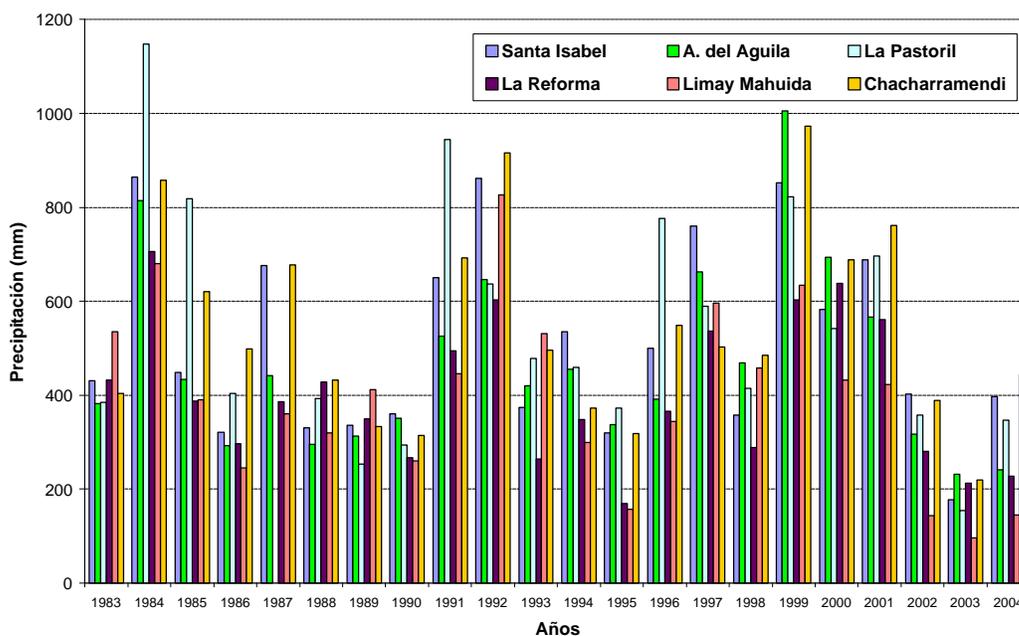


Fig. 7.2: Precipitación anual en la estaciones de los humedales del río Atuel Período 1983-2004.

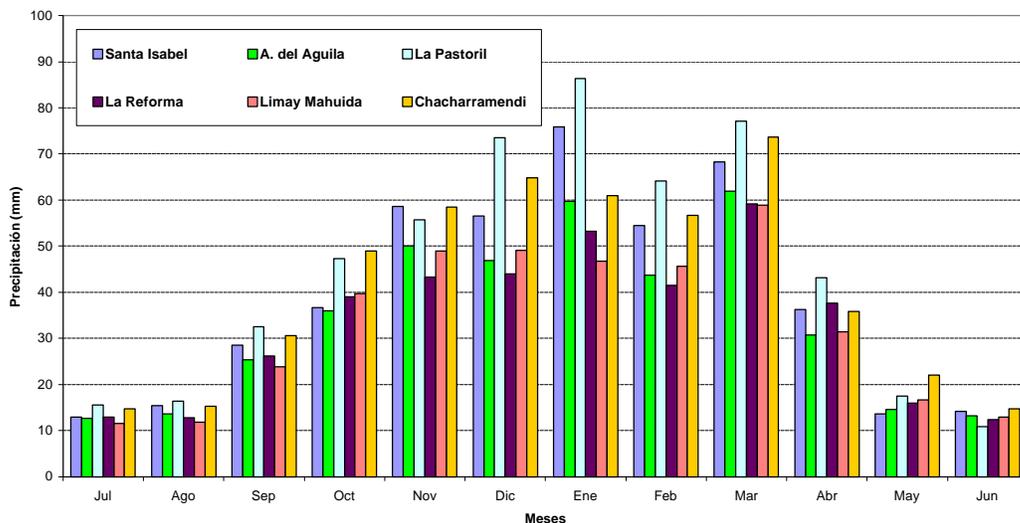


Fig. 7.3: Precipitación media mensual en la estaciones de los humedales del río Atuel. Período 1962-2004.

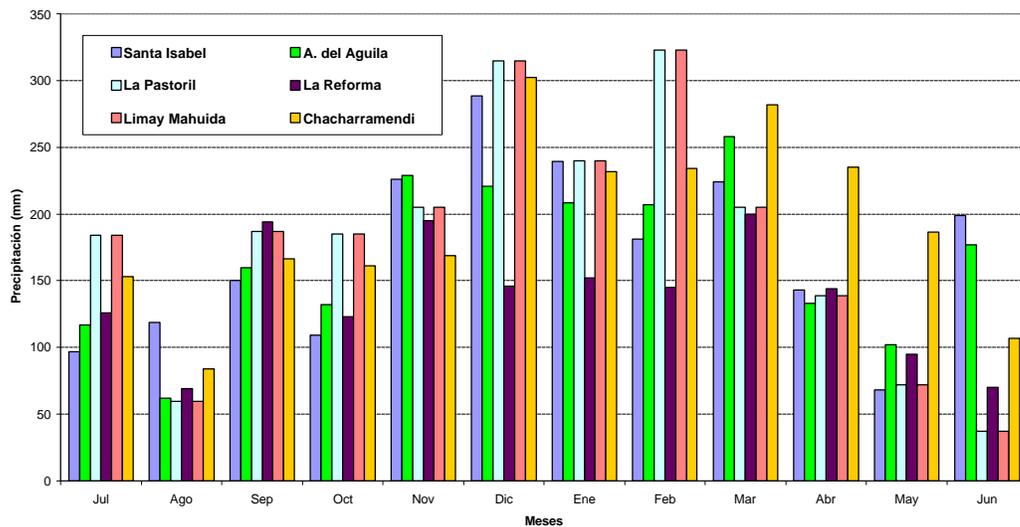


Fig. 7.4: Precipitación máxima mensual en la estaciones de los humedales del río Atuel. Período 1962-2004.

7.3. Evapotranspiración

Para la estimación de la evapotranspiración se ha utilizado la ecuación de Penman-Monteith propuesta por Allen et al. (1998):

$$\lambda \text{ET}_0 = \frac{\Delta \cdot (R_N - G) + \rho \cdot c_p \cdot \frac{(e_a - e_d)}{r_a}}{\Delta + \tilde{a} \left(1 + \frac{r_c}{r_a} \right)} \quad (1)$$

siendo donde λET_0 es el flujo de calor latente ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$), R_N es la radiación neta ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$), G es el flujo de calor del suelo ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$), ρ es la densidad atmosférica (kg m^{-3}), c_p es el calor específico del aire húmedo ($\text{MJ kg}^{-1} \text{ °C}^{-1}$), $(e_a - e_d)$ es el déficit de presión de vapor (kPa), r_c es la

resistencia del cultivo (día m^{-1}), r_a es la resistencia aerodinámica (día m^{-1}), Δ es la pendiente de la curva de presión de vapor ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$) y γ es la constante psicrométrica ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$).

Los datos utilizados para el cálculo corresponden a valores medios mensuales tomados de la base de datos Aquastat (FAO) para un período de 10 años en la estación Santa Isabel (Tabla 7.1.).

Tabla 7.1. Valores medios mensuales de las variables meteorológicas.

ESTACION Santa Isabel (La Pampa)				Período (10 años) Fuente: BASE Aquastat									
LATITUD $-36^\circ 10'$			LONGITUD $-66^\circ 33'$					ALTITUD 320 m					
Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Media
Tmax ($^\circ\text{C}$)	33.3	32.0	29.4	23.2	19.2	14.6	15.3	17.6	21.3	24.3	29.1	32.0	24.3
Tmin ($^\circ\text{C}$)	14.0	13.0	11.7	7.2	4.6	2.4	2.6	2.0	4.0	6.6	9.7	11.2	7.4
Nratio (n/N)	0.70	0.71	0.70	0.63	0.54	0.44	0.53	0.56	0.57	0.55	0.63	0.63	0.6
HRmedia (%)	43	42	55	64	68	75	69	55	53	53	49	44	56
U (m s^{-1})	1.60	1.60	1.60	1.20	1.20	1.20	1.40	1.60	1.81	1.81	1.81	2.00	1.6

Tmax y Tmin: temperatura máxima y mínima, n/N: relación horas de sol – horas máximas de sol, HR: humedad relativa del aire, U: velocidad de viento.

La Fig. 7.5 muestra los resultados de la ETo mensual obtenida aplicando la Ecuación 1.

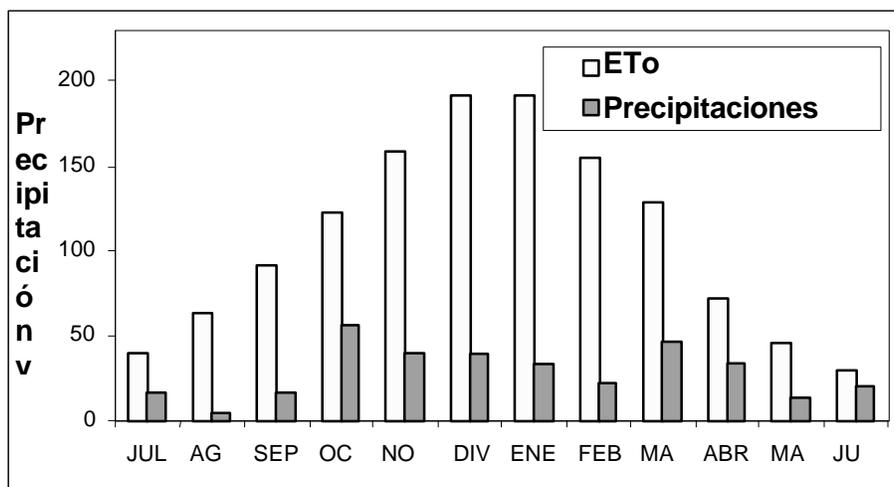


Fig 7.5.: Valores ETo y precipitación Estación Santa Isabel.

La ETo anual es de 1289 mm. y la precipitación media anual para ese mismo período es de 340 mm.

Si observamos la precipitación regional en la cuenca (Fig.4.3) y la local en la zona de los Bañados (Fig 7.3), se puede observar que la región es netamente deficitaria y por consiguiente la posibilidad que parte de la precipitación genere escurrimiento es escasa salvo que tengamos condiciones de eventos extremos (Fig. 7.4) conjuntamente con estados de humedad antecedente apropiado.

7.4. Aguas superficiales

Si analizamos los caudales mensuales medios de las estaciones La Angostura y Carmensa correspondientes a la provincia de Mendoza con la estación de Jacinto Ugalde de la provincia de La Pampa, durante el período 1986 a 1996 (Fig. 7.6). Se observa que la distribución de los mismos a lo largo del año para la estación La Angostura muestra caudales máximos en los meses de verano y los mínimos en los meses invernales. En cambio las estaciones Carmensa y Jacinto Ugalde contrariamente

a las anteriores los máximos caudales se presentan en el invierno; teniendo en cuenta el régimen nival del río esta variación en la distribución es atribuible al uso consuntivo que se hace del recurso aguas arriba de estas dos últimas estaciones.

Los caudales mensuales medios de Jacinto Ugalde no experimentan grandes cambios a lo largo del año (Fig. 7.7) a pesar de que las precipitaciones medias mensuales de la localidad más cercana Algarrobo del Águila (Fig 7.8) evidencien valores importantes durante el período de noviembre a marzo. De igual forma si analizamos los valores máximos registrados durante ese período de estudio (Figs. 7.7 y 7.8), no podemos observar una relación directa entre los escurrimientos y las precipitaciones, por ejemplo el mes de noviembre tiene la mayor precipitación máxima pero registra para ese mes el menor valor de caudal máximo, asimismo el mes de febrero tiene el mayor caudal máximo pero con lluvias máximas relativamente bajas. De estas apreciaciones se podría inferir que el agua de precipitación no aporta significativamente al caudal del río.

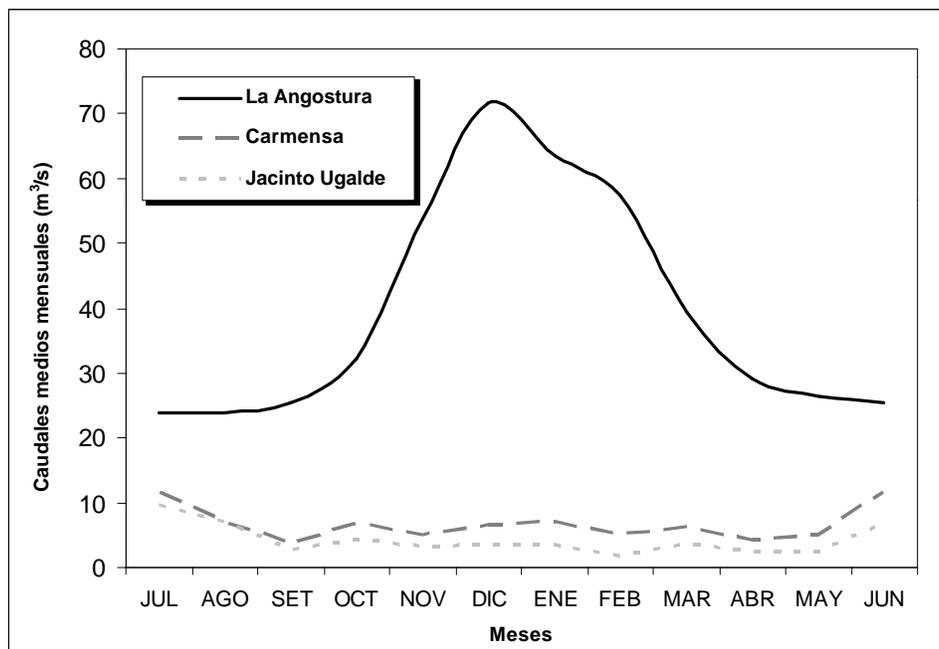


Fig. 7.6.: Caudales mensuales medios de las estaciones La Angostura, Carmensa y Jacinto Ugalde, durante el período 1986 a 1996.

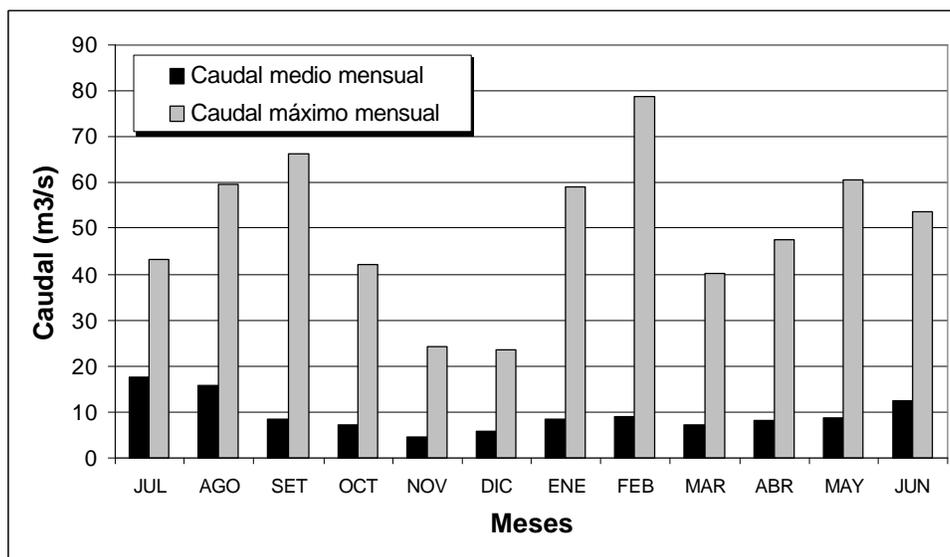


Fig 7.7: Caudales mensuales medios y máximos de la estación Jacinto Ugalde, durante el período 1980 a 1996.

Si analizamos los caudales medios mensuales en la estación de Jacinto Ugalde en el período 1986 hasta 1996 en comparación con los caudales registrados en las estaciones de Carmensa y La Angostura conjuntamente con la precipitación mensual de la estación de Algarrobo del Águila (Figura 7.9), podemos hacer las siguientes apreciaciones:

- Hacia aguas abajo el caudal que escurre por el Río Atuel se va reduciendo, en el primer tramo La Angostura – Carmensa por el aprovechamiento en las zonas de riego y en el segundo tramo Carmensa – Jacinto Ugalde por infiltración. Dornes (Dornes, 2001) estima la pérdida del segundo tramo en el orden del 35 %.
- Los años 1991 y 1992 presentan en verano las mayores precipitaciones del período pero como el sistema permaneció antes de esos eventos con caudales bajos o nulos en el tramos Carmensa - Jacinto Ugalde se observa que la precipitación no parece influir en el escurrimiento superficial en ese tramo, con lo que el acuífero parecería ser el principal receptor del agua de precipitación.
- Las pérdidas en el tramo Carmensa – Jacinto Ugalde durante los años 1987 y 1988 es proporcionalmente baja con respecto al caudal en Carmensa, esto previsiblemente es producto de que se reduce la infiltración por el escurrimiento continuo del río en el período antecedente.

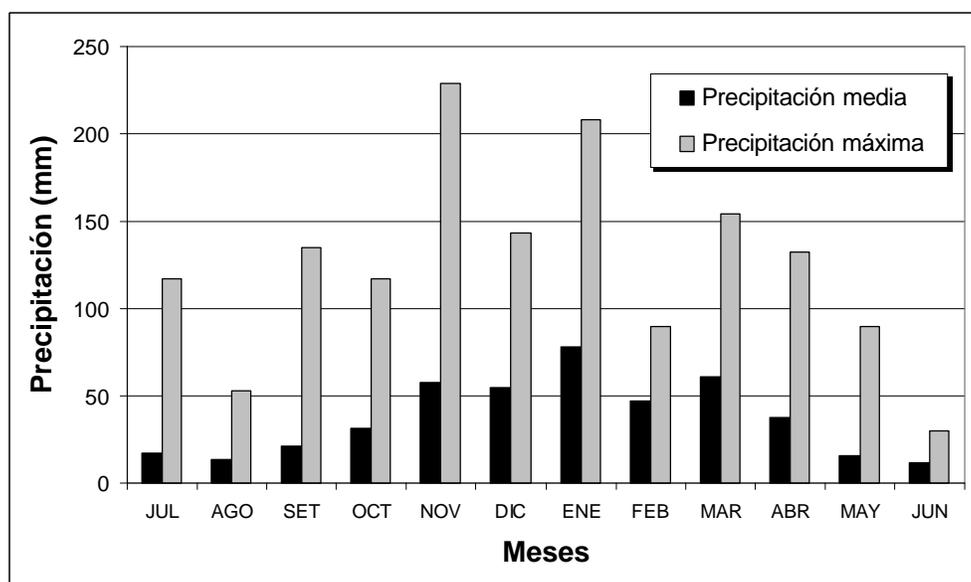


Fig. 7.8: Precipitaciones medias mensuales y máximas de la estación Algarrobo del Águila, durante el período 1980 a 1996.

7.5. Calidad de las aguas superficiales

La caracterización hidroquímica del Arroyo La Barda (brazo occidental del Río Atuel) se realizó sobre la base de datos, para distintos períodos de tiempo, obtenidos de las estaciones de aforo de Pto. Anguero Ugalde (1982/1994), Pto. Jacinto Ugalde (1975/2003) y Ea. La Puntilla (1984/2002). Los valores mínimos, medios y máximos de caudales y residuo seco de cada estación se representan en la Tabla 7.2

Tabla 7.2. Valores estadísticos de caudales y residuo seco para Anguero Ugalde, Jacinto Ugalde y Ea. La Puntilla, todas en las estaciones de aforo.

Valores	Caudales (m ³ /seg)			Residuo seco (mg/l)		
	Anguero Ugalde	Jacinto Ugalde	La Puntilla	Anguero Ugalde	Jacinto Ugalde	La Puntilla
Mínimos	0.34	0.05	0.11	1059	1013	1211
Medios	12.83	27.6	15.46	1909	1377	2625
Máximos	65.83	84.2	29.56	3600	4800	12960

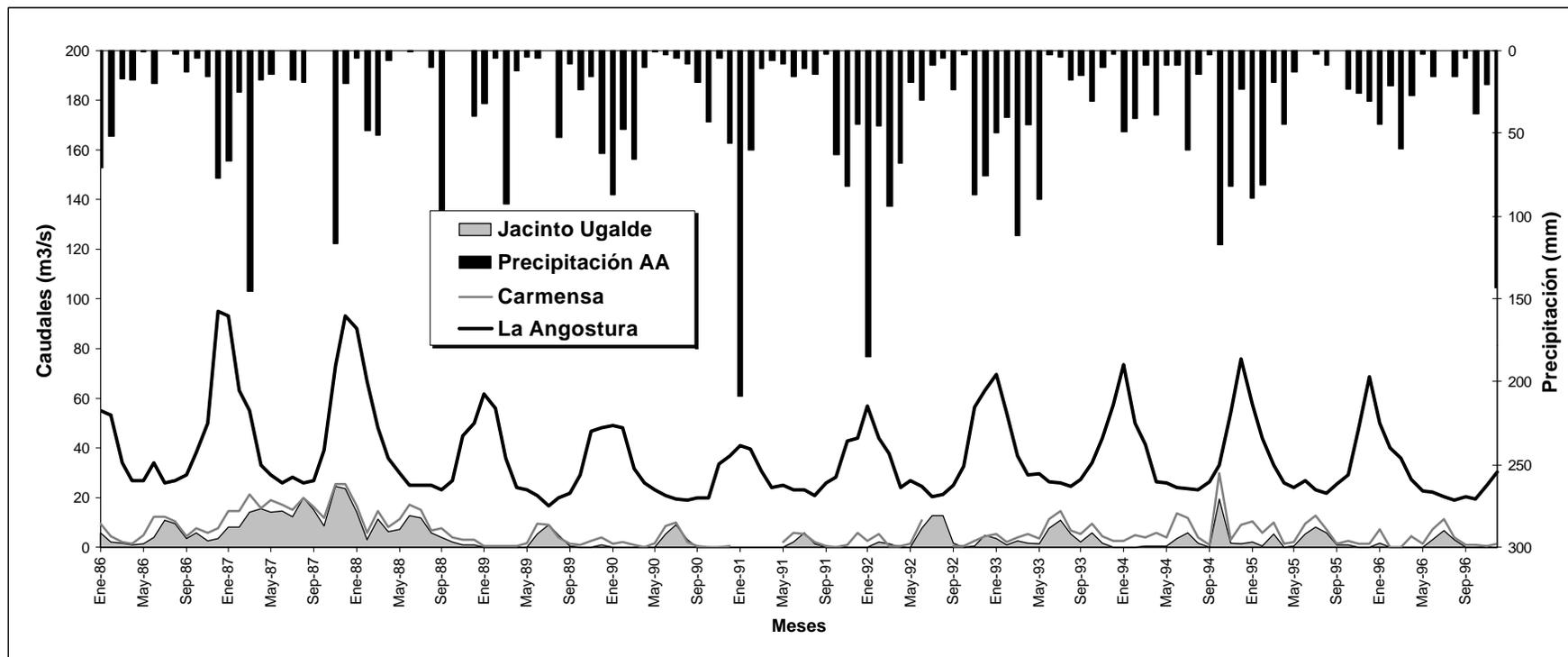


Fig. 7.9: Caudales medios mensuales en las estaciones de Jacinto Ugalde, Carmensa y La Angostura, conjuntamente con precipitación mensual en la estación de Algarrobo del Águila. Período 1986- 1996.

Del análisis de los datos surge que sólo en el caso de La Puntilla el valor máximo de residuo seco (12960 mg/l) coincide con el mínimo caudal registrado (0.11 m³/seg). Si comparamos estos valores obtenidos con las precipitaciones diarias de las localidades más cercanas (Santa Isabel y Algarrobo del Águila) al momento de la toma de muestras, se podría decir que las mismas no representan un aporte significativo. Por ejemplo, se observa caudales mínimos con máximas precipitaciones y viceversa. Las precipitaciones también fueron relacionadas con las dos estaciones de aforo restantes y no se pudo establecer una relación directa entre caudales y residuo seco con las lluvias.

En las Figs. 7.10 a 7.12 se presenta la dispersión entre el caudal y el residuo seco, la relación entre el caudal y el residuo seco y la relación entre el residuo seco y los sulfatos para las estaciones de aforo Pto. Anguero Ugalde, Pto. Jacinto Ugalde y de Ea. La Puntilla. En dichas figuras se puede observar que existe una afinidad entre los valores de caudal y residuo seco, como así también entre el residuo y los sulfatos. Para todas las estaciones el contenido de residuo seco aumenta a medida que disminuye el caudal y por el contrario mejora la calidad del recurso cuando aumentan los valores de caudal o se mantiene más o menos constante. Si analizamos los datos de dispersión de caudal/ residuo seco podemos decir que la mayor proporción del residuo seco para las estaciones de Anguero y Jacinto Ugalde se ubica entre 1000 y 2500 mg/l, en La Puntilla la mayoría de los valores de residuo seco se encuentran entre 1500 y 4500 mg/l. Los valores que se alejan coinciden justamente con los registros de caudales más bajos.

Si se considera un período de tiempo común a las tres estaciones (1983-1987) se puede apreciar la variabilidad estacional de la calidad del agua del río desde su entrada a la provincia de La Pampa en las estaciones Anguero y Jacinto Ugalde hasta la estación Ea. La Puntilla aguas abajo (Fig. 7.13). En general, como es de suponer la concentración salina aumenta paulatinamente a medida que avanza sobre territorio pampeano, sin embargo existen valores sin una justificación clara como el contenido de sulfatos en Anguero Ugalde para marzo 1984 y el pico de residuo seco en La Puntilla durante diciembre 1985, aunque el primero de ellos es muy probable que se trate de un error ya que ese pico no se presenta en el residuo seco.

7.6. Aguas subterráneas

En la región se distinguen, de Oeste a Este, cuatro ambientes hidrogeológicos (Bojanich, 1979). Uno de ellos, que constituye el área de estudio de este convenio, se denomina “valle aluvial de los ríos Atuel-Salado-Chadileuvú” y se caracteriza por una secuencia hidroestratigráfica compuesta por cuatro unidades litológicas.

El basamento hidrogeológico está constituido por vulcanitas ácidas y sedimentitas, en particular areniscas y calizas. Por encima, sigue un conjunto de arenas muy finas, limosas y calcáreas. El carácter hidráulico predominante de estos materiales es acuitardo aunque aparecen niveles acuíferos. Son portadores de acuíferos confinados y semiconfinados que fueron detectados en una perforación profunda, ubicada a unos 30 Km. al norte de Santa Isabel.

El sistema fluvial Atuel-Salado-Chadileuvú depositó sedimentos de granulometría variable, desde gravas finas arenosas hasta arcillas, con características atribuibles a distintos ambientes ácuos (fluvial, lacustre y palustre).

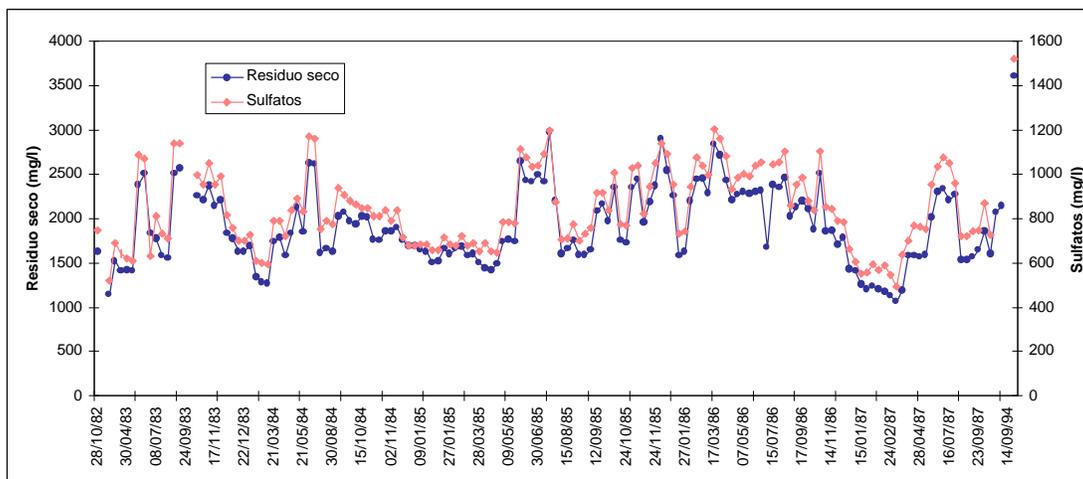
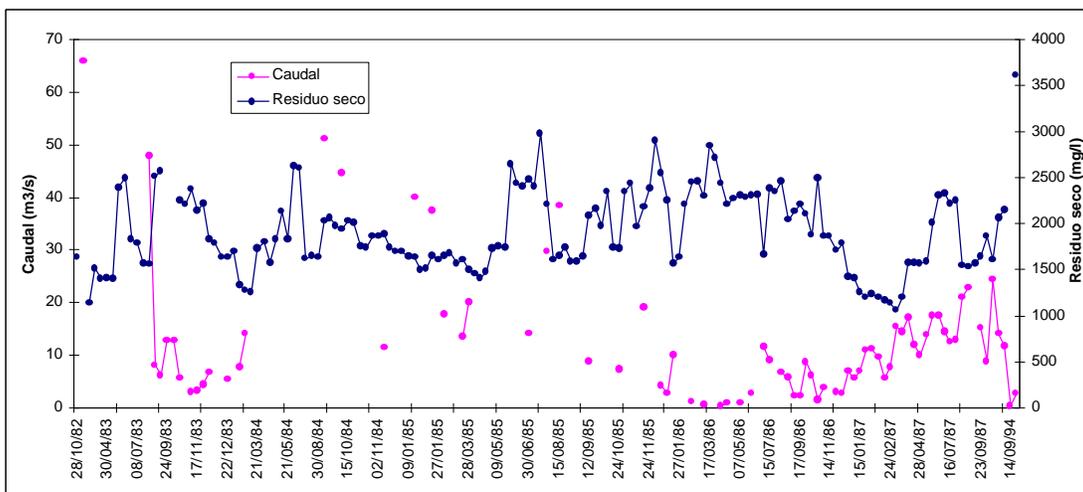
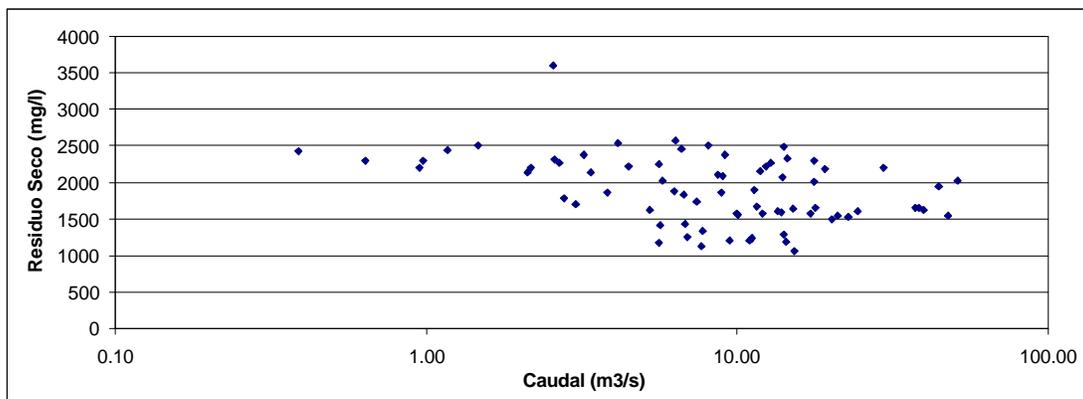


Fig. 7.10 : Estación de aforo Pto. Anguero Ugalde. Dispersión entre el caudal y el residuo seco (superior). Relación caudal/residuo seco (intermedio). Relación residuo seco/sulfatos (inferior).

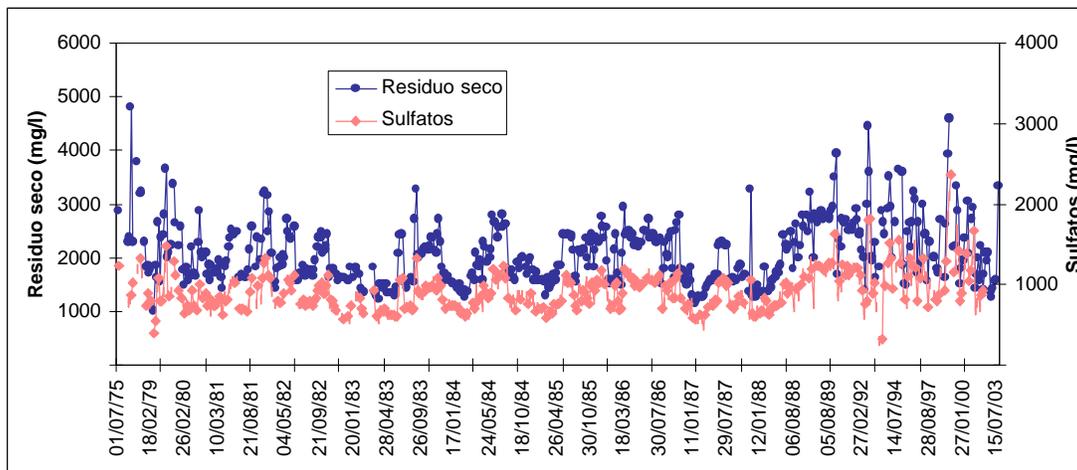
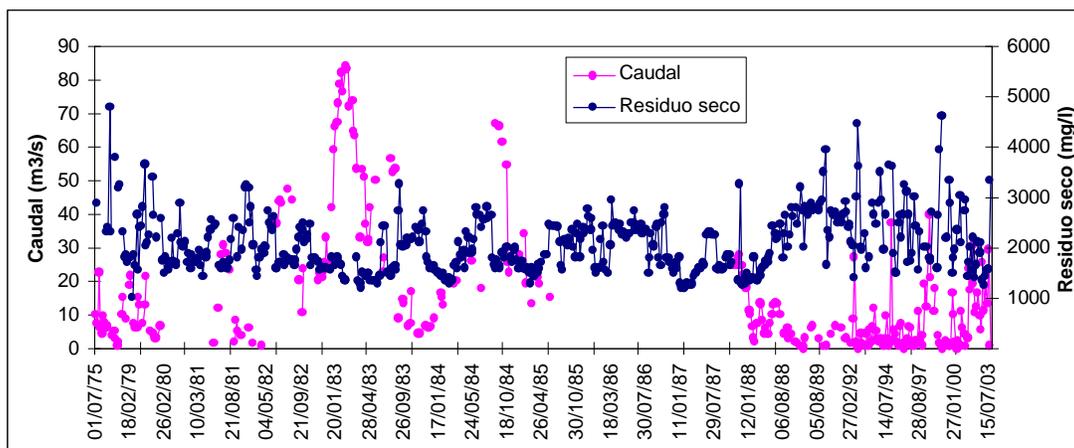
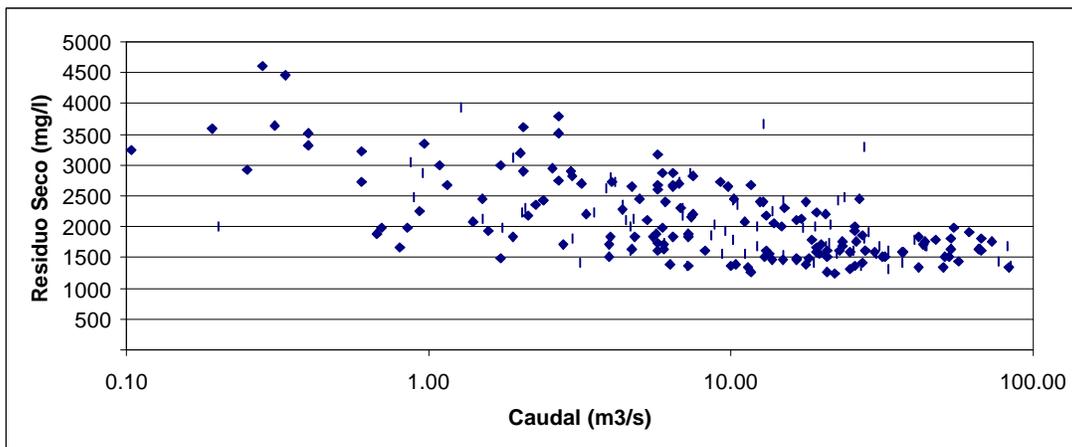


Fig. 7.11: Estación de aforo Pto. Jacinto Ugalde. Dispersión entre el caudal y el residuo seco (superior). Relación caudal/residuo seco (intermedio). Relación residuo seco/sulfatos (inferior).

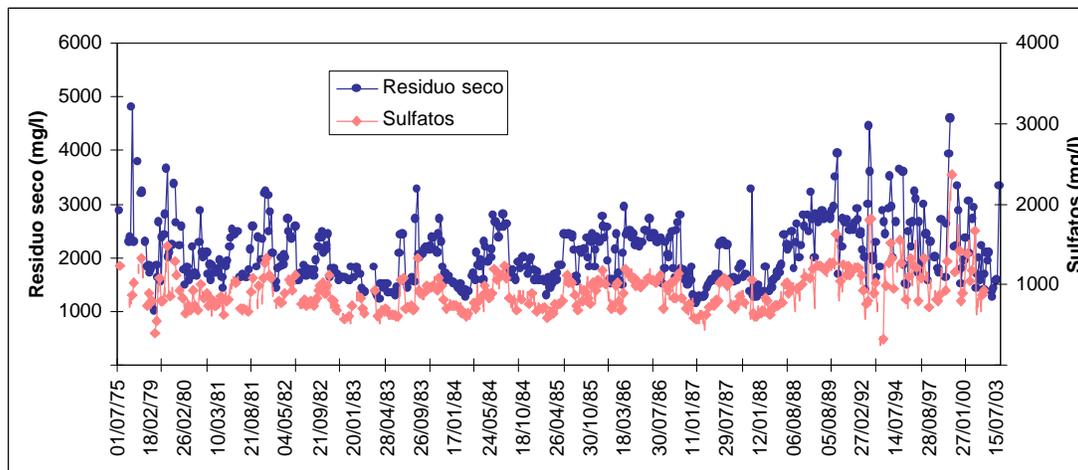
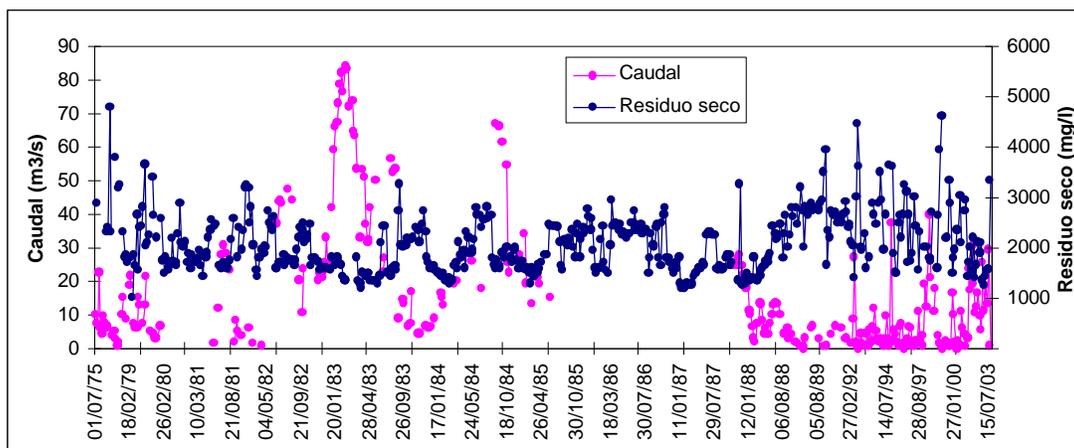
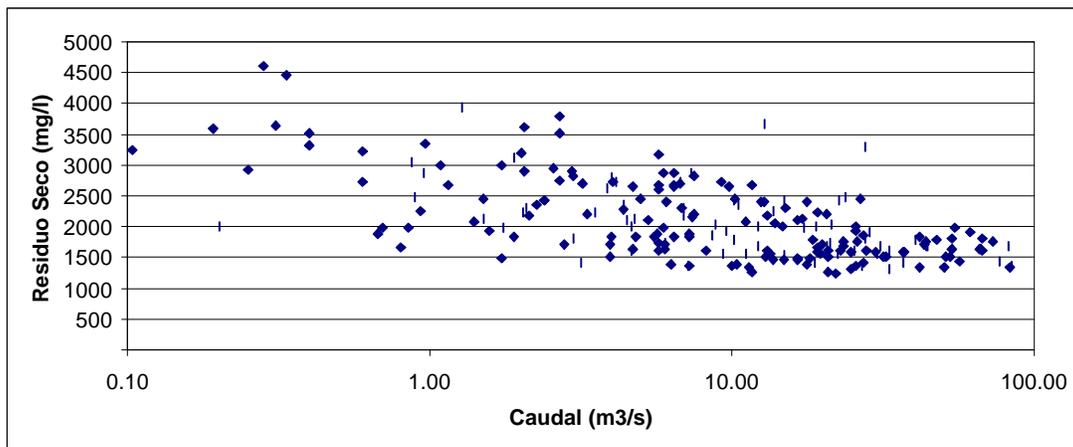


Figura 7.12: Estación Ea. La Puntilla. Dispersión entre el caudal y el residuo seco (superior). Relación caudal/residuo seco (intermedio). Relación residuo seco/sulfatos (inferior).

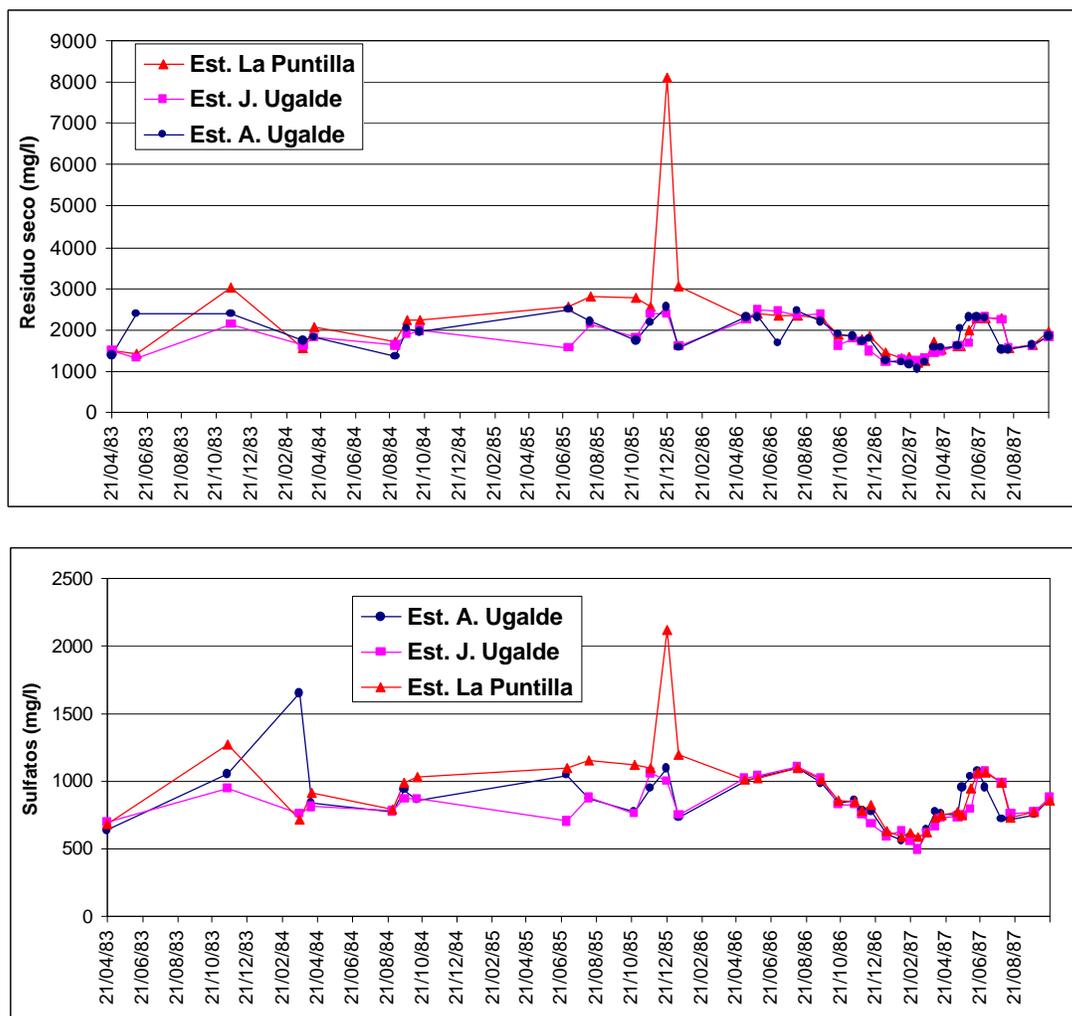


Fig. 7.13: Variación del Residuo Seco y de los Sulfatos en las estaciones de Pto. Anguero Ugalde, Pto. Jacinto Ugalde y de Ea La Puntilla. Esta comparación es sólo entre valores cuando se disponía de observación en las todas las estaciones simultáneamente (período 1983-1987).

Finalmente, se encuentran depósitos de arenas eólicas finas cuya presencia es intermitente en el área pero adquieren continuidad hacia el este del río Salado. Estas arenas tienen un carácter marcadamente acuífero, aunque no es común que contengan a la capa libre o si lo hacen, su espesor saturado es reducido. En este último caso se obtiene agua de buena calidad pero caudales bajos. La relevancia hidrológica de estas acumulaciones arenosas surge de su aptitud, dada su buena permeabilidad, para permitir la infiltración de aguas pluviales, favorecida además por una pobre cobertura vegetal.

Los balances de agua en el suelo calculados con frecuencia mensual, no arrojan excesos que puedan recargar los acuíferos. Si la resolución es de paso diario, y se adopta una capacidad de campo de 130 mm., se obtienen excedentes de unos pocos milímetros en los meses de primavera y principios de verano, que podrían constituirse en recarga directa. La recarga indirecta tendría lugar en aquellos sectores donde se produce un escurrimiento superficial esporádico, dado por pendientes fuertes, baja permeabilidad de los materiales superficiales y/o tormentas intensas. Algunas de estas condiciones pueden encontrarse en el margen occidental del área de estudio y en inmediaciones de los afloramientos del basamento. El acuífero freático también se recarga a través de los ríos que fluyen en el área, aunque este efecto se limita al entorno de los cursos de agua y opera sólo en algunos sectores de los mismos (Bojanich, 1979).

Los depósitos de ambientes ácuos alojan, en la mayor parte del área, al acuífero libre, cuyo nivel freático se localiza a una profundidad que oscila entre 1 y 7 m. (Gentili, 1948, Bojanich, 1979). Puede aceptarse que el sentido de flujo subterráneo regional tiene la misma dirección, NNO a SSE, que la

pendiente longitudinal del plano aluvial. Sin embargo, debe considerarse que puede haber cambios locales en las áreas en que se produce recarga directa o indirecta y en las fajas ribereñas a los tramos donde los cursos superficiales activos son influentes. El residuo seco del agua freática es elevado, entre 3 y 22 g/l, pudiendo atribuirse a los importantes contenidos de sales evaporíticas en el material portador.

La perforación Santa Isabel N°1 de la Dirección Nacional de Geología y Minería constituye la única prospección confiable de los acuíferos infrafreáticos. En dicha perforación se identificaron cuatro acuíferos confinados, todos ellos con un nivel piezométrico casi coincidente con el nivel freático, lo cual evidencia una interconexión hidráulica. Contienen aguas cloruradas sódicas, cuyos residuos secos aumentan con la profundidad, tomando valores de 6,3; 25,7; 34 y 40,6 g/l respectivamente.

La obra de captación más difundida es el pozo cavado, de alrededor de 1 m. de diámetro, y la extracción del agua se efectúa mayormente a balde y, más raramente, con molinos a viento que a veces se complementan con un bombeador accionado por motor a explosión.

Las captaciones de agua apta para bebida humana son casi inexistentes, aunque suelen consumirse, a falta de otro recurso. Si bien no se conocen casos de uso para riego, las aguas de salinidad relativamente baja, alrededor de 3 g/l, podrían utilizarse para especies forestales y hortícolas resistentes. Sin embargo, dado que sólo se localizan en los sectores de recarga preferencial, las reservas disponibles son escasas y su uso potencial se restringiría a emprendimientos de escala familiar. En cuanto al uso ganadero, es frecuente obtener agua apta para la bebida de los caprinos pero resulta más dificultoso cuando se trata de bovinos.

7.7. Hidroquímica de aguas subterráneas

Para el análisis hidroquímico de la zona de los humedales se procedió en primer lugar el revisar la información antecedente del área de estudio (cartográfica, meteorológica, geológica, geomorfológica e hidrogeológica) y se realizó una campaña de recolección de muestras de agua entre los días 20 al 23 de abril del corriente año. Las tareas durante la campaña consistieron en la medición de la profundidad del nivel freático en aquellos pozos donde fue posible su medición y la recolección muestras de agua de molinos y jagüeles (entre los 2 y 6 m.b.b.p.) que aprovechan el nivel acuífero situado inmediatamente por debajo de la cobertura arenosa.

Durante los días 20 y 21 de abril de 2005 se recolectaron 13 muestras de agua en molinos que estaban parados y jagüeles (Tabla 7.3). Las muestras fueron recogidas con un recipiente suspendido de una cuerda y en los puntos que se encontraban en funcionamiento el molino se tomó directamente, previo lavado en ambos casos de las botellas con agua del mismo pozo.

Tabla 7.3. Sitios de muestreo con las variables determinadas “in situ”.

Identificación	Nº Muestra	Latitud	Long.	NF (m)	T (°C)	pH	Conduc (uS/cm)
Molino Puesto Zabala	1	-36.27	-67.20		18.5	7.90	1990
Molino Puesto Zúñiga 1	2	-36.27	-67.22		19.0	7.87	3040
Jagüel Puesto Zúñiga 2	3	-36.28	-67.22		19.3	7.83	3550
Jagüel Puesto Zúñiga 3	4	-36.30	-67.21		18.8	7.60	3810
Molino Puesto Jacinto Ugalde	5	-36.05	-67.19	5,65	20.2	7.90	1900
Molino Puesto A. Ugalde	6	-36.00	-67.19	5,20	18.4	7.79	1842
Molino La Puntilla (puente) - Puesto Domínguez	7	-36.26	-67.18	3,06	20.5	8.30	3,62
Molino/Puesto La Aurora -(Algarrobo del Aguila)	8	-36.35	-67.16	2,70	18.0	7.72	4050
Molino Pte. Nuevo Algarrobo del Aguila	9	-36.41	-67.14		18.5	7.79	2860
Molino Puesto “Las 2 S”	10	-36.02	-67.18	5,70	20.0	7.80	1930
Molino Puesto “El Aguara”	11	-36.27	-67.18	1,78	20.2		
Molino Estancia La Buena Fe	12	-36.20	-67.20	3,05	21.0	7.85	4000
Río Salado Est. de Aforo “Paso del Loro”	13	-36.17	-66.75		20.0	9.58	11550

Las variables medidas “in situ” fueron: temperatura, pH y conductividad eléctrica y sus valores se detallan en la Tabla 7.4. Una vez obtenidas las muestras se almacenaron en botellas de polietileno de 1 litro de capacidad, sin burbuja de aire y resguardadas de la luz hasta su llegada al laboratorio para la

determinación de: *Residuo seco (105°C) alcalinidad, dureza total*. Componentes químicos mayoritarios: *cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, calcio, potasio, sodio, magnesio y nitratos*. Componentes químicos minoritarios y oligoelementos: *nitritos, amonio y fluoruros*.

Los parámetros físicoquímicos determinados a partir de las muestras de agua obtenidas en la campaña se detallan en la Tabla 7.3. En la Tabla 7.4 se resumen los valores máximos, medios, mínimos y desvío estándar.

Tabla 7.4 : Parámetros estadísticos de interés de las variables analizadas.

Variable	Medios	Mínimos	Máximos	D.Estándar
PH	7.93	7.40	8.42	0.32
Conduc. (mmho/cm)	9232.5	5920	14560	2413.2
Residuo Seco (mg/l)	6278.3	4190	10090	1994.5
Alcalinidad (mg/l)	257.1	130.0	345.0	54.8
Dureza (mg/l)	2066.7	560	3760	880.1
Cloruros (mg/l)	1404	566.0	2572.0	742.89
Sulfatos (mg/l)	2608.3	1900.0	4500.0	676.2
Carbonatos (mg/l)	0.0	0.0	0.0	0.0
Bicarbonatos (mg/l)	257.1	130.0	345.0	54.8
Calcio (mg/l)	827.5	224.0	1505.0	352.4
Magnesio (mg/l)	300.9	81.7	548.0	128.1
Sodio (mg/l)	821.2	90.0	3084.0	840.3
Potasio (mg/l)	28.80	7.0	66.0	17.00
Nitratos (mg/l)	13.40	5.1	37.4	10.70
Nitritos (mg/l)	0.12	0.069	0.213	0.05
Amonio (mg/l)	0.05	0.0	0.17	0.06
Flúor (mg/l)	2.47	1.96	3.34	0.45

En relación con los valores de conductividad, éstos varían entre 5900 y 14560 uS/cm. Los valores de pH registrados tuvieron una variación entre 7,40 y 8,42 registrándose los valores más altos en las muestras n° 7 (8,40) y n° 2 (8,30), y los más bajos en las muestras n° 10 (7,40) y n° 11 y 12 (7,51).

Respecto al contenido de residuo seco (105°C), los valores muestran una variación entre 4190 y 10090 mg/l. El máximo se encuentra en la muestra n° 4 (10090 mg/l) y en la muestra n° 11 (4190 mg/l) se registró el valor mínimo.

Considerando los valores de alcalinidad, éstos varían entre 130 y 345 mg/l. Los valores máximos se localizaron en las muestras n° 8 (345 mg/l) y n° 9 (315 mg/l), el valor más bajo registrado fue el de la muestra n° 2 (130 mg/l).

En lo que se refiere a dureza, los valores varían entre 560 y 3760 mg/l correspondientes a la muestras n° 4 y n° 8 respectivamente.

Con respecto a los iones mayoritarios, la concentración de cloruros está comprendida entre 566 y 2572 mg/l, registrándose el valor máximo en la muestra n° 8 (2572 mg/l) y los mínimos en las muestras n° 10 y n° 5 (566 mg/l). Los contenidos en sodio fluctúan entre 90 y 3084 mg/l, observándose el máximo valor en la muestra n° 4 y el mínimo en la n° 1. Los sulfatos tienen una concentración comprendida entre 1900 y 4500 mg/l. El valor máximo se registra en la muestra n° 4 (4500 mg/l) y el mínimo se observó en la n° 11 (1900 mg/l). Con relación al calcio, se tienen valores medidos entre 224 y 1505 mg/l, donde el máximo se halla en la muestra n° 8 (1505 mg/l) y el mínimo en la n° 4 (224 mg/l). Los tenores de magnesio están comprendidos entre 81,7 y 548 mg/l, el mayor valor se registró en la muestra n° 8 (548 mg/l) el mínimo en la n° 4 (81,7 mg/l). En cuanto a los nitratos, los valores fluctúan entre 5,1 (muestra n° 1) y 37,4 mg/l (muestra n° 9).

Tabla 7.5. Análisis de las muestras de agua de la campaña de abril del 2005.

Identificación	N° Muestra	Residuo Seco mg/l	Conduc tmmho/cm	pH	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ⁼ mg/l	Alcal. Total mg/l	CO ₃ mg/l	CO ₃ H ⁻ mg/l	Dureza Total mg/l	Ca ⁺⁺ mg/l	Mg ⁺⁺ mg/l	No ₃ ⁻ mg/l	No ₂ ⁻ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	F ⁻ mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l
Puesto Zabala	1	4830	5920	8.13	1029	2200	240	0.0	240	2340	937	340	5.10	0.075	0.00	2.88	90.0	14.50
Puesto Zuñiga 1	2	6210	8710	8.30	1878	2300	130	0.0	130	2700	1081	393	13.3	0.135	0.11	3.20	490.0	7.00
Puesto Zuñiga 2	3	8870	10590	8.13	2470	3000	285	0.0	285	2820	1130	410	10.3	0.085	0.00	3.30	1071.5	17.50
Puesto Zuñiga 3	4	10090	14560	7.93	1903	4500	290	0.0	290	560	224	82	9.9	0.213	0.17	2.40	3084.0	15.75
Jacinto Ugalde	5	4550	6440	7.86	566	2400	220	0.0	220	1520	608	221	5.9	0.074	0.00	2.28	479.0	16.50
Anguero Ugalde	6	4340	6420	7.95	695	2200	265	0.0	265	1300	521	190	9.9	0.169	0.08	2.98	635.0	33.50
Puesto Domínguez	7	6250	9430	8.40	1543	2800	220	0.0	220	2340	937	341	10.2	0.138	0.06	2.20	695.0	25.00
Zabala A. Águila	8	7470	10270	7.89	2572	2500	345	0.0	345	3760	1505	548	34.3	0.184	0.15	1.96	208.0	66.00
Molino A. Aguila	9	5590	7640	8.10	926	2700	315	0.0	315	2300	921	335	37.4	0.089	0.00	2.34	310.0	48.00
Las Dos Eses	10	4560	5930	7.40	566	2100	265	0.0	265	1280	512.5	186.5	8.6	0.074	0.00	2.18	530.0	13.50
Puesto El Aguará	11	4190	5900	7.51	720	1900	275	0.0	275	1360	545	198	9.4	0.075	0.00	2.44	476.0	18.50
Estancia La Buena Fe	12	8390	11070	7.51	1980	2700	235	0.0	235	2520	1009	367	6.7	0.069	0.00	2.04	1786.0	34.00
Paso del Loro R.S	13	48135	62200	8.45	21093	8500	245	0.0	245	6860	2746	1000	8.3	0.076	0.00	3.34	12720.0	150.00

En lo que se refiere a los iones minoritarios y oligoelementos, el nitrito tiene un contenido comprendido entre 0,069 mg/l y 0,213 mg/l, los máximos valores se registraron en las muestras n° 4 (0,213 mg/l) y n° 8 (0,184 mg/l), mientras que el mínimo en la n° 8 con 0,069 mg/l. En cuanto el contenido de amonio se observaron valores entre 0 y 0,17 mg/l, registrándose los máximos valores en las muestras n° 4 (0,17 mg/l) y n° 8 (0,15 mg/l). La concentración de flúor varía entre 1,96 mg/l y 3,34 mg/l teniendo el valor máximo el punto n° 3 con 3,30 mg/l y el mínimo en la n° 8 con 1,96 mg/l.

En el diagrama de Piper se observa que la mayor parte de las muestras (84,62 %) corresponden a la facies sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas (Fig. 7.14). En un porcentaje sensiblemente menor (15,38%) le siguen las aguas del tipo cloruradas y/o sulfatadas sódicas.

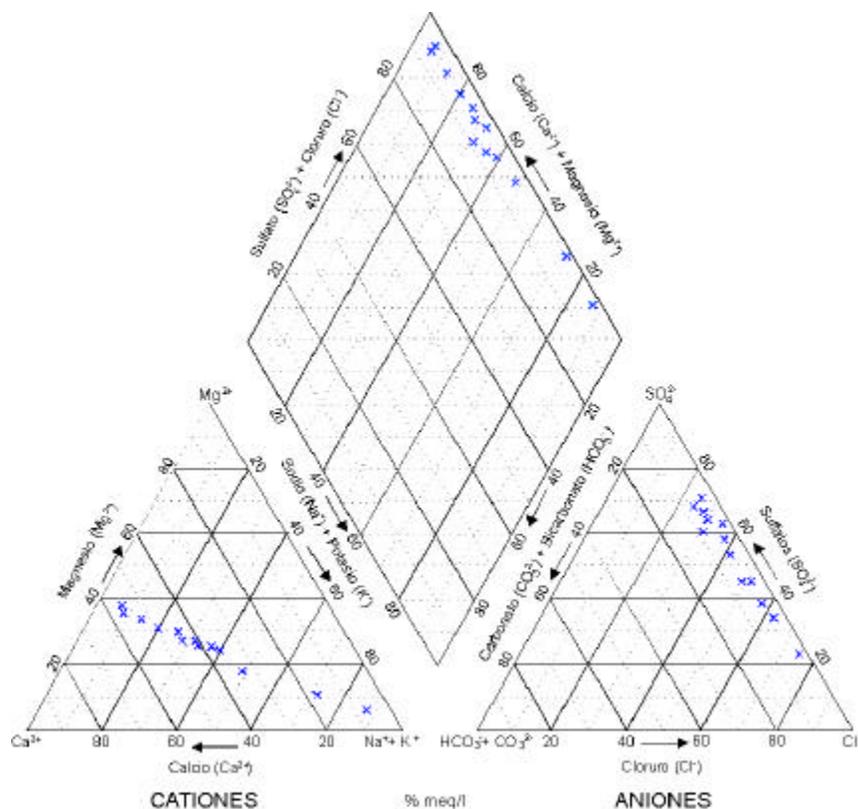


Fig. 7.14 Diagrama de Piper de las muestras recolectadas en la campaña.

Según el muestreo realizado por Bojanich (1979) se encontró que existían pozos de agua que supuestamente influenciados por la creciente del Arroyo La Barda, observándose en algunos de ellos ascenso de niveles y mejoramiento de la calidad del agua (Tabla 7.6 y 7.7). Como ejemplo se cita la muestra de la perforación en Jacinto Ugalde, con niveles estáticos que ascendieron de 8.60 m. (profundidad) y 6300 mg/l de sales (1969) donde el cauce estaba seco a 7.30 m. y 4819 mg/l de sales (1978) cuando sí corría el río. Bajo condiciones de intermitencias de los caudales del Atuel, resulta muy difícil realizar estimaciones sobre la recarga que puede provocar sobre toda la capa freática. Si a esto se agrega que las medias anuales oscilan entre 250-500 mm., sumado a la elevada evapotranspiración, las precipitaciones resultan deficitarias para una recarga eficiente, por lo cual se explicaría los elevados valores de residuo seco encontrados.

Tabla 7.6: Información de los sitios donde se realizaron muestreos en agua Bojanich (1980).

FECHA	Nº Muestra	DENOMINACION	UBICACIÓN	TIPO FUENTE	NIVEL ESTATICO (m)	CAUDAL (l/hora)
Río sin agua - Muestreo ESSO- SAPA 1969						
28/04/69	136	Chacra butaló	La Pampa	Pozo abierto (Balde a mano)	9.60	150
28/04/69	138	Comision de Fomento	Santa Isabel	Pozo abierto (bombeador)	7.20	2000
30/04/69	139	Depto Policía	Santa Isabel	Pozo abierto (molino)	9.50	1500
26/07/69	198	Molino Raúl	Est. Cochicó	Pozo abierto (molino)	10.00	2000
26/07/69	199	Pto. Victoriano	Est. Cochicó	Pozo abierto (Bomba)	9.00	3000
26/07/69	200	Pto. Barsola	Est. Cochicó	Pozo abierto (Bomba)	10.20	20000
28/11/69	288	J. Ugalde 1	SSE Cochicó	Pozo abierto (molino)	9.70	3.000
28/11/69	289	J. Ugalde 2	SSE Cochicó	Pozo abierto (molino)	8.60	3000
Río con Agua - Muestreo Bojanich 1978						
29/11/78	1	Pto. Angel Ugalde		Pozo cavado (molino)	6.44	1500
29/11/78	2	Pto abandonado A, Ugalde		Pozo cavado (molino)	10.77	1500
29/11/78	3A	pto. Los 3 amigos. J Ugalde		Pozo cavado (molino)		1500
29/11/78	3B	pto. Los 3 amigos. J Ugalde			7.30	
29/11/78	6	Chacras de Butaló		Pozo cavado (balde a mano)	11.85	300
01/12/78	22	La Puntilla -Alejo Agüero	Est. La Margarita	Pozo cavado subalveo (balde a mano)		
01/12/78	23	La Puntilla -Paulino Fuentes		Pozo cavado (balde a mano)		100
01/12/78	26	La Buena Fe	Lecho arroyo LB 1	Pozo cavado (molino)	2.00	1500
01/12/78	27	La Buena Fe	Lecho arroyo LB 2	Pozo cavado (molino)	1.60	1500
05/12/78	57	Pto. El Aguará	Lecho arroyo LB	Pozo cavado (balde a mano)	1.00	300
05/12/78	58	Pto. Zabala	Cauce del Arroyo LB	Pozo cavado (balde a mano)	0.10	300.00
05/12/78	61A	Pto. La Aurora		Pozo cavado (balde a mano)	3.00	300.00
02/12/78	61B	Pto. La Aurora		Pozo cavado (balde a mano)	2.90	300.00
05/12/78	59	Pto. La Porfia		Pozo cavado (balde a mano)	3.60	300.0
05/12/78	60	Pto. La Porfia		Pozo cavado (molino)	3.33	1500.0
29/11/78	7	Pto. Las tres víboras		Pozo cavado (molino)	6.53	1500.0

Estudio para la determinación del caudal mínimo necesario para el reestablecimiento del sistema ecológico fluvial en el curso inferior del río Atuel

Tabla 7.7. Análisis de las muestras de agua de Bojanich (1980).

FECHA	N° MUESTRA	RESIDUO SECO (mg/l)	pH	Cl- (mg/l)	SO4= (mg/l)	CO3= (mg/l)	CO3H- (mg/l)	DUREZA TOTAL - °F	Ca++ (mg/l)	Mg++ (mg/l)	F- (mg/l)	As (mg/l)	Na+ (mg/l)	K+ (mg/l)	NO3	NO2
Río sin agua - Muestreo ESSO- SAPA 1969																
28/04/69	136	10750		4071	2695	0	250	348.8	881	312						
28/04/69	138	1645		152	768	0	195	72.4	257	20						
30/04/69	139	4480		1133	1640	0	274	181.5	693	75					15	2
26/07/69	198	7820		3398	1488	0	232	514	1890	101						
26/07/69	199	4542		700	2064	0	341	219.3	714	99						
26/07/69	200	3528		566	1584	0	244	147.9	462	79						
28/11/69	288	5005		100	1920	0	128	193	652	75						
28/11/69	289	6300		2620	1248	0	102	106.8	408	30						
Río con Agua - Muestreo Bojanich 1978																
29/11/78	1	3710	7.4	504	1722	0	160	1950	640	85	2.2	0.1	320	36	6	0.08
29/11/78	2	12521	7.2	4350	1810	0	240	4860	1320	379	0.6		1730	149	10	0.02
29/11/78	3A	5550	7.7	720	2741	0	224	1800	560	97	1.6		976	28		0.01
29/11/78	3B	4819	7.4	810	1946	0	248	2120	768	486	1.8		626	30	17	0.08
29/11/78	6	7121	7.2	1830	1799	0	264	3060	1032	117	1.4		810	59	30	0.08
01/12/78	22	3385	7.5	568	1449	0	152	1532	470	86.5	1.0		402	35.6	0	0.05
01/12/78	23	5213	7.7	930	1925	0	92	1580	438	116	5.0	0.05	1061	62	2	0.07
01/12/78	26	3426	7.8	460	1440	0	132	1610	524	72.9	1.0		384	29	0	0.01
01/12/78	27	2082	8.1	326	732	0	144	830	276	34	1.0		283	22	0	0.01
05/12/78	57	3382	7.5	576	1397	0	164	1490	540	34	1.4		448	22	5.4	0.20
05/12/78	58	2796	7.9	548	1027	0	128	1250	336	99	1.4		393	23.45	0	
05/12/78	61A	8491	7.2	2260	1928	0	296	3100	948	177	1.0		994	70	11	0.2
02/12/78	61B	5450	7.8	1144	1596	0	172	2292	648	163	0.6		609	41	0	0.01
05/12/78	59	55656	7.5	25700	4583	0	120	9220	1316	1440	2.2		14720	133		
05/12/78	60	7667	8.1	1140	3255	0	164	2090	544	177	5.0	0.12	1141	69	50	0.12
29/11/78	7	10592	6.8	2540	3756	0	286	2900	728	262	2.6		2255	87		0.01

Si bien el residuo seco del Arroyo La Barda oscila en valores relativamente bajos (1000-2500 mg/l para Anguero y Jacinto Ugalde), los pozos del área aledaña poseen residuos por demás elevados. Por lo tanto para diluir y reducir tales valores, se requerirá de una creciente de un periodo mayor de tiempo para poder apreciar los beneficios con más efectividad. Se presume una acción muy lenta para llevar a cabo el reemplazo y dilución de las sales de los acuíferos que se suponen reciben influencia de la recarga.

En aquellos pozos alejados del río la recarga se produce por infiltración del agua de lluvia por lo que se infiere una recarga con retardo respecto a la época en que se produjeron las precipitaciones de importancia. La recarga natural que proporcionan las precipitaciones pluviales es efectiva en el mejoramiento de la calidad del agua, no así las variaciones de nivel, sobre todo si se compara con la que se produce por influencia de una masa mayor en forma permanente como es la proporcionada por los ríos y arroyos Bojanich (1980).

Por información verbal de los usuarios nos dieron a entender un mejoramiento de las fuentes como consecuencia de la crecida del río o cuando éste lo hacía en forma ininterrumpida antes de su represamiento aguas arriba.

Aparentemente sobre la interacción entre el curso superficial y el subterráneo, se podría decir que no es efectiva tanto en lo que hace a la variación de los niveles de los acuíferos donde se observa un descenso de los mismos, como en el desmejoramiento de la calidad en los pozos ubicados a la orilla del río cuando este no transporta agua de manera permanente.

A fin de poder comparar la variabilidad de la calidad de las aguas entre el muestreo realizado por Bojanich en 1978 y el que se realizó para el presente convenio en abril del presente año, se tomaron en cuenta sitios de muestreo en común y se relacionaron teniendo en cuenta, el residuo seco, cloruros y sulfatos (Fig. 7.15). De los mismos surge la clara evidencia del deterioro de la calidad de las aguas entre un muestreo y otro, cabe acotar que el muestreo realizado por Bojanich se hizo con el río corriendo, mientras que el presente con el cauce seco. El punto 5 (Jacinto Ugalde) no evidencia un deterioro probablemente por la distancia al cauce. En cambio el punto de 8 (Zúñiga) si presenta un deterioro muy importante en Cloruros entre las dos campañas debido que se encuentra en pleno bañado y el suelo alrededor del jaguel era muy salino.

7.8 Análisis de registros freaticométricos

Se dispone de un registro freaticométrico en el pozo N°2 ubicado en el puesto Anguero Ugalde (Fig. 7.16), durante el período 1999/2003. En la Fig. 7.17 se presenta el registro automático conformado por seis lecturas diarias del nivel freático con las precipitaciones diarias medidas en Algarrobo del Águila.

En general se puede observar que el nivel freático se profundiza hacia fines del verano y experimenta un rápido ascenso durante el otoño, manteniéndose estable durante el resto del año. Así, en el lapso caracterizado por un descenso gradual del nivel freático durante la temporada estival (noviembre/diciembre hasta marzo/abril), que involucra una profundización de 2 a 3 m. y está bien definido en 1999 y 2000; muy atenuado en 2002 y 2003 y no se evidencia en 2001. Al final de este lapso, el nivel freático experimenta una recuperación que podría interpretarse como una respuesta, con cierto retardo, a las precipitaciones ocurridas principalmente en marzo. Luego sobreviene un lapso invernal donde el nivel se mantiene estable o asciende levemente, reflejando el reducido efecto de la evapotranspiración (Fig. 7.5) y consecuentemente la efectividad de las lluvias de invierno, aun cuando son de poca magnitud (Fig. 7.3.). En primavera se insinúa una tendencia descendente del nivel freático, aunque se registran fluctuaciones que acompañan aquellos registros pluviométricos de importancia. Sin embargo, cuando la estación es seca, como ocurrió en 2003, la profundización del nivel es muy marcada.

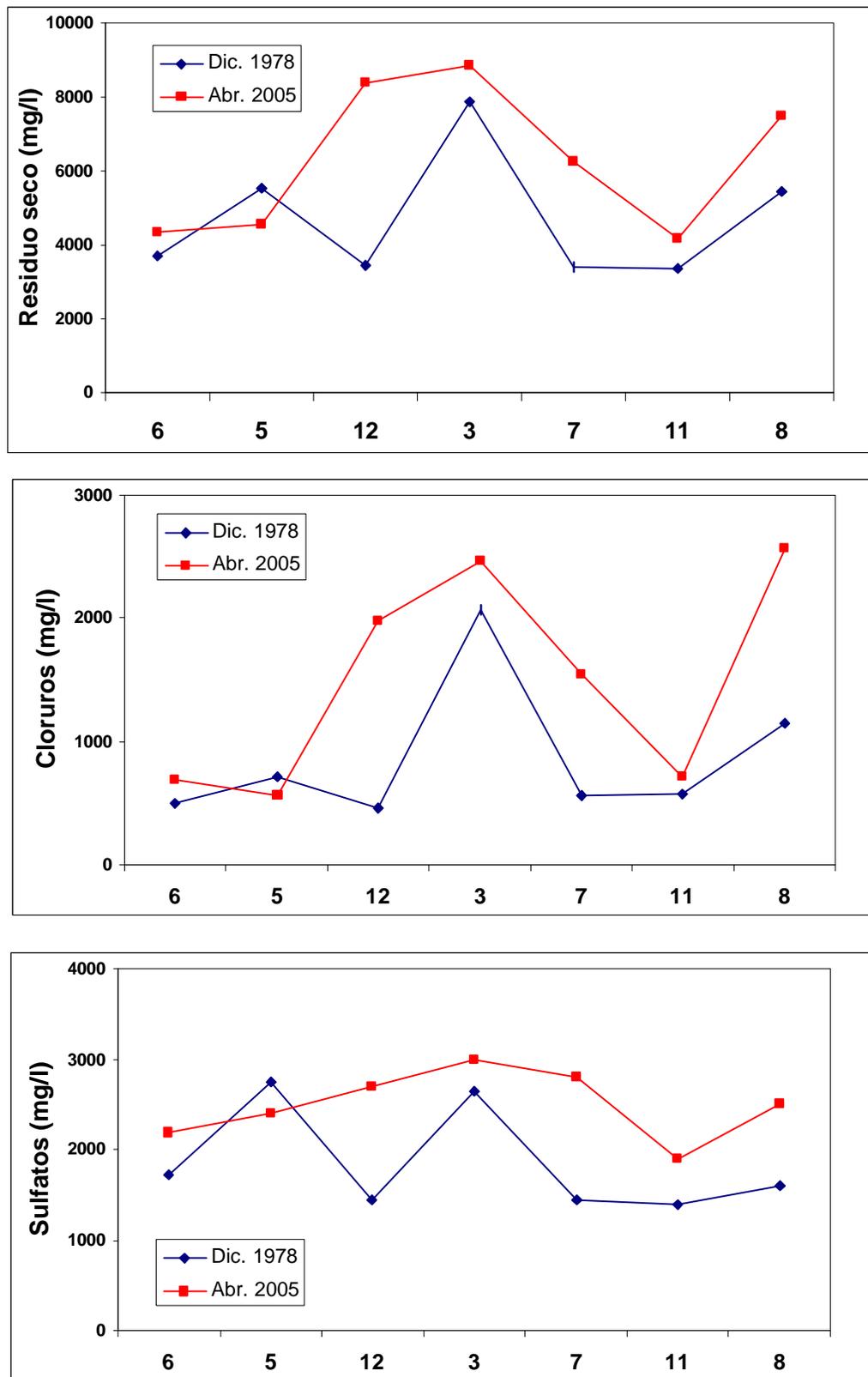


Fig. 7.15: Variación del Residuo Seco, Cloruros y Sulfatos entre los muestreos de Bojanich y de abril 2005 para mismos puntos de muestreo. Los valores de muestreo se grafican de Norte a Sur y su identificación corresponde con la presentada en la Tabla 4.3.

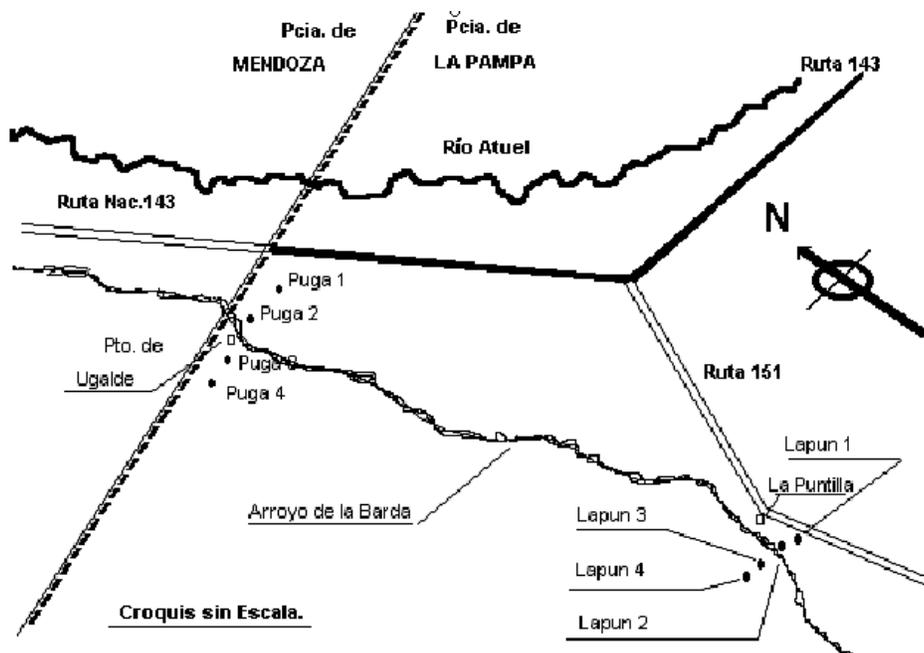


Fig. 7.16: Red piezométrica en el Arroyo de la Barda. Ubicación de los Puesto Angero Ugalde y La Puntilla. Convenio C.I.A.I.

En el área de estudio se dispone de dos líneas de control piezométrico dispuestas transversalmente al cauce y conformadas, en cada caso, por 4 pozos distribuidos de a pares en ambas márgenes (Fig. 7.15).

Una de las líneas se sitúa en inmediaciones del puesto Angero Ugalde y está formada por los piezómetros N° 1 y N° 2, situados respectivamente a 70 y 41 m. de la margen izquierda, y por los pozos N° 3 y 4, a 36 m. y 90 m. de la margen derecha. Las fluctuaciones del nivel freático medidas en el período 1995-2004 (Fig. 7.17) muestran variaciones similares en los cuatro puntos de registro y una oscilación importante entre los valores extremos de la serie (un mínimo de unos 2 mbbp y un máximo de algo más de 6 mbbp).

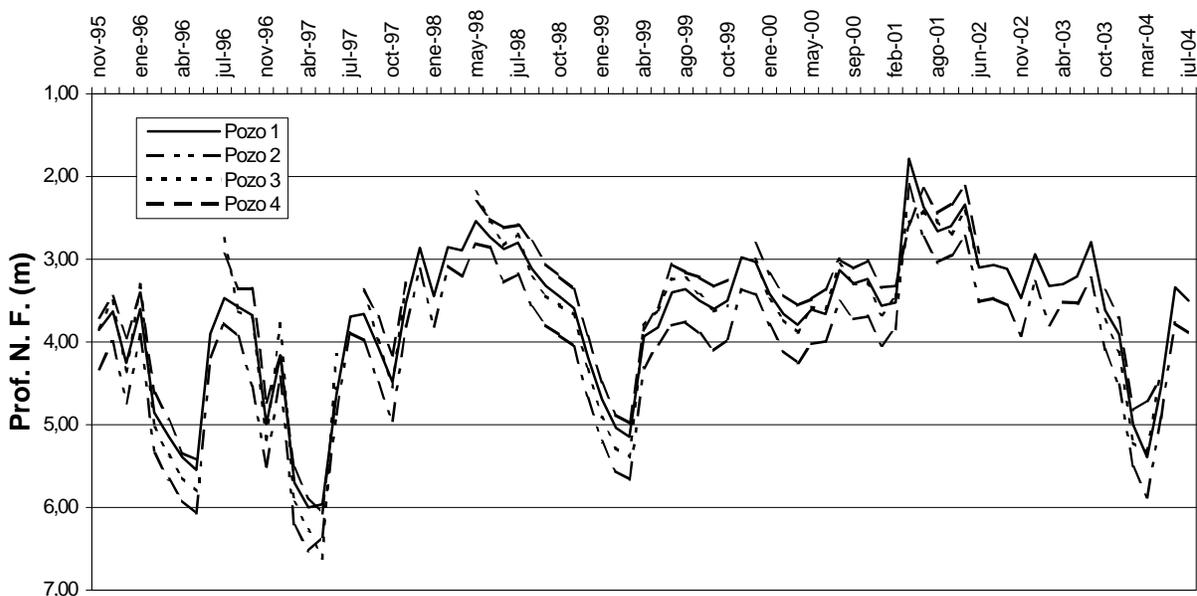


Fig. 7.18: Registros piezométricos en la línea de Angero Ugalde.

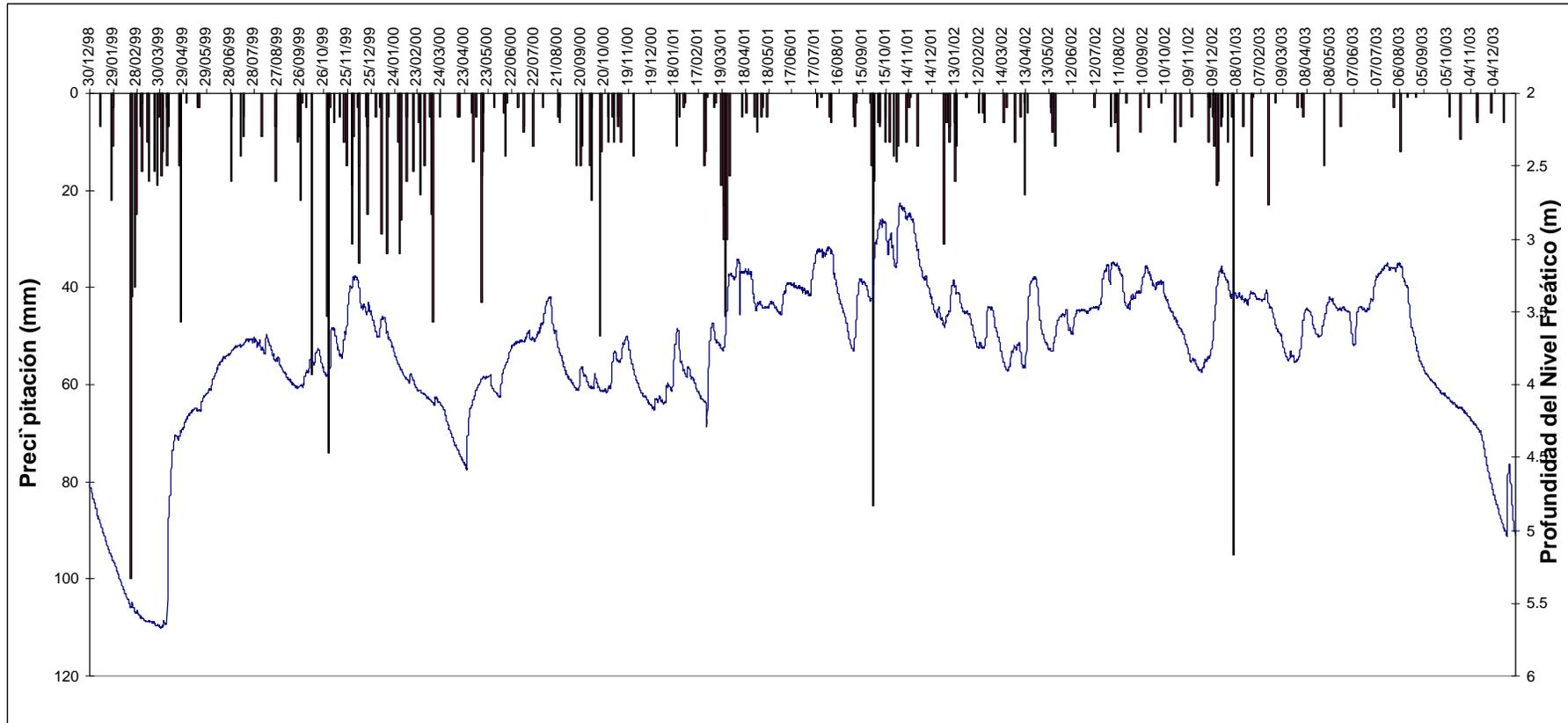


Fig. 7.17: Registro del nivel freático en el pozo N° 2 en el puesto Anguero Ugalde con las precipitaciones diarias medidas en Algarrobo del Aguila.

La segunda línea se ubica en el paraje La Puntilla (Fig 7.19). En este caso, los piezómetros N° 1 y 2 se distancian 46 y 26 m. desde la margen izquierda, respectivamente, mientras que en la margen opuesta se disponen los pozos N° 3, a 10 m, y N° 4, a 25 m. (Fig. 7.16). La serie 1995-2004 (Fig. 7.20) tiene un rango entre 1 y 5,50 mbbp pero con registros bien diferenciados para el pozo N° 1 donde siempre se miden las mayores profundidades de la superficie freática, debido a su mayor cota relativa.

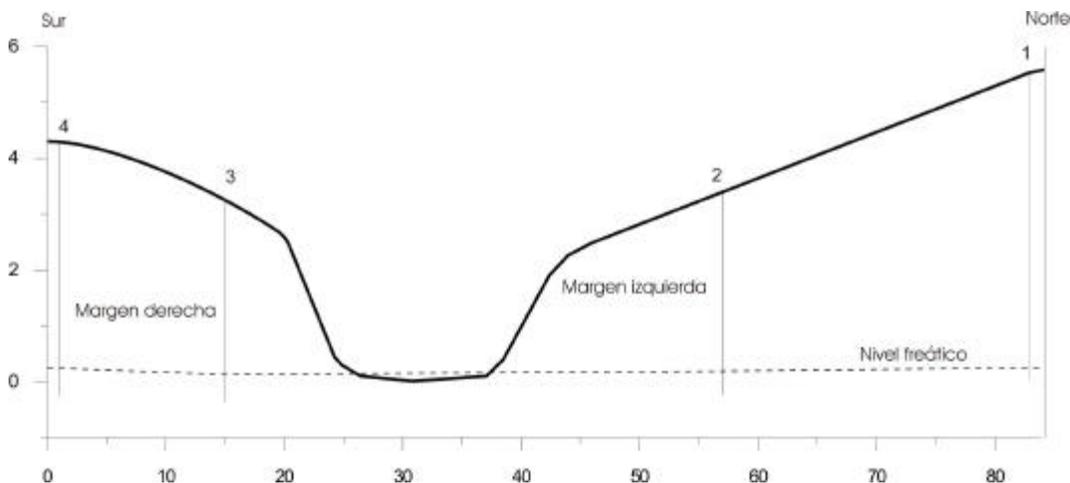


Fig. 7.19: Transecta de control piezométrico en la línea de La Puntilla

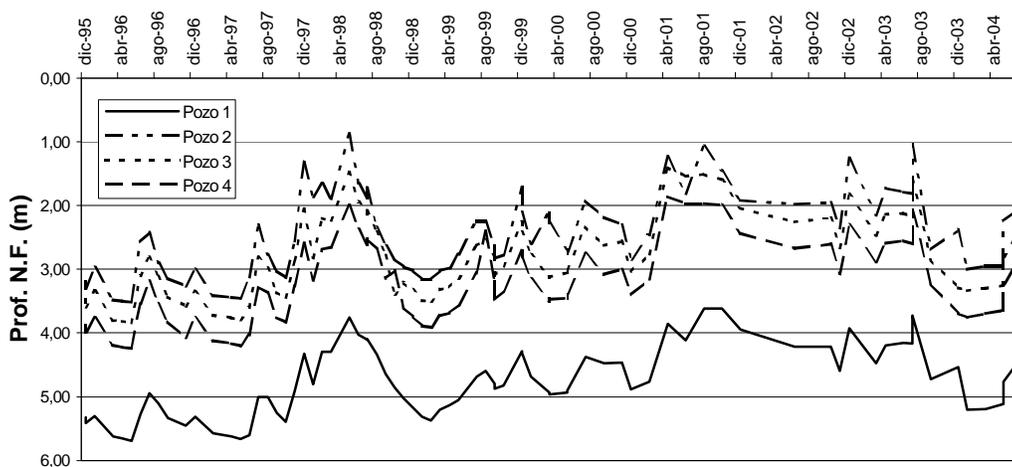


Fig. 7.19: Registros piezométricos en la línea de La Puntilla.

De un análisis general de ambas series se comprueba la misma tendencia observada en detalle en el freatigrama del Pozo N° 2 que el nivel freático se profundiza hacia fines del verano y experimenta un rápido ascenso durante el otoño, manteniéndose estable durante el resto del año. Ahora, en estas dos series que son más extensas se observa que en marzo-abril de los años 1998 y 2000 donde los niveles deberían experimentar un ascenso este no se produce, probablemente producido por el nivel de base del río. El año 2001 presenta un ascenso particular ya que el sistema se encuentra aparentemente al final de un período húmedo

7.9. Relación entre aguas superficiales y subterráneas

En los gráficos de los freatímetros se registran ascensos piezométricos que no parecen corresponderse con la pluviometría y en principio permiten asumir que existe otra variable que incide sobre las variaciones del nivel freático, por ejemplo el río. En la Tabla 7.8 puede verse que estas situaciones se corresponden, excepto en un caso, con momentos en que escurren caudales importantes por el sistema.

Tabla 7.8: Relación entre ascensos del nivel freático y caudales observados en el Arroyo de La Barda.

Período	Ascenso máx. aparente (en m)	Caudal (m ³ /s)	Día de observación	Lugar de observación
11/07 al 10/08 de 2000	0,28	12,4	28/07	A. Ugalde
15/01 al 21/01 de 2001	0,47	20,86	promedio	Carmensa
28/02 al 08/03 de 2001	0,67	22,46	promedio	Carmensa
17/07 al 08/08 de 2001	0,36	27,5	1/08	A. Ugalde
01/09 al 12/09 de 2001	0,46	19,2	promedio	Carmensa
13/04 al 30/04 de 2002	0,60	22,99	promedio	Carmensa
07/12 al 22/12 de 2002	0,55	28,5	21/12	La Puntilla
26/03 al 08/04 de 2003	0,36	18,7	10/04	La Puntilla
10/06 al 04/08 de 2003	0,49	29,7	15/07	J. Ugalde
20/12 al 23/12 de 2003	0,50	2,7	promedio	Carmensa

Estos ascensos no podrían atribuirse a una condición influente del río, al menos según la relación que se verifica en la sección de La Puntilla, para una condición de flujo superficial nulo (Fig. 7.21, donde la altura piezométrica del acuífero se ubica por encima del fondo del cauce).

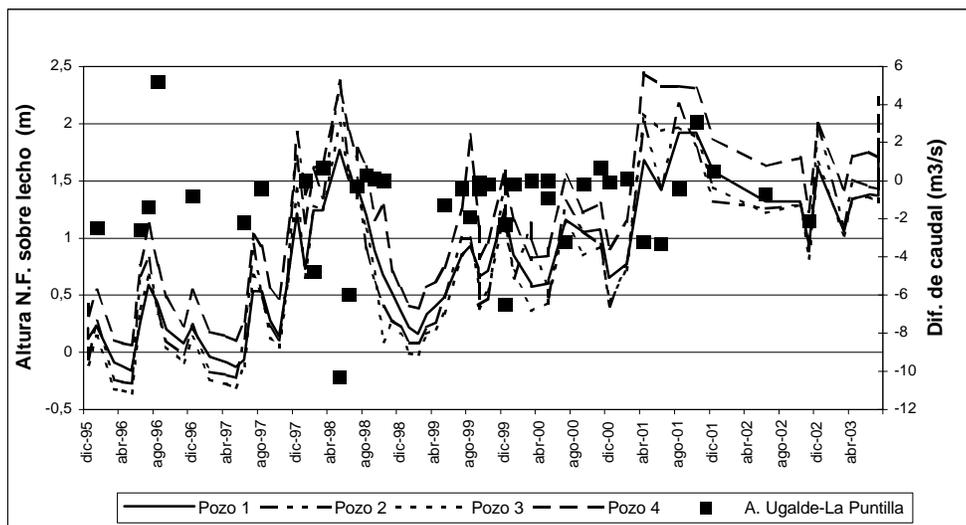


Fig.7.21: Relación entre las diferencias de caudal en el tramo A. Ugalde-La Puntilla y las oscilaciones del nivel freático en La Puntilla referidas al lecho del río.

Esa situación parece ser la que persiste a lo largo del tiempo, como se observa en la Fig. 7.21, donde los ascensos detectados se deberían a reajustes del perfil de depresión de la superficie freática ante los cambios del nivel de descarga producido por el tránsito de caudales capaces de generar una significativa elevación en el pelo de agua del río. En principio parece que las pérdidas más importantes se corresponden con ascensos del nivel pero lo mismo pasa con las ganancias. Lo primero tendría que ver con que la infiltración en el cauce produce la recarga del acuífero y lo segundo se explicaría por la condición efluente del río.

Sin embargo, debe aclararse que la significación espacial de este efecto, estaría restringida al entorno del cauce, probablemente sólo algunas decenas de metros en ambas márgenes y que su análisis requiere de una mayor información de detalle.

Finalmente, es muy importante aclarar que este mecanismo no puede generalizarse a todo el curso, ya que los ríos de llanuras se caracterizan por experimentar durante su recorrido cambios en su relación con las aguas subterráneas e incluso por tener un comportamiento opuesto en las riberas de una misma sección.

7.10. Simulaciones del caudal en Anguero Ugalde

Con el objetivo de estudiar de forma preliminar las alteraciones del comportamiento del Río Atuel en la zona de los humedales del Atuel se procedió a la implementación de un modelo hidrodinámico entre el tramo de La Angostura (Mendoza) y el Puesto de Anguero Ugalde (La Pampa). Esta modelación nos permitirá estimar el régimen natural del río a la entrada de los humedales, o sea no influenciado por el sistema de embalse de los Nihuales y analizar que escenario se presentaría si este complejo hidráulico no se hubiese construido.

Modelo Simulación Hidrodinámica Hec-Ras

El modelo hidrodinámico empleado es el Hec Ras. Este software, del Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del cuerpo de ingenieros del ejército de los EE.UU. (US Army Corps of Engineers), surge como evolución del conocido y ampliamente utilizado HEC -2, con varias mejoras con respecto a éste, entre las que destaca el hecho de ser un modelo hidrodinámico completo, lo que permite el análisis de escurrimiento no-permanente. El software cuenta también con una interfase gráfica de usuario que facilita las labores de preproceso y postproceso.

El cálculo de las profundidades y caudales generados a partir de una onda de crecida está basado sobre las ecuaciones de Saint Venant. El sistema puede resolverse para condiciones permanentes y no-permanentes. Las ecuaciones utilizadas son:

Conservación de Masa (Continuidad)

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (2)$$

Q = Caudal (m³/s)
 A = sección transversal (m²)
 q = Caudal específico (m³/s/m)
 x = distancia longitudinal del canal (m)
 t = tiempo (s)

Cantidad de Movimiento (Dinámica)

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{bQ^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} - g \frac{AQ/Q}{K^2} + q \frac{Q}{A} \cos \alpha = 0 \quad (3)$$

H = nivel de agua (m)
 b = coeficiente de corrección del momentum
 g = aceleración de la gravedad (m/s²)
 α = ángulo de incidencia del flujo
 K = conducción del canal
 n = coef. de Manning
 R = radio hidráulico (A/P)
 P = perímetro mojado (m)

Implementación y calibración

Para la representación de la geometría del cauce, se utilizó para todo el tramo de río una misma sección transversal media representativa, la que se muestra en la Fig.7.22. Las pendientes del cauce fueron obtenidas por medio del análisis del modelo digital del terreno (SRTM). En todo el tramo se adoptó la hipótesis simplificada que no existe ingreso de agua al sistema y solo en el tramo entre Carmensa y Anguero Ugalde se implementó una pérdida de caudal por infiltración al acuífero obtenida de la relación entre los caudales observados en Carmensa y A. Ugalde.

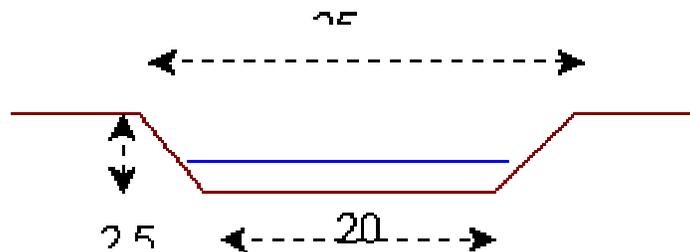


Fig.7.22: Sección transversal utilizada para la representación de Río Atuel

La calibración se obtuvo para el tramo comprendido entre las estaciones de Carmensa y de Anguero Ugalde. En la primera se contaba con hidrogramas de caudales medios diarios, desde mayo del 1985 hasta febrero del 2000, con una interrupción de datos entre octubre de 1990 y febrero del 1994. El período comprendido entre 1994 a 2000 presentaba muchos datos con caudales nulos que provocaban inestabilidades numéricas. Es por esto que se empleó para calibrar la serie comprendida entre mayo de 1985 a octubre de 1990, y la variable a ajustar es el parámetro n de Manning con respecto a los datos de caudales aforados en la segunda estación.

Los datos disponibles en Anguero Ugalde son valores puntuales de caudal, obtenidos por ocasión de toma de datos de calidad de agua por lo tanto, no son una serie continua de caudales diarios, motivo por el cual el ajuste es parcial. El resultado de dicha simulación se puede observar en el Fig. 7.23. El valor del parámetro n empleado fue de 0.035. Dada la poca disponibilidad de información (aforos, secciones, niveles, etc.) y que en general los errores entre los valores calculados con los aforos están en el orden de 2 a 3 m^3/s de diferencia, el ajuste obtenido puede considerarse aceptable.

Explotación del modelo

Una vez calibrado el modelo, se realizó la explotación del mismo propagando a lo largo del tramo desde La Angostura hasta Anguero Ugalde. Se simuló a lo largo de siete décadas de registros, dando como resultado hidrogramas en las dos secciones como los presentados en las Fig.7.24, 7.25 y 7.26. Si adoptamos que los desbordes en la zona de los humedales se produce para caudales superiores 30 - 35 m^3/s podemos observar en que los humedales del Atuel deberían tener un desborde por año durante el período de verano. Esta situación sólo se observa esporádicamente desde la construcción de los Nihules (1984), y acontece cuando la capacidad de regulación del sistema se encuentra superada.

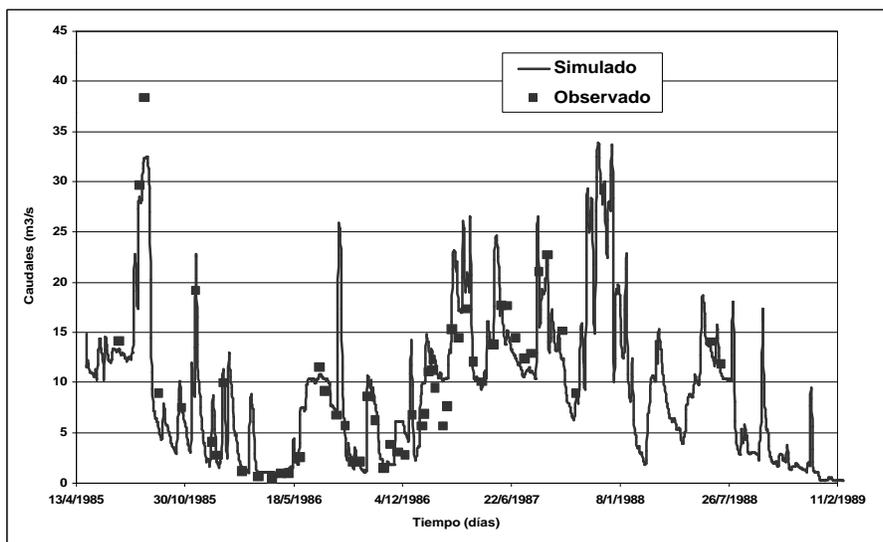


Fig. 7.23: Hidrograma calculado y valores puntuales observados de caudal Anguero Ugalde

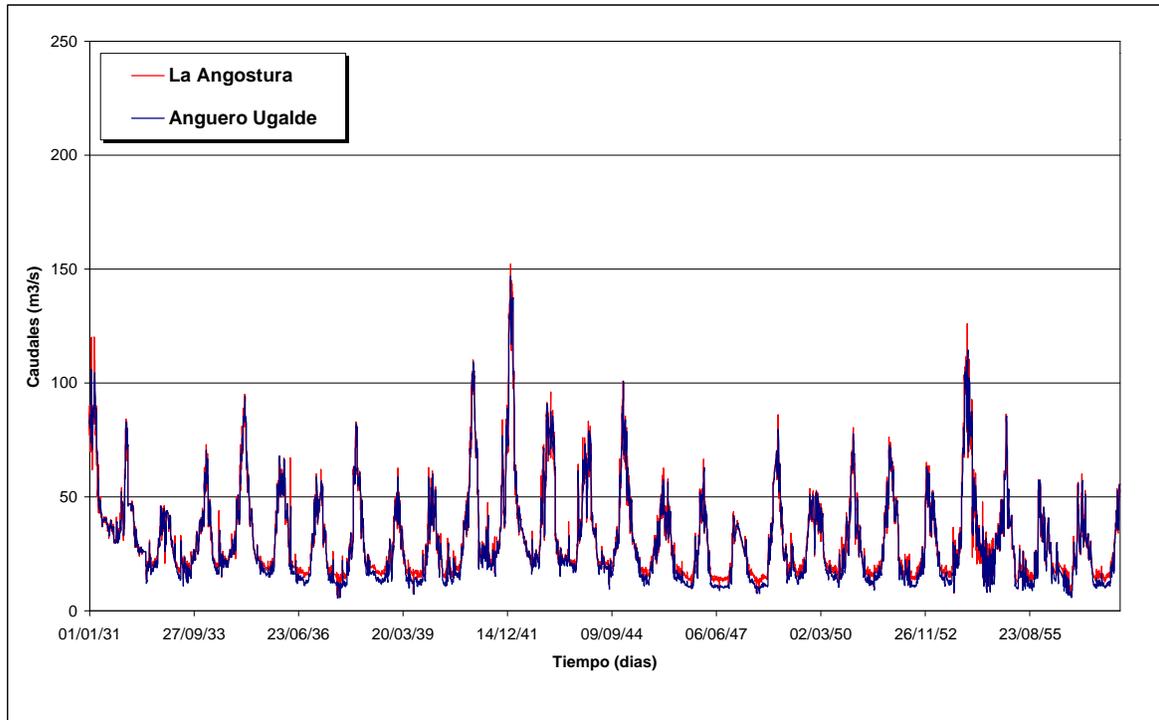


Fig. 7.24 Simulación del Río Atuel. Tramo La Angostura y Anguero Ugalde. Período 1931-1957.

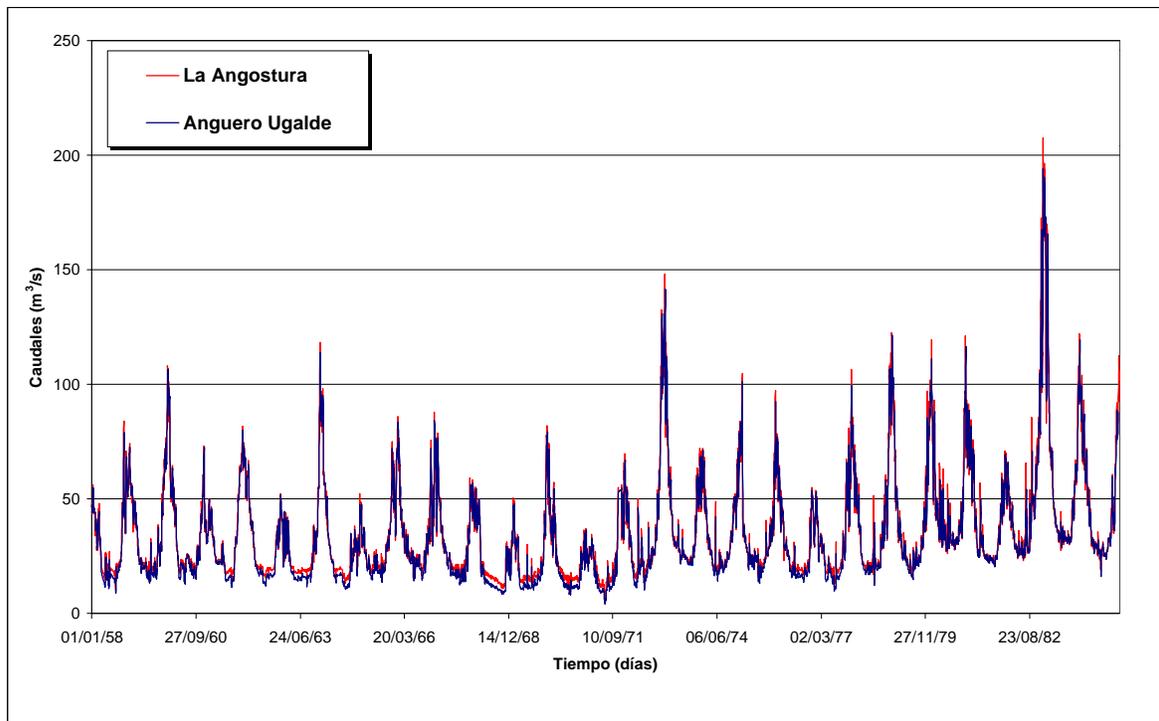


Fig. 7.25: Simulación del Río Atuel. Tramo La Angostura y Anguero Ugalde. Período 1957-1984.

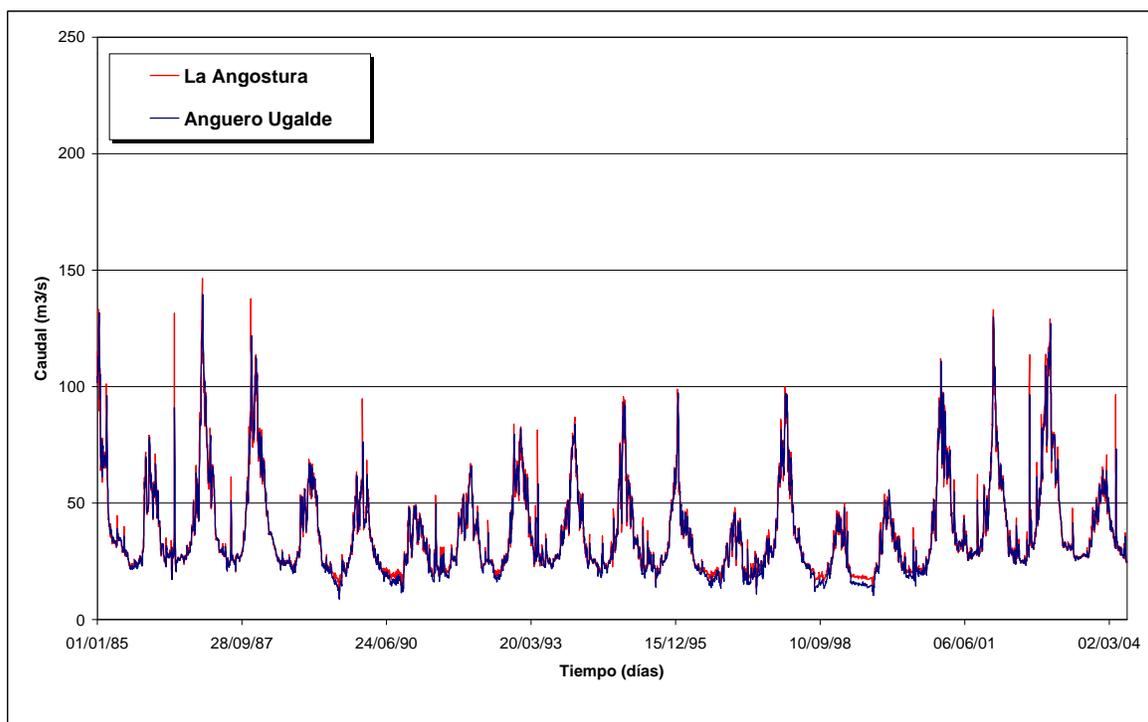


Fig. 7.26: Simulación del Río Atuel. Tramo La Angostura y Anguero Ugalde. Período 1985-2004.

7.11 Análisis de permanencia de caudales

Se realizó el análisis de duración o permanencia de caudales diarios para dos períodos de tiempos diferentes, uno largo (1931 a 2004) y otro corto (1985 a 2004).

Para el primer período se trabajó con los datos de la estación La Angostura y con los datos simulados numéricamente para la estación de Anguero Ugalde. La Fig.7.27 muestra que ambas curvas de permanencia son muy similares, pero presentan la particularidad que para permanencias altas, mayores a 60 %, (o sea caudales bajos, menores que 25 m³/s) los caudales son mayores en la estación de aguas arriba, lo que es atribuible a la pérdida de caudal por infiltración del lecho en del tramo final (Carmensa – Anguero Ugalde).

Para la serie corta, posterior a la construcción de los Nihuales, se presentan en la Fig. 7.28 las curvas de permanencia para las estaciones de La Angostura y Carmensa, ambos a partir de datos diarios observados, período 1/5/1985 al 30/6/2004. En la Fig.7.36 se presentan las curvas de la estación Anguero Ugalde a partir de datos diarios simulados para el período 1/5/1985 al 30/10/1989 con la alterativa con y sin embalse. En ambas figuras se puede observar el fuerte efecto de la regulación del sistema que reduce los caudales hacia aguas abajo. Por ejemplo para una permanencia del 50% tenemos un caudal de 30 m³/s en La Angostura y en Carmensa de 5.56 m³/s, efecto que es mayor en caudales altos. En la Tabla 7.9 se presentan los caudales para valores de permanencia específicos.

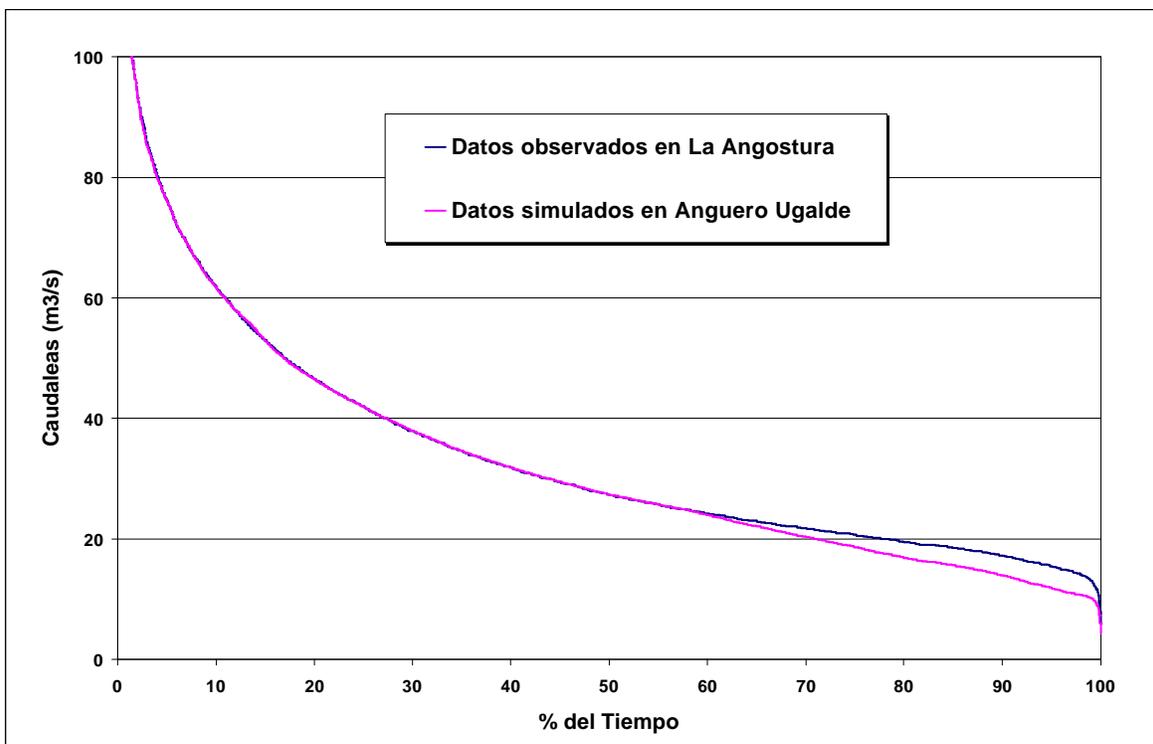


Fig. 7.27: Curva de permanencia de las estaciones La Angostura y Jacinto Ugalde, durante el período 1931 a 2004.

Las condiciones del lecho del río sugieren que se produce desborde en la zona de Anguero Ugalde para caudales mayores a 30 - 35 m³/s. Podemos observar por un lado (Fig. 7.29) que esos caudales son superados en La Angostura (aguas arriba de Los Nihules) aproximadamente 45 % del tiempo. Por otro lado, en la misma figura, vemos que el manejo del sistema de embalses no permite alcanzar en Carmensa (aguas abajo de Los Nihules) ese valor mínimo de desborde más que el 2 % del tiempo. Es decir, nos encontramos que antiguamente el desborde tenía una frecuencia del orden de 45 % y que actualmente casi no existe. La Fig. 7.36, que muestra los caudales que llegarían en A. Ugalde para las situaciones con y sin embalses, indica una conclusión similar. Si además tenemos presente que el sistema es fuertemente dependiente de los frecuentes desbordamientos del río Atuel para mantener los humedales debido a la alta evapotranspiración y escasa precipitación, entonces estamos frente a un sistema deficitario que no permitirá el mantenimiento del humedal a menos que el río Atuel desborde con la frecuencia y magnitud necesarias.

Tabla 7.9. Frecuencia de caudales (en m³/s)

Serie	Punto Medición	Datos	5 %	50 %	75%	95 %
1931-2004	La Angostura	observado	76.12	42.00	27.34	15.5
	Anguero Ugalde	simulado	76.06	41.99	27.37	11.84
1/5/1985 al 30/6/2004	La Angostura	observado	77.03	30.00	24.07	19.00
	Carmensa	observado	25.40	5.36	1.32	0.19
1/5/1985 al 31/10/1989	A. Ugalde sin embalse	simulado	84.35	29.86	25.09	19.88
	A. Ugalde con embalse	simulado	23.45	7.18	2.06	0.28

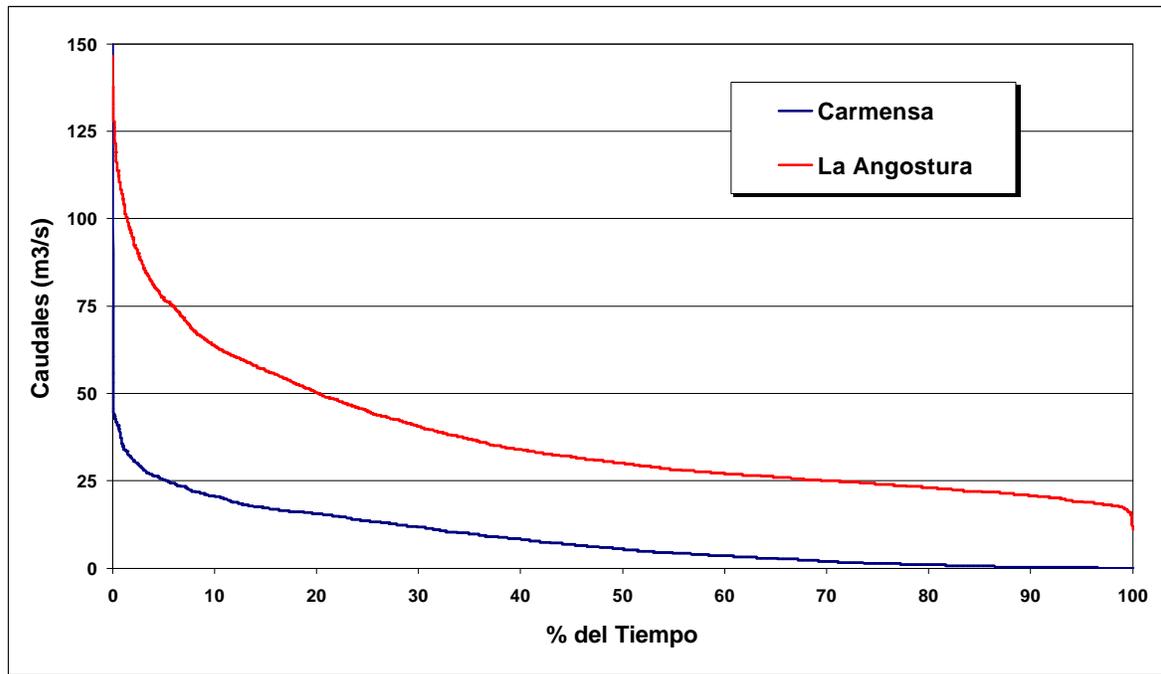


Fig. 7.28: Curva de permanencia observada de las estaciones La Angostura y Carmensa con datos diarios durante el período 1/5/1985 al 30/6/2004.

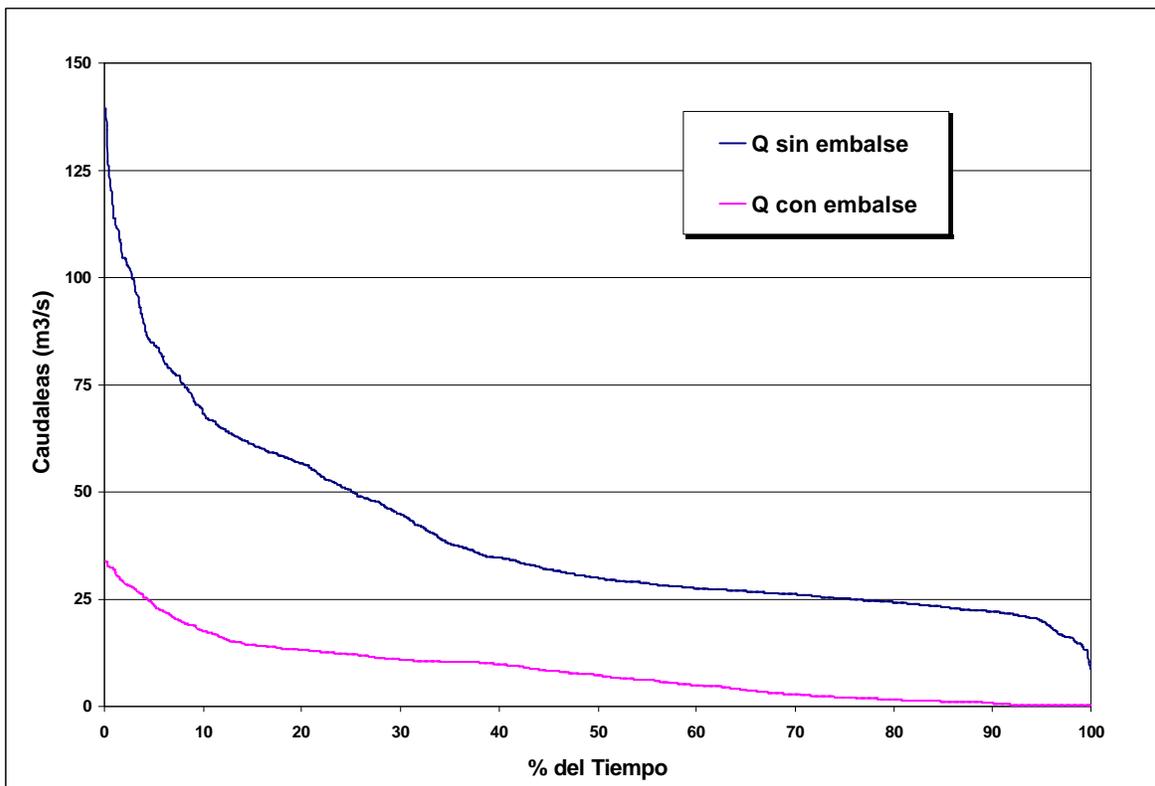


Figura 36: Curva de permanencia con datos diarios simulados de la estaciones Anguero Ugalde.

7.12 Conclusiones y Recomendaciones

El estudio hidrológico, regional como de detalle, nos permite concluir con bastante certeza que los humedales del río Atuel dependen fundamentalmente de los desbordes en dicha zona. La precipitación es poco relevante producto de la elevada evapotranspiración. Los datos observados en Carmensa y Anguero Ugalde, sumado a las simulaciones numéricas de diferentes escenarios, nos permite concluir que la regulación del río aguas arriba produjo una reducción de la frecuencia de los desbordes al 2 % mientras que naturalmente era del orden del 45 %. Este efecto produce un empeoramiento de la calidad del agua subterránea y si además el superficial escurre con una mayor carga de sales que la natural, es lógico pensar que la sustentabilidad del humedal, desde el punto de vista hidrológico, no es sustentable y su futuro está seriamente comprometido.

Es importante aclarar que el funcionamiento del humedal es muy complejo y que su correcto regulamiento debe sustentarse en una buena información base y de mayor frecuencia, por ello recomendamos la búsqueda de la siguiente información, alguna de ella existente pero de difícil acceso:

- Precipitación de la zona de Carmensa.
- Caudales en la estación Pto. Rincón del Atuel y de descarga del Embalse compensador Dique Valle Grande.
- Nivelación con precisión las líneas piezométricas en A. Ugalde y La Puntilla.
- Temperaturas diarias o medias mensuales, especialmente para el período desde 1995.
- Niveles y secciones del río Atuel desde La Angostura con sus propiedades hidráulicas.
- Curva de gasto de la estación de Anguero Ugalde.
- Ampliar la red de monitoreo de aguas subterráneas, con puntos que no necesariamente sean cerca del río y tomar medidas con mayor frecuencia.
- Mejorar la red de puntos de aforos: definir curvas de gastos y colocar limnigrafos.
- Instalar una red de estaciones de meteorológicas en la zona de los humedales.

7.13 Bibliografía y documentación consultada

- Alvarellos, E. y R. Hernández, 1982. *Recursos Hídricos Pampeanos*. Biblioteca Pampeana. Serie de Folletos 29/82.
- Análisis de las distintas cuencas hidrográficas de la provincia de La Pampa.
- Bojanich, E., 1979. *Investigación de los aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos sobre la cuenca de los ríos Atuel-Salado-Chadileuvú (provincias de La Pampa y Mendoza)*. Serie El Río Atuel, Tomo III, Administración Provincial del Agua de La Pampa. Santa Rosa 1980.
- Trabajo de consultoría contratado por la provincia de La Pampa tendiente a demostrar la interprovincialidad del río Atuel y establecer su uso aprovechamiento compartido. Se trata de una de los trabajos más relevantes, por la superficie abarcada y la diversidad de aspectos que abordados.
- Canals Frau, S., 1937. *Don Luis de La Cruz y su viaje a través de la Cordillera y La Pampa*.
- Cannelle, L. E., 1950. *Condiciones hidrogeológicas de la zona comprendida entre Telén, Santa Isabel y el valle de los ríos Salado-Atuel-Chadileuvú*. Dir. Gral. de Industria y Minería, informe inédito.
- Se trata de un reconocimiento hidrogeológico que aporta información del subsuelo, representando adecuadamente la secuencia hidroestratigráfica.
- Centro Investigaciones Geográficas (CIG), 1977. *Estudio Integral de la Cuenca del Salado*. Centro. de Investigaciones Geográficas CIG Sec. de Difusión y Turismo La Pampa.
- Estudio de aspectos físicos, biológicos y humanos de la cuenca. También aborda las modificaciones por factores naturales y antrópicos.
- Corte Suprema de Justicia. Vallejos, R., J.C. Paz García y A. Calcagno (Peritos), 1984. *Conclusiones Pericia Hidrológica. Tomo I La Pampa Pcia. c/Mendoza Pcia. s/ acción posesoria aguas y regulación de usos*.
- Contempla la definición del régimen hidrológico del Río Atuel, tanto en condiciones naturales, como considerando los aprovechamientos realizados.
- Corte Suprema de Justicia. Vallejos, R., J.C. Paz García y A. Calcagno (Peritos), 1984. *Pericia Hidrológica. Tomo II. Cap. 2 y 3. La Pampa Pcia. c/Mendoza Pcia. s/ acción posesoria aguas y regulación de usos*.
- Estimación de las pérdidas en cauces naturales analizando distintos subsistemas. Contiene una descripción del área, un balance de agua y de sales y análisis químicos.

- Corte Suprema de Justicia. Vallejos, R., J.C. Paz García y A. Calcagno (Peritos), 1984. *Pericia Hidrológica. Tomo III. Cap. 4 al 10. La Pampa Pcia. c/Mendoza Pcia. s/ acción posesoria aguas y regulación de usos.*
- Determinación de parámetros físico-químicos y biológicos de las aguas del Río Atuel y su variación debida a los distintos usos o a la mezcla de otras aguas.
- Corte Suprema de Justicia. Vallejos, R., J.C. Paz García y A. Calcagno (Peritos), 1984. *Pericia Hidrológica. Tomo IV. Anexo I-II. La Pampa Pcia. c/Mendoza Pcia. s/ acción posesoria aguas y regulación de usos.* Anexo I: Campaña de aforos y muestreo del Río Atuel y de los canales de riego entre Valle Grande y La Puntilla (LP). Incluye datos de aforo, control de curvas h-Q, registros limnimétricos y serie de caudales. Anexo II: Información climatológica.
- Covas de García, M. R. y N. B. Medus, 1987. *Determinación y descripción de los límites de la cuenca del Desaguadero-Salado-Chadileuvú-Curacó.*
- Difrieri, H.A., 1980. *Historia del río Atuel.*
- Difrieri, H.A., 1983. *Historia del conocimiento geográfico e hidrología de los ríos de la cuenca Desaguadero-Salado-Chadileuvú-Curacó.*
- Dirección Nacional de Geología y Minería, 1970. *Perfiles de perforaciones.* Publicación 153, Buenos Aires. Perfil litológico, ensayos hidráulicos y análisis químicos de los acuíferos (1 freático y 4 confinados) atravesados en la perforación Santa Isabel N°1, que alcanzó los 163 m de profundidad.
- Dornes, Pablo F, 2001. *Descripción Hidrológica del tramo del río Atuel entre Carmensa y Puesto Anguero Ugalde.* Dirección de Aguas, Provincia de La Pampa.
- Franklin Consult S.A.-Geonimes S.A. *Anteproyecto definitivo de la red primaria de riego del río Atuel.* Gobierno de Mendoza, Ministerio de Obras y Servicios Públicos, Dirección de Hidráulica. Tomo 1 y Tomo 2.
- Gentili, C. A., 1948. *Informe hidrogeológico de la zona de Paso de los Algarrobos.* Dir. Nac. de Geología y Minería, Informe Técnico 21. Buenos Aires 1964.
Este informe presenta información general y efectúa algunas precisiones sobre acuíferos confinados y contiene análisis químicos de aguas freáticas.
- Hernández, R., 2004. *Colonia Agrícola Butalo.* Fundación Chadileuvú (edición en CD).
- Interconsult Consultores Asociados y C. Opezzo, 1978. *Estudio preliminar de la sistematización fluvial del río Salado y del Aprovechamiento del río Atuel en Santa Isabel.* Informe Final.
Se refiere a potenciales obras de embalse y sistematización del cauce, contemplando alternativas de bajo costo.
- Interconsult S.A. e Ingeniería Hidráulica S.C., 1982. *Reconocimiento edafológico del área regable con aguas del río Atuel en la zona de Santa Isabel.* Informe Final.
- Morisoli, E., 2004. *El río Atuel.* Temas Pampeanos. Fundación Chadileuvú (edición en CD).
- Picandet, P., 1979. *Aspectos hidrológicos del río Atuel.* Estudio Técnico.
- Picandet, P.E., 1980. *Estudio de Investigación Hidrológica de la Cuenca del río Atuel.* Provincia de La Pampa. EL RÍO ATUEL ES INTERPROVINCIAL. Tomo V.
- Ramos, P., 1833. *Exposición del coronel Pedro Ramos.* Recorrida de la zona del encuentro entre el Chadileuvú y el Atuel.

CAPÍTULO 8: Flora y Vegetación

Lic. Graciela Lorna Alfonso
Dr. Anibal Oscar Prina
Lic. Walter A. Muiño
Ing. Ernesto F. Morici

8. Flora y vegetación

8.1. Introducción

La región denominada “bañados del Atuel” posee un gran interés ecológico. Esta cuenca, que abarca la porción noroccidental de la provincia de La Pampa para seguir luego hacia el SE, constituye un área a tenerse en cuenta en las políticas de desarrollo económico de la región. Así lo evidencian los informes realizados hace más de 100 años durante las mensuras catastrales.

Si bien la vegetación predominante en este área es muy homogénea y típica de ambientes salinos, recientes estudios botánicos ponen de manifiesto la existencia de especies no citadas para la provincia con anterioridad. (Alfonso et al. en prensa)

Debido al proceso de desecamiento de los bañados, la estructura de la vegetación y los elementos representantes de la flora han variado drásticamente respecto de la configuración que presentaba hace un siglo (Domínguez et al, 1885).

En el diario de viaje de Luis de la Cruz, realizado en el año 1806 con la finalidad de reestablecer el antiguo camino que unía las “ciudades imperiales” del sur de Chile con Buenos Aires (Morisoli, 2001), queda registrada “la presencia de una flora palustre rica y extensa, hoy extinguida por desecación y salinización de los lechos. Dilatados totorales y carrizales circundaban los remansos, bañados y brazos del Atuel y del Chadileuvú” (Steibel, 2001).

La magnitud de esta vegetación queda demostrada por el propio viajero cuando describe un sitio de las márgenes del Chadileuvú: “Los carrizales imposibilitan la entrada hasta la orilla, porque el piso está pantanoso y con agua”. (de la Cruz, L. 1969).

Las evidencias de estos cambios sufridos a lo largo del tiempo justifican la intervención desde los diferentes niveles de participación pública y privada, para lograr la recuperación de estos humedales tanto por su valor ecosistémico como productivo en el marco de un desarrollo sustentable.

Desde el punto de vista florístico, el área que nos ocupa pertenece al Dominio Chaqueño, Provincia del Monte, (Cabrera, 1976), correspondiente a una de sus variantes: la estepa arbustiva de Larrea divaricata, tan frecuente en esa amplia región que se extiende por el W de Argentina, desde el Valle de Santa María en Salta hasta Río Negro y Chubut.

Monticelli en 1938 realiza un mapa esquemático de la vegetación, la describe en forma somera y cita sus especies más importantes. Agrega listas florísticas de las asociaciones halófilas y sammófilas y enumera las especies reconocidas y herborizadas. Esta obra constituye un hito importante en el conocimiento de la vegetación de la provincia, pues es el primer trabajo en que se la describe en forma ordenada.

Stieben en 1946 distingue las siguientes grandes formaciones vegetales en La Pampa: 1) estepa de gramíneas; 2) bosque xerófilo; 3) fachinal; 4) semidesierto; 5) meseta basáltica; 6) flora halófila; 7) flora de los médanos; 8) flora de los salitrales, y 9) flora petrófila. En su mapa de regiones naturales (escala 1:500000) ubica las áreas de pradera, bosque xerófilo, fachinal, semidesierto y meseta basáltica.

Covas en 1964 divide al territorio pampeano de Oeste a Este en tres sectores y basándose en la terminología usada por Parodi (1945) y Cabrera (1953) los reconoce como pertenecientes a las Provincias del Monte, Bosque Pampeano (distrito del caldenal) y Estepa pampeana, respectivamente. Con respecto a estudios de algunas comunidades vegetales de la provincia o de trabajos sobre otras formaciones del país, representadas también en La Pampa, se hace mención a los más importantes.

Morello en 1958 estudia la provincia fitogeográfica del monte, presentando un mapa (escala 1:2000000) con la distribución de ésta “formación” en la Argentina e indicando sus relaciones con la

vegetación del Chaco y del Espinal. En lo que respecta a La Pampa, aparecen las áreas atribuidas por este autor al monte y al espinal. Cuello en 1968 hace una descripción fisiográfica- climática del área ocupada por el Dpto. Chicalco, mencionando la flora y fauna más representativa de los micropaisajes de la barda.

En el año 1980 se publica el “Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la provincia de La Pampa” en esta obra Eduardo Cano como responsable de los estudios de Flora y vegetación, compila la información precedente, registra la clasificación, cartografía y datos actualizados de vegetación.

8.2. Objetivos

- Realizar el análisis de los componentes florísticos y de vegetación que se desarrollan en el área.
- Elaboración de catálogos florísticos que incluyan ubicación taxonómica, origen geográfico y tipos biológicos de los taxones registrados.
- Obtención de índices de Biodiversidad taxonómica.
- Determinación de las comunidades, elaboración de censos florísticos y espectros biológicos de cada una de las comunidades.

8.3. Metodología

8.3.1. Metodología para el estudio florístico

Los estudios florísticos llevados a cabo en las áreas relevadas consistieron en la prospección de los lugares donde se realizaron censos de vegetación y de las adyacencias con el objetivo de elaborar las listas florísticas correspondientes. Para cada uno de los taxones relevados se determinó su ubicación sistemática en las categorías de Orden y Familia y se consignó él o los nombres vulgares utilizados en la región en el caso que los tuvieran (Anexo I).

Para los análisis posteriores además de los listados realizados en el campo, se utilizaron datos florísticos obtenidos a partir del material de herbario depositado en SRFA y de la base de datos de dicho herbario.

Posteriormente se realizó una lista florística por Familia; del análisis de la misma se confeccionó un cuadro resumen considerando el número de taxones de cada una y su relación porcentual.

8.3.2. Metodología para el estudio de la vegetación

La evaluación de las áreas se realizó a partir de censos florísticos completos. En base a los censos se detallaron las características principales de las comunidades: formación, fisonomía, estructura, estratificación y composición florística.

Se realizaron 41 censos, previa determinación del área mínima y al mismo tiempo se completó el relevamiento de la riqueza florística mediante una recorrida por los alrededores de cada área. Los sitios de muestreo fueron georeferenciados y fotografiados.

Los censos florísticos se realizaron siguiendo los principios elaborados por el Centro de Estudios Fitosociológico de Montpellier (Francia). La ubicación de los sitios se llevó a cabo previamente en laboratorio en base a Imágenes satelitales, con el propósito de obtener la mayor representatividad de las áreas muestreadas.

La selección del tamaño de la unidad de muestreo se basó en el concepto de área mínima. En la misma se efectuó el censo correspondiente consistiendo en listar las especies presentes y adjudicar a cada una de ellas un valor estimado de abundancia –cobertura. Este valor se expresa siguiendo la escala propuesta por Braun Blanquet (1950) siendo esta: + = 0.1-5%; 1 = 5-10%; 2 = 10-25%; 3 = 25-50%; 4 = 50-75%; 5 = 75-100%.

Por otra parte también se considero la formación que es el conjunto de vegetales que pueden pertenecer a distintas especies, pero que presentan en su mayoría caracteres convergentes en su forma y por ello en su comportamiento (Godron & al,1968). Los elementos que integran cada formación son leñosos, gramíneos y herbáceos. Se consideró formación leñosa alta (2-8m), baja (1-2m) y muy baja (0,50-1m). La formación gramínea intermedia de 0,50 a 1m de altura y formación gramínea baja de 0.05 a 0,50 m de altura. En la descripción de la formación se agregan valores de cobertura en base a la siguiente escala: muy rala =1 a 5%; rala = 5 a 10%; muy abierta = 10 a 25%; abierta = 25 a 50%; densa = 50 a 75%; muy densa = 75 a 100%

Por otra parte también es importante determinar la regularidad o irregularidad de la estructura, la que puede considerarse en dos planos, vertical o horizontal. La regularidad de la estructura en el plano vertical se refiere a la altura más o menos uniforme de los elementos que integran. La irregularidad se presenta cuando los elementos poseen altura muy diferente entre sí. En el plano horizontal la misma puede presentarse en forma homogénea o heterogénea dependiendo entre otras variables del microrelieve del área

A fin de consignar la composición florística se enumeran las especies presentes en cada estrato, detallando la abundancia-cobertura en el área. Las especies fueron clasificadas en cuatro categorías: dominantes, codominantes, acompañantes y ocasionales.

Con los valores de abundancia-cobertura, se obtuvo el peso relativo de cada especie y a partir de estos resultados se calculó para cada censo el índice de diversidad según Shannon-Weaver.

$$H' = \sum_{i=1}^S P_i * \text{Log}_b P_i$$

donde:

H' = es el índice de diversidad

S = es el número de especies

Pi = es el número de individuos de la especie "i" dividido por S

Además con los mismos censos se realizaron los espectros biológicos de cada área considerando la abundancia-cobertura y el tipo biológico de cada especie según la clasificación de Raunkiaer (1934).

8.4. Resultados

La tabla 8.1 expresa los taxones presentes en el área de estudio discriminados para cada familia y su porcentaje relativo.

Tabla 8.1: Taxones presentes en el área de estudio

Familias	Taxones	Porcentaje
Aizoaceae	1	0.46
Amaranthaceae	1	0.46
Amaryllidaceae	2	0.93
Anacardiaceae	2	0.93
Apiaceae	3	1.40
Asclepiadaceae	3	1.40
Asteraceae	46	21.59
Boraginaceae	6	2.81
Brassicaceae	6	2.81
Cactaceae	3	1.40
Calyceraceae	2	0.93
Capparaceae	1	0.46
Caryophyllaceae	3	1.40
Chenopodiaceae	14	6.54
Convolvulaceae	1	0.46
Cyperaceae	1	0.46
Ephedraceae	2	0.93

Euphorbiaceae	2	0.93
Fabaceae	13	6.10
Frankeniaceae	1	0.46
Gentianaceae	2	0.93
Geraniaceae	1	0.46
Hydnoraceae	1	0.46
Hydrophyllaceae	1	0.46
Juncaceae	2	0.93
Lamiaceae	1	0.46
Malvaceae	6	2.81
Martyniaceae	1	0.46
Nyctaginaceae	1	0.46
Olacaceae	1	0.46
Onagraceae	2	0.93
Papaveraceae	1	0.46
Passifloraceae	1	0.46
Plantaginaceae	4	1.87
Plumbaginaceae	1	0.46
Poaceae	35	16.4
Polygalaceae	2	0.93
Polygonaceae	1	0.46
Primulaceae	2	0.93
Ranunculaceae	1	0.46
Rhamnaceae	1	0.46
Scrophulariaceae	1	0.46
Solanaceae	14	6.57
Tamaricaceae	1	0.46
Typhaceae	1	0.46
Urticaceae	2	0.93
Verbenaceae	10	4.67
Violaceae	1	0.46
Zygophyllaceae	2	0.93
TOTAL	213	100

A partir de estos datos se pone en evidencia que del número de familias (49 registradas en el área) 23 están representadas por un único taxón, 12 por dos taxones, mientras que Asteraceae y Poaceae son las familias mejor representadas con 46 y 35 taxones respectivamente. En la Fig. 8.1 se muestra la relación entre familia y número de taxones.

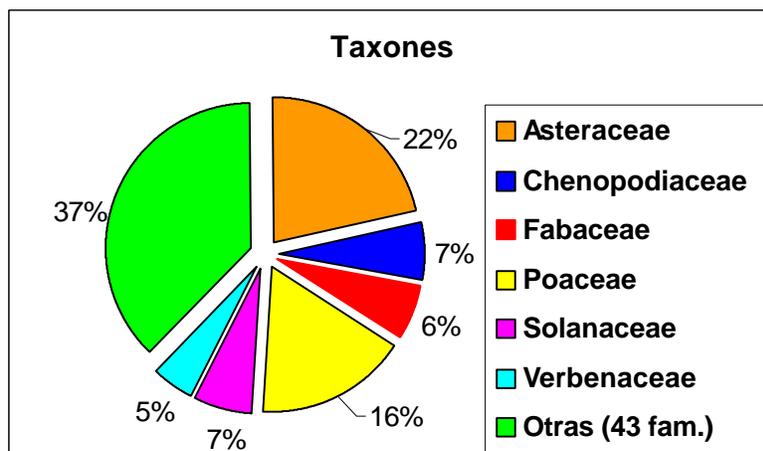


Fig. 8.1: Relación entre familia y número de taxones.

Otro de los parámetros tenidos en cuenta en estos estudios fue la composición florística por origen de los taxones. Las categorías que se consideraron fueron:

- Adventicios: Incluye los taxones introducidos de origen foráneo.
- Nativos endémicos: Incluye los taxones cuya distribución es exclusiva de Argentina.
- Nativos no endémicos: Incluye los taxones cuya distribución es propia de Argentina y de países vecinos.

A partir de las listas florísticas se realizaron tablas resumen con la información del número de taxones y la relación porcentual para cada categoría de origen. En un archivo adjunto se listan los taxones y se establecen sus orígenes.

Tabla 8.2: Composición florística por origen de los taxones

Origen	Número de taxones	Porcentaje
Endémicas	51	23.9
Nativas	125	58.7
Adventicias	37	17.4

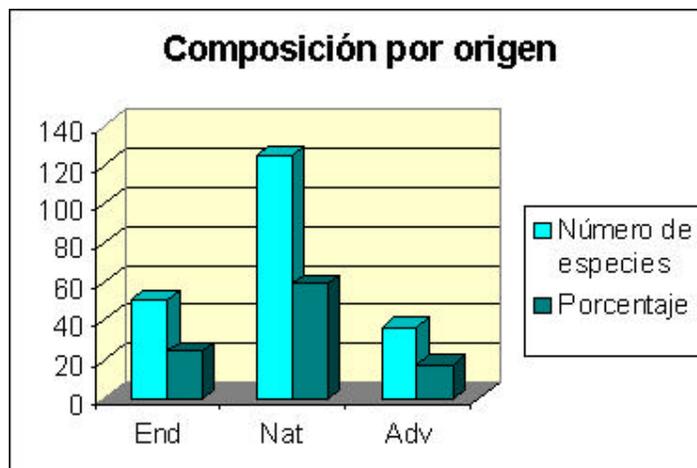


Fig. 8.2: Composición florística por origen de los taxones.

Otro factor analizado sobre la base de los listados florísticos fue el tipo biológico correspondiente para cada uno de los taxones involucrados según la clasificación de Raunkiaer (1934). Los tipos biológicos considerados corresponden a las siguientes categorías:

- Caméfito: plantas perennes con las yemas de renuevo hasta 25 cm del suelo.
- Criptófito: plantas perennes con las yemas de renuevo bajo la superficie del suelo o agua.
- Hemicriptófito: plantas perennes con las yemas de renuevo a ras de suelo.
- Nanofanerófito: plantas perennes con las yemas de renuevo entre 0,25 y 2 m de la superficie del suelo.
- Microfanerófito: plantas perennes con las yemas de renuevo entre 2 y 8 m de la superficie del suelo.
- Terófito: plantas anuales.

En consideración a estas características se realizó un cuadro resumen (ver Tabla 8.3) donde se analiza el número de taxones y la relación porcentual para cada tipo biológico, composición en la que se basó para la composición de los gráficos.

Tabla 8.3: Composición florística por tipos biológicos

Tipo biológico	Cantidad	Porcentaje
Caméfitos	30	14,08
Microfanerófitos	14	6,57
Terófitos	62	29,11
Hemicriptófitos	56	26,29
Nanofanerófitos	33	15,49
Criptófitos	18	8,45
Total	213	100

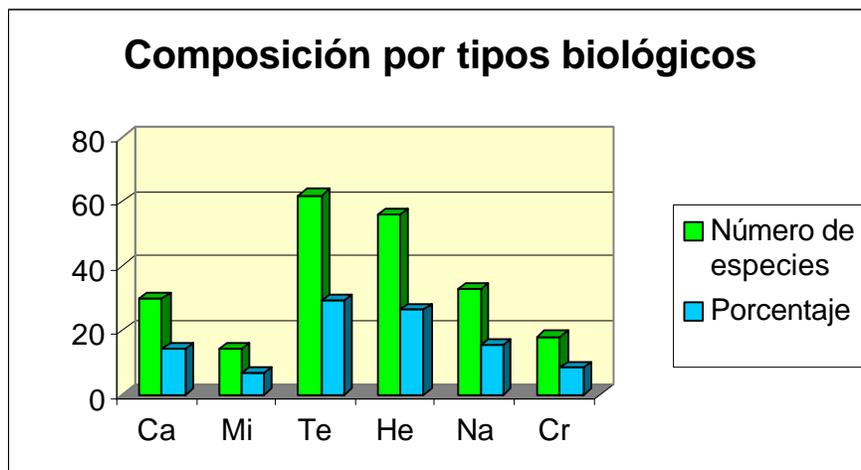


Fig. 8.3: Composición florística por tipos biológicos

A partir de los censos de vegetación se determinaron las siguientes comunidades más representativas de la llanura aluvial del Río Atuel

Arbustal de *Allenrolfea vaginata*: crece donde hay acumulaciones arenosas que forma un relieve muy heterogéneo de altos y bajos. La formación leñosa mediana es abierta, la leñosa baja es rala a muy rala y la gramínea baja-herbácea es muy rala a ausente (ver Foto 8.1).

La fisonomía de esta comunidad es un arbustal bajo halófilo, perennifolio, micrófilo y nanófilo, con gramíneas bajas anuales. Esta formación tiene tres estratos de cobertura variable, la estructura vertical es irregular a muy irregular.

La especie dominante es *Allenrolfea vaginata*, como acompañantes podemos encontrar a *Atriplex undulata*. Como especies ocasionales se encuentran *Cyclolepis genistoides* y *Suaeda divaricata*. La presencia de gramíneas y herbáceas es escasa, sólo se disponen alrededor de las leñosas, todo esto contribuye a que la proporción de suelo desnudo sea alta.

Los nanofanerófitos fueron el tipo biológico dominante en el Arbustal de *Allenrolfea vaginata* (Fig 8.4), como codominantes se presentaron los caméfitos. La diversidad de esta área fue 1,21 y la riqueza específica de 7.



Foto 8.1: Arbustal de *Allenrolfea vaginata*

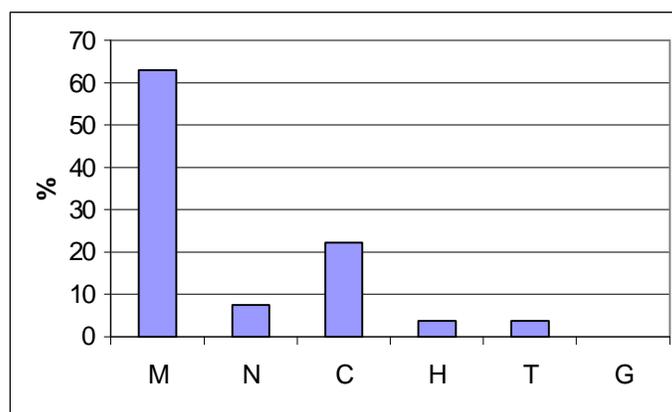


Fig. 8.4: Tipos biológicos en el Arbustal de *Allenrolfea vaginata* (censo 74c)

Bosque de *Tamarix gallica*: es una comunidad que crece a la orilla del cauce del río Atuel, la formación leñosa alta es densa, la leñosa mediana y baja son ralas. La gramínea baja-herbácea es muy rala a ausente (ver Foto 8.2).

Fisionómicamente esta comunidad se presenta como un bosque denso, perennifolio, caducifolio, micrófilo. La formación vegetal presenta tres estratos, la estructura vertical es regular.

Tamarix gallica es la especie dominante, como acompañantes se encuentran *Prosopis flexuosa* var *fruticosa* y *Prosopis caldenia*. En el estrato gramíneo-herbáceo podemos encontrar a *Cynodon hirsutus*, *Muhlenbergia asperifolia* y *Prosopis strombulifera*

En el Bosque de *Tamarix gallica* los microfanerófitos fueron los tipos biológicos dominantes (ver Fig. 8.5), los mismos superaron el 80%. La diversidad de esta área fue de 0,89 y la riqueza específica de 31.



Foto 8.2: Bosque de *Tamarix gallica*

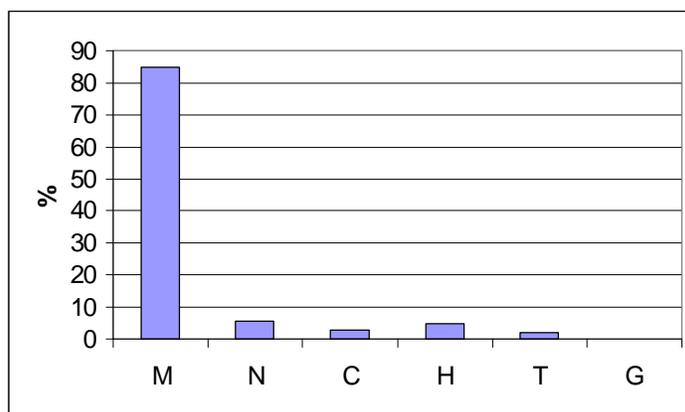


Fig. 8.5: Tipos biológicos en el Bosque de *Tamarix gallica* (censo 47)

Pastizal de *Schoenoplectus californicus* y *Typha domingensis*: se encuentra en las depresiones donde se acumula o escurre agua. La formación gramínea es densa (ver Foto 8.3).

La fisonomía de esta comunidad es un pastizal intermedio, perenne. Esta formación tiene dos estratos de cobertura variable, la estructura vertical es regular.

Las especies dominantes son *Schoenoplectus californicus* y *Typha domingensis*, en el estrato inferior podemos encontrar a las herbáceas *Sessuvium portulacastrum*, *Heliotropium curassavicum*, *Malvella leprosa* y la gramínea *Distichlis spicata*.

Los hemcriptófitos fueron los tipos biológicos dominantes en el Pastizal de *Schoenoplectus californicus* y *Typha domingensis* (ver Fig. 8.6), superando el 90%. La diversidad de este área fue 0,87 y la riqueza específica de 10.



Foto 8.3: Pastizal de *Schoenoplectus californicus* y *Typha domingensis*

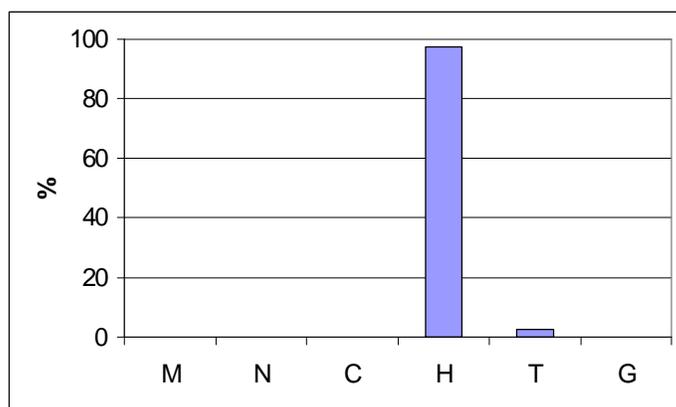


Fig. 8.6: Tipos biológicos en el Pastizal de *Schoenoplectus californicus* y *Typha domingensis* (censo 31 a)

Pastizal de *Typha domingensis* y *Distichlis spicata*: se encuentra en las depresiones. La presencia de *Distichlis spicata* como codominante en este pastizal estaría indicando un mayor contenido de sales. La formación gramínea es densa (ver Foto 8.4).

La fisonomía de esta comunidad es un pastizal intermedio y bajo, perenne. Esta formación tiene dos estratos de cobertura variable, la estructura vertical es irregular.

Las especies dominantes son *Distichlis spicata* y *Typha domingensis*, en el estrato inferior podemos encontrar a las herbáceas *Frankenia pulverulenta*, *Heliotropium curassavicum*, *Baccharis spartioides*, *Malvella leprosa* y *Sarcocornia perennis*. Otra especies presentes son *Polypogon monspeliensis* y *Juncus articus*, la primera una gramínea, la segunda especie pertenece a las ciperáceas.

En el Pastizal de *Typha domingensis* y *Distichlis spicata* los hemcriptófitos fueron los tipos biológicos dominantes (Fig. 8.7), los mismos superaron el 95%. La diversidad de esta área fue de 0,93 y la riqueza específica de 13.



Foto 8.4: Pastizal de *Typha domingensis* y *Distichlis spicata*

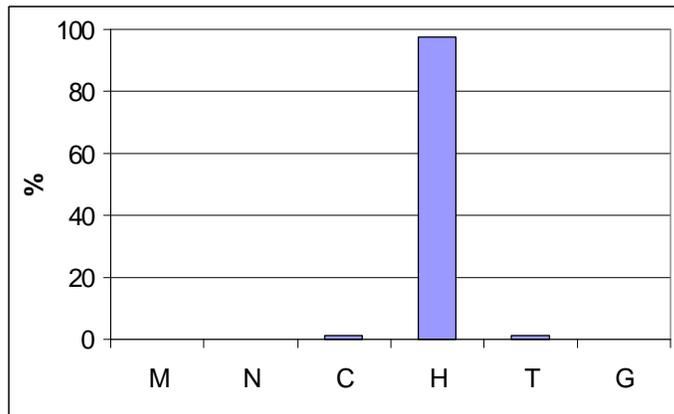


Fig. 8.7: Tipos biológicos en el Pastizal de *Typha domingensis* y *Distichlis spicata* (censo 19)

Pastizal de *Distichlis spicata*: es una comunidad que crece en áreas planas donde la cantidad de sales en superficie y la probabilidad de inundaciones es alta (ver Foto 8.5). La formación leñosa muy baja es rara, la de sufrútices abierta y la de gramínea/herbácea es densa. Esta comunidad tiene tres estratos con una estructura vertical regular.

La fisonomía de esta comunidad es un pastizal bajo halófilo de gramíneas bajas y perennes con arbustos perennifolios y áfilos.

La especie dominante es *Distichlis spicata*, como acompañantes *Baccharis spartioides*, *Atriplex undulata*, *Tamarix gallica* y *Sarcocornia perennis*. Otras gramíneas y herbáceas que se pueden encontrar son *Muhlenbergia asperifolia*, *Polypogon monspeliensis*, *Sonchus asper* y *Phyla canescens*.

Los hemiptófitos fueron los tipos biológicos dominantes en el Pastizal de *Distichlis spicata* (ver Fig. 8.8), superando el 95%. La diversidad de esta área fue 0,42 y la riqueza específica de 18.



Foto 8.5: Pastizal de *Distichlis spicata*

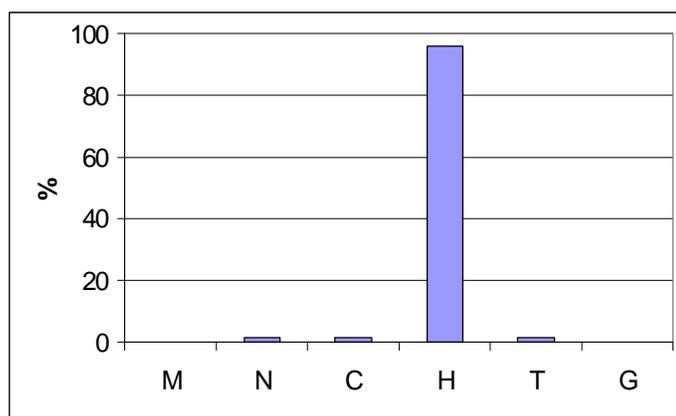


Fig. 8.8: Tipos biológicos en el Pastizal de *Distichlis spicata* (censo 31)

Arbustal de *Baccharis spartioides*: es una comunidad que se encuentra en áreas que están salinizadas. La formación leñosa mediana y leñosa muy baja es muy rara, leñosa baja densa y gramínea baja/herbácea muy abierta (ver Foto 8.6).

La fisonomía de esta comunidad es un arbustal bajo halófilo, perennifolio áfilo, con gramíneas bajas, perennes y rizomatosas. La comunidad tiene cuatro estratos, hay uno que es el dominante y define la estructura vertical que es siempre regular.

La especie dominante es *Baccharis spartioides*, como ocasionales *Chuquiraga erinacea*, *Prosopidastrum globosum*, *Baccharis salicifolia* y *Tamarix gallica*. En el estrato gramíneo como acompañantes podemos encontrar a *Distichlis spicata* y *Muhlenbergia asperifolia*.

Cuando los niveles de sales y humedad del área son muy variables las comunidades que allí se desarrollan forman un mosaico con límites y dominancia específica muy definidos es así que podemos encontrar asociaciones codominadas con *Tamarix gallica* o *Atriplex undulata* o *Distichlis spicata* o *Cyclolepis genistoides*.

Los caméfitos fueron los tipos biológicos dominantes en el Arbustal de *Baccharis spartioides* (ver Fig. 8.9), los mismos superaron el 80%, los hemicriptófitos no alcanzaron el 10 %. La diversidad de esta área fue 1,02 y la riqueza específica de 38.



Foto 8.6: Arbustal de *Baccharis spartioides*

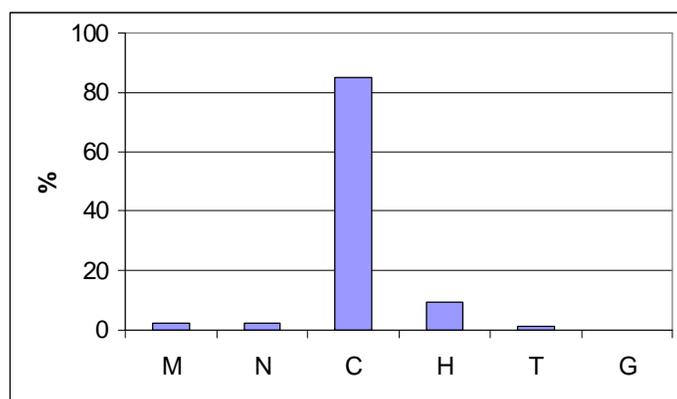


Fig. 8.9: Tipos biológicos en el Arbustal de *Baccharis spartioides* (censo 53)

Arbustal de *Cyclolepis genistoides*: es una comunidad que se establece en las áreas planas, donde se pueden presentar microrelieves con acumulación arenosa o depresiones con presencia de sales permitiendo en algunos casos el establecimiento de especies con otros requerimientos (ver Foto 8.7).

Las formaciones leñosa mediana, la leñosa baja y la graminosa baja/herbácea son muy abiertas. La fisonomía de esta comunidad es un arbustal abierto halófilo, perennifolio caducifolio, con gramíneas bajas anuales.

La comunidad presenta tres estratos de cobertura variable y estructura vertical irregular. La especie dominante es *Cyclolepis genistoides*, la presencia de microrelieves determina que se presenten como acompañantes *Heterostachys ritteriana*, *Sarcocornia perennis*, *Allenrolfea vaginata*, *Baccharis spartioides*, *Lycium tenuispinosum* *Prosopis strombulifera*, *Atriplex undulata* y *Suaeda divaricata*. En el estrato graminoso- herbáceo entre otras se encuentran *Pappophorum caespitosum*, *Stipa ichu*, *Heliotropium curassavicum*, *Baccharis tenella*, *Baccharis spartioides* y *Baccharis salicifolia*.

En el Arbustal de *Cyclolepis genistoides* los nanofanerófitos fueron los tipos biológicos dominantes (ver Fig. 8.10), los mismos superaron el 70%. La diversidad de esta área fue de 1,52 y la riqueza específica de 28.



Foto 8.7: Arbustal de *Cyclolepis genistoides*

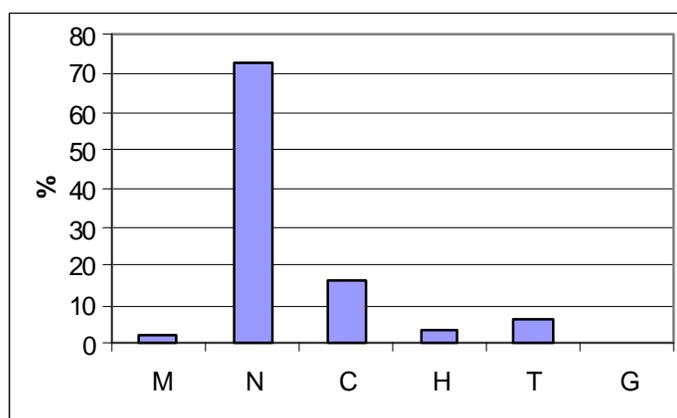


Fig. 8.10: Tipos biológicos en el Arbustal de *Cyclolepis genistoides* (censo 20)

Arbustal de *Prosopis flexuosa* var. *fruticosa*: es una comunidad que se encuentra en áreas con una cubierta de arena. La formación leñosa mediana y leñosa baja es abierta a muy abierta, la leñosa baja es abierta a muy abierta y gramínea baja/herbácea muy abierta (ver Foto 8.8).

La fisonomía de esta comunidad es un arbustal, perennifolio caducifolio con gramíneas bajas, perennes. La comunidad tiene cuatro estratos, hay uno que es el dominante, la estructura vertical es irregular.

La especie dominante es *Prosopis flexuosa* var. *fruticosa*, como acompañantes a ocasionales encontramos *Junellia seriphioides*, *Chuquiraga erinacea*, *Larrea divaricata*, *Lycium tenuispinosum*, *Prosopis strombulifera* En el estrato gramíneo como acompañante podemos encontrar a *Trichloris crinita*, *Stipa tenuis* y *Stipa ichu*.

Los microfanerófitos y nanofanerófitos fueron los tipos biológicos dominantes en el Arbustal de *Prosopis flexuosa* var. *fruticosa* (ver Fig. 8.11), los mismos superaron el 35%, los hemicriptófitos y caméfitos superaron el 10 %. La diversidad de esta área fue 2,09 y la riqueza específica de 39.



Foto 8.8: Arbustal de *Prosopis flexuosa* var. *fruticosa*

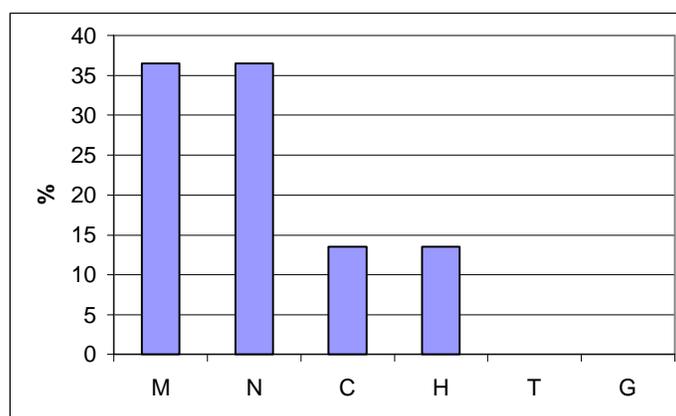


Fig. 8.11: Tipos biológicos en el Arbustal de *Prosopis flexuosa* var. *Fruticosa* (censo 40)

Bosque de *Prosopis flexuosa* var. *flexuosa*: es una comunidad que se desarrolla en las áreas que planas con moderada inclinación, el área se caracteriza por tener una cubierta de arena de espesor variable (ver Foto 8.9).

Esta comunidad tiene cinco estratos, que definen una estructura vertical irregular. La fisonomía de esta comunidad es un bosque abierto, perennifolio y caducifolio, micrófilo con gramíneas intermedias y bajas, perennes.

La especie dominante es *Prosopis flexuosa* var. *flexuosa*, como acompañantes en el estrato arbustivo-arbóreo encontramos a *Prosopis caldenia*, *Lycium chilense* var. *filifolium*, *Atriplex undulata*, *Lycium tenuispinosum* y *Conalia microphylla*. En el estrato gramíneo- herbáceo podemos encontrar a *Stipa ichu*, *Pappophorum caespitosum*, *Trichloris crinita*, *Sphaeralcea miniata* y *Conyza bonariensis*.

En el Bosque de *Prosopis flexuosa* var. *flexuosa* los microfanerófitos fueron los tipos biológicos dominantes (ver Fig. 8.12), los mismos superaron el 65%. La diversidad de esta área fue de 1,49 y la riqueza específica de 28.



Foto 8.9: Bosque de *Prosopis flexuosa* var. *flexuosa*

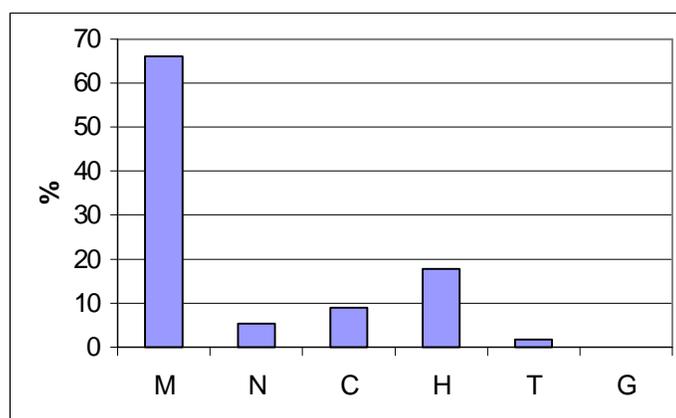


Fig. 8.12: Tipos biológicos en el Bosque de *Prosopis flexuosa* var. *flexuosa* (censo 46)

Bosque-arbustal de *Prosopis flexuosa* var. *flexuosa* y *Condalia microphylla*: existe una codominancia de las dos especies (ver Foto 8.10). La formación arbórea es abierta, la arbustiva alta y baja son abiertas, la arbustiva muy baja y la gramínea intermedia es abierta a muy abierta y la gramínea baja-herbácea es abierta.

Esta comunidad tiene cinco estratos, que definen una estructura vertical regular. La fisonomía de esta comunidad es un bosque arbustal abierto, perennifolio y caducifolio, micrófilo con gramíneas intermedias y bajas, perennes.

Las especies dominantes son *Prosopis flexuosa* var. *flexuosa* y *Condalia microphylla*, como acompañantes en el estrato arbustivo-arbóreo encontramos a *Lycium chilense* var. *minutifolium*, *Atriplex undulata* y *Lycium tenuispinosum*. En el estrato gramíneo- herbáceo podemos encontrar a *Stipa ichu*, *Pappophorum caespitosum*, *Trichloris crinita* y *Sphaeralcea miniata*.

Los microfanerófitos y nanofanerófitos fueron los tipos biológicos dominantes en el Bosque -arbustal de *Prosopis flexuosa* var. *flexuosa* y *Condalia microphylla* (ver Fig. 8.13), los mismos superaron el 35%, los caméfitos superaron el 10 %. La diversidad de este área fue 1,58 y la riqueza específica de 26.



Foto 8.10: Bosque-arbustal de *Prosopis flexuosa* var. *flexuosa* y *Condalia microphylla*

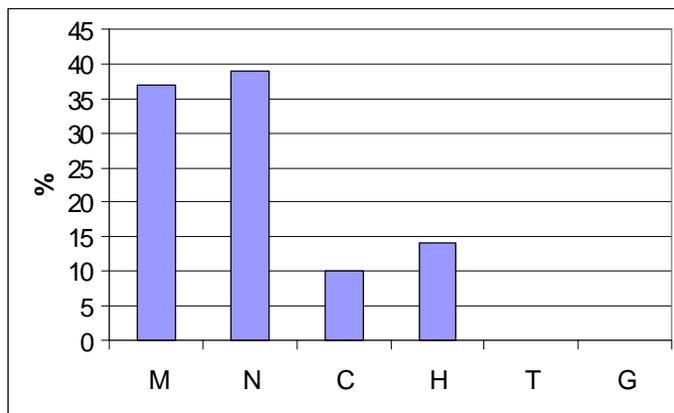


Fig. 8.13: Tipos biológicos en el bosque - arbustal de *Prosopis flexuosa* var. *flexuosa* y *Condalia microphylla* (censo 36)

Pastizal samófilo de *Elionurus muticus*: lse desarrolla en lomadas y planos medanosos. Se trata de una formación donde las leñosas baja y muy baja son ralas, mientras que la graminosa intermedia es abierta (ver Foto 8.11).

La fisonomía de esta comunidad es un pastizal abierto a denso, perennifolio, con gramíneas intermedias, perennes y anuales. La comunidad tiene tres estratos, uno de ellos es el que determina la fisonomía. La estructura vertical se presenta de forma regular a veces se torna irregular.

La especie dominante es *Elionurus muticus*, como acompañantes en el estrato arbustivo encontramos a *Neosparton aphyllum* y ocasionalmente a *Prosopis flexuosa* var. *depressa*. En depresiones podemos encontrar individuos aislados de *Prosopis flexuosa* var. *flexuosa*. En el estrato graminoso- herbáceo encontramos a *Aristida adscensionis*, *Cenchrus pauciflorus*, *Poa lanuginosa*, *Aristida mendocina* y *Thelesperma megapotamicum*, entre otras.

En el Pastizal samófilo de *Elionurus muticus* los hemicriptófitos fueron los tipos biológicos dominantes (ver Fig. 8.14), los mismos superaron el 75%. La diversidad de este área fue de 1,48 y la riqueza específica de 30.



Foto 8.11: Pastizal samófilo de *Elionurus muticus*

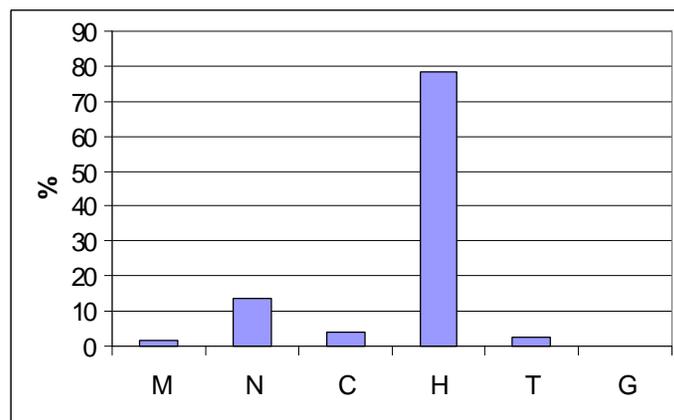


Fig. 8.14: Tipos biológicos en el Pastizal de *Elionurus muticus* (censo 75)

Arbustal de *Larrea cuneifolia*: es una comunidad que se desarrolla en el área de terraza, en estas áreas hay una cubierta de arena de espesor variable. La formación leñosa mediana es muy rala o ausente, la leñosa baja es abierta, la leñosa muy baja es muy abierta y gramínea baja/herbácea es de muy abierta a rala (ver Foto 8.12).

La fisonomía de la comunidad es un arbustal bajo abierto perennifolio, micrófilo con gramíneas bajas/herbáceas perennes y anuales.

La especie dominante es *Larrea cuneifolia*, como acompañante encontramos a *Acantholippia seriphioides* siendo las ocasionales *Condalia microphylla*, *Larrea divaricata*, *Prosopis flexuosa* var. *depressa* y *Ximenia americana*. En el estrato gramíneo- herbáceo encontramos a *Sporobolus cryptandrus*, *Stipa ichu*, *Trichloris crinita*, *Stipa tenuis*, *Pappophorum caespitosum*, *Glandularia pulchella* y *Hoffmannseggia erecta*.

Los nanofanerófitos y caméfitos fueron los tipos biológicos dominantes en el Arbustal de *Larrea cuneifolia* (ver Fig. 8.15), los mismos superaron el 35%, los hemicriptófitos superaron el 15 %. La diversidad de esta área fue 2,04 y la riqueza específica de 28.



Foto 8.12: Arbustal de *Larrea cuneifolia*

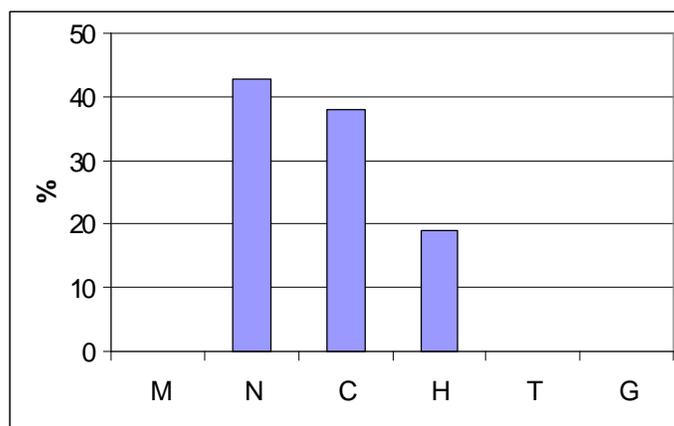


Fig. 8.15: Tipos biológicos en el Arbustal de *Larrea cuneifolia* (censo 29)

Comunidad halófila de sucesión temprana: las áreas externas a las lagunas como así también los curso de agua de reciente desecación presentan una comunidad de muy baja cobertura y dominada por especies perennes, algunas de ellas rizomatosas, (ver Foto 8.13).

Las especies más frecuentes son *Distichlis spicata*, *Frankenia pulverulenta*, *Heliotropium curassavicum*, *Malvella leprosa*, *Sarcocornia perennis*, *Sesuvium portulacastrum* y *Tamarix gallica*.

Los hemicriptófitos y caméfitos fueron los tipos biológicos dominantes en las comunidades incipientes en áreas de reciente desecación (ver Fig. 8.16), los primeros superaron el 60%, mientras que los caméfitos sobrepasaron el 30%. La diversidad de este área fue 1,79 y la riqueza específica de 7.



Foto 8.13: Comunidad halófila

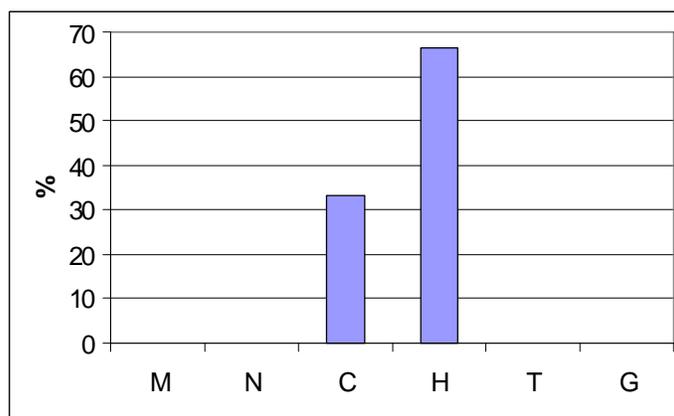


Fig. 8.16: Tipos biológicos en la comunidad halófila en un área de reciente desecación (censo 73).

8.4. Conclusiones

Con respecto a los estudios florísticos se puede determinar la importancia del área a partir de la obtención de índices de biodiversidad taxonómica y de endemismos y su comparación con los existentes para el total de la provincia de La Pampa (Zuloaga & al, 1999).

Para determinar estos índices se aplica la fórmula $B = n_i / \ln A_i$ donde n_i es el número de taxones (familias, géneros, especies y taxones específicos más infraespecíficos), y $\ln A_i$ es el logaritmo natural del área relevada (Squeo & al. 1998).

	Nº familias	Nº géneros	Nº Especies	Nº Taxones	NºEndemismos
La Pampa	91	434	914	979	151
Biodiversidad	7,66	36,56	77,00	82,48	12,71
Área de bañados	49	148	208	213	51
Biodiversidad	6,14	18,57	26,10	26,72	6,40

Para un área de 2889,6 km², que representa el 2,01% de la superficie provincial, los índices de biodiversidad taxonómica expresados porcentualmente son los siguientes: Biodiversidad de familias 80,15%; de géneros 50,79%; de especies 33,90%, de taxones 32,40% y de endemismos 50,35%.

Se determinaron un total de 13 comunidades de las cuales 3 denotan presencia de agua en tiempos resientes siendo estas: Pastizal de *Schoenoplectus californicus* y *Typha domingensis*, Pastizal de *Typha domingensis* y *Schoenoplectus californicus* y Pastizal de *Typha domingensis* y *Distichlis spicata*. **Por otra parte el Bosque de *Tamarix gallica* se presenta en áreas donde periódicamente corre el agua.**

El Arbustal de *Baccharis spartioides* y el Pastizal de *Distichlis spicata* se encuentra en áreas bajas, en las cuales se ha producido la evaporación del agua transformándose en bajos salinos. Las restantes comunidades no presentan asociación con agua en superficie en épocas recientes.

8.5. Recomendación

Los resultados obtenidos a partir del componente de flora y vegetación se deberían integrar a los obtenidos por los restantes equipos de trabajo.

8.6. Bibliografía

- Adamoli, J., E. Stenhausser & al. 1990. *Stress and disturbance: Vegetation dynamics in the dry Chaco of Argentina*. Journ. Biogeography:491-500.
- Alfonso, G. L., W. A. Muiño, E. F. A. Morici, H. O. Troiani & A. O. Prina. 2005 *Nuevas citas botánicas para la Provincia de La Pampa (Argentina)*. (En prensa Rev. Fac. Agronomía).
- Böcher T. W., J. Hjerting & K. Rahn.1972. *Botanical Studies in the Atuel Valley Area, Mendoza Province, Argentina*. Part III Dansk Botanisk Arkiv 22 (3): 195-358.
- Böcher, T. W. J. Hjerting & K. Rahn.1963. *Botanical Studies in the Atuel Valley Area, Mendoza Province, Argentina*. Part I Dansk Botanisk Arkiv 22 (1): 1-115.
- Böcher, T. W. J. Hjerting & K. Rahn.1968. *Botanical Studies in the Atuel Valley Area, Mendoza Province, Argentina* Part II Dansk Botanisk Arkiv 22 (2): 116-184.
- Cabrera, A. L. 1953. *Esquema fitogeográfico de la República Argentina*. Rev. Museo La Plata (Nueva Serie) VIII. Botánica (3): 87-168.
- Cabrera A. L. 1971. *Fitogeografía de la República Argentina*. Bol. Soc. Argent. Bot. 14 (1-2):1-42
- Cabrera A. L. 1976. *Regiones Fitogeográficas de la Rep. Argentina*. Enc. Arg. Agr. y Jard. 2^a ed. 2 (1):1-85.
- Cabrera, A. L. 1963-1970. (Ed.) *Flora de la provincia de Buenos Aires*. Colec. Científ. INTA Vol. I-VI. Buenos Aires.
- Cano, E., B. Fernández, M. Montes. 1980. *Vegetación. En: Inventario Integrado de los Recursos Naturales de La Pampa*. INTA, Gobierno de La Pampa, Universidad Nacional de La Pampa. 489.
- Covas, G. 1964. *Los territorios fitogeográficos de la provincia de La Pampa*. Apuntes para la flora de La Pampa N° 4. INTA - Anguil.
- Covas, G. 1968. *Observaciones sobre plantas mencionadas por E. Zeballos en su "Viaje al país de los Araucanos" para el actual territorio de la Pcia. de La Pampa*. Apuntes Fl. La Pampa.
- De La Cruz, L. 1969. *Viaje a su costa del Alcalde Provincial del muy Ilustre Cabildo de la Concepción de Chile, don Luis de la Cruz*. En: de Angelis, P. *Colección de obras y documentos relativos a la historia antigua y moderna de las provincias del Río de La Plata*, 2: 7-491, Buenos Aires, Plus Ultra.
- Domínguez, B., J. M. Cagnoni, A. Carvalho y R. Otamendi. 1885. En: Dirección General de Tierras. *Geodesia. Archivo de Mensuras. Mapoteca "D". Territorio: La Pampa. Sección XVIII*. 5-26.
- Fahn A. & D. Cutler. 1992. *Xerophytes*. Handb. Pflanzenanatomie 13 (3): 1-177.
- Flores J. & O. Briones. 2001. *Plant life-form and germination in a mexican inter.tropical desert: effects of soil water potential and temperature*. Journ. Arid. Environments 47:485-497.
- Frenguelli J. & A. L. Cabrera. 1940 *Viaje a las zonas Central y Andina de la Patagonia Septentrional*. Rev. Mus. La Plata:53-81.

- Godron, M., P. Daget, G. Long, CH. Sauvage, L. Emberger, E. Le Floch, J. Poissonet & J. P. Wacquant. 1968. *Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu*. Centre d'études phytosociologiques et écologiques. Montpellier. CNRS. París.
- Gutiérrez J. & F. Squeo. 2004. *Importancia de los arbustos en los ecosistemas semiáridos de Chile*. Ecosistemas 13 (1).
- Guo, Q. Ph. Rundel & D. Goodall. 1999. *Structure of desert banks: Comparisons across four North American desert sites*. Journ. Arid. Environments 42:1-14.
- Hauman L. 1918 *La végétation des hautes cordillères de Mendoza*. Anales de la Soc. Cient. Argentina 86: 121-188 y 225-348.
- Kurtz, F. 1893 *Viajes Botánicos al Río Salado Superior (Cordillera de Mendoza)*. Bol. Acad. Cienc. Córdoba. 171-210.
- Martínez Carretero E. & A. Dalmasso. 1999. *Estudio Base 0: Proyecto de aprovechamiento integral del río Grande*. Informe CRICYT-Gob. Pcia. de Mendoza 8. Flora y Vegetación.
- Martínez-Carretero E. & A. Dalmasso. 1996 *La vegetación de las reservas naturales de la Provincia de Mendoza IV*. Laguna El Trapal, Gral. Alvear. Multequina 5: 5-12.
- Mauseth J. D. & B J. Plemons-Rodríguez. 1997. *Presence of paratracheal water storage tissue does not alter vessel characters in cactus wood*. Amer. Journ. Bot. 84 (6): 815-822.
- Montenegro G. & R. Ginocchio. 1992. *Modular interpretation of architecture in shrub species*. An. Acad. Bras. Ci. 65 (2):189-202.
- Montenegro, G.; B. Segura & al. 1981. *Xeromorfismo en especies arbustivas del matorral chileno*. An. Mus. Hist. Nat. Chile 14:71-80
- Monticelli J. V. 1938. *Anotaciones Fitogeográficas de la Pampa Central*. Lilloa 3:251-382.
- Morello, J. 1958. *La provincia fitogeográfica del Monte*. Opera Lilloana II. Tucumán.
- Morisoli, E. 2001. *Hombre de la Revolución Americana*. En: De la Araucanía a las Pampas pp. 9-12.
- Olivares S. & F. Squeo. 1999. *Patrones fenológicos en especies arbustivas del desierto costero del norte-centro de Chile*. Revista Chilena de Hist. Nat. 72: 353-370.
- Orshan G. 1986. *Plant form as describing vegetation and expressing adaptation to environment*. Annali di Botanica 44:7-38.
- Orshan, G.; G. Montenegro & al. 1984. *Plant growth forms of chilean matorral*. Manuscrito no publicado.
- Parodi, L. R. 1945. *Las regiones fitogeográficas argentinas y sus relaciones con la industria forestal en Ragonese, A. 1967. Vegetación y ganadería en la República Argentina*. INTA, Colec. Científ. Buenos Aires.
- Prina A. & G. Alfonso. 2002. *La importancia actual de las prospecciones florísticas en Biología de la Conservación. Una experiencia en el árido del centro-oeste de Argentina*. Ecosistemas 11 (3).
- Prina, A., G. Alfonso & W. Muiño. 2003. *Diversidad de la flora del distrito de La Payenia, Argentina*. Chloris Chilensis 6 (1).
- Raunkiaer C..1934. *Biological types with reference to the adaptation of plants to survive the unfavorable season. The life form of plants and statistical plant geography*. Oxford Univ. Press.
- Simberloff, D. & L. Abele. 1982. *Refuge design and island biogeographic theory: effects of fragmentation*. The Amer. Naturalist 120 (1):41-50.
- Solbrig, O. 1994. *Plant traits and adaptative strategies: Their role in ecosystem function*. Biodiversity and Ecosystems function.
- Squeo, F.A., L. A. Cavieres, G. Arancio, J. E. Novoa, O. Matthei, C. Marticorena, R. Rodríguez, M. Tk. Arroyo y M. Muñoz. 1998. *Biodiversidad de la Flora Vascular en la Región de Antofagasta, Chile*. Revista Chilena de Hist. Nat. 71: 571-591.
- Squeo, F., N. Olivares & al. 1999. *Grupos funcionales en arbustos desérticos del Norte de Chile, definidos sobre la base de las fuentes de agua utilizada*. Gayana Bot. 56 (1):1-15.
- Steibel, P. E. 2001. *Del Coihue al Caldén*. En: *De la Araucanía a las Pampas*. pp. 49-54.
- Stieben, E. 1946. *La Pampa, su historia, su geografía, su realidad y su porvenir*. Edit. Peuser. Buenos Aires.
- Thompson & al J. R.. 2005 *Influence of the temporal resolution of data on the success of indicator species models of species richness across multiple taxonomic groups*. Biological Conservation 124 (2005): 503-518.

- Vervoorst, F. 1979. *La vegetación del NW argentino y su degradación*. Fund. M. Lillo, Serie Conservación de La Naturaleza 1.
- Zuloaga, F.O. & O. Morrone. 1996. (eds) *Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina. I*. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard., Missouri.
- Zuloaga, F.O. & O. Morrone. 1999. (eds) *Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina. II*. 2 vol. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard., Missouri.
- Zuloaga, F.O., O. Morrone, & D. Rodríguez. 1999. *Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina*. Kurtziana 27 (1): 17-167.

CAPÍTULO 9: Fauna

MSc. Diego VILLARREAL
Lic. Fabián TITARELLI
Lic. Ramón Alberto SOSA
Guardaparque Miguel A. ROMERO

9. Fauna silvestre

9.1 Introducción

El agua superficial ha sido utilizada en una variedad de formas para cubrir las crecientes demandas humanas. En muchas ocasiones, el reparto se caracteriza por la falta de equidad tanto intrageneracional, adonde algunos sectores no cuentan con los volúmenes y calidades necesarias para su supervivencia, como intergeneracional, adonde el agotamiento y la contaminación comprometen la utilización futura del recurso. Si grande ha sido la falta de consideración a generaciones presentes y futuras, no sorprende que mucha menor atención se haya prestado a las necesidades de las especies y ecosistemas de agua dulce (Richter *et al.* 2003). Las consecuencias ecológicas negativas de este accionar han sido de una extraordinaria magnitud (UICN 2000; Baron *et al.* 2002). La alteración de los flujos de los ríos ha sido considerada como una de las principales causas, junto a la contaminación y presencia de especies invasoras, de poner en peligro de extinción a muchas especies animales acuáticas (Pringle *et al.* 2000). Al mismo tiempo, otros bienes y servicios valiosos para la sociedad han sido afectados con severidad (UICN 2000).

En los últimos años, la situación crítica de la mayoría de los humedales del planeta llevó al desarrollo de una variedad de esfuerzos de conservación dirigidos al restablecimiento ecológico¹ de esos sistemas degradados (Suding *et al.* 2004; Young *et al.* 2005). Si bien el éxito de los programas de restablecimiento en humedales es difícil de medir (Shuman y Ambrose 2003), en particular en aquellos emprendimientos de gran escala, muchos han resultado en mejoras apreciables sobre la situación preexistente (Zedler 2000). Las metas establecidas en un proceso de este tipo pueden variar desde la reconstitución de alguno de los atributos del sistema –por ej. biodiversidad- hasta la recuperación de la totalidad de los mismos –composición, estructura y función-.

El proceso de restablecimiento de un sistema consiste en una serie de acciones que se resumen en establecer el objetivo de la restauración, identificar y priorizar las limitaciones existentes para lograr el objetivo y resolver las limitaciones (Suding *et al.* 2004). Un ecosistema de referencia es útil tanto como modelo del proceso de planificación como para su evaluación (SER 2004). El grupo de tareas de Fauna Silvestre recopiló o generó información para establecer el sistema de referencia e identificar limitaciones en su área de competencia. La resolución de la principal limitación, cual es la restitución de flujos de agua para abastecer a los humedales de la cuenca del río Atuel, deberá resultar de la integración de esta tarea con la de los restantes grupos de trabajo.

9.2. Objetivo

El objetivo de este capítulo es establecer el sistema de referencia para planificar el restablecimiento de la fauna silvestre en los humedales del Atuel e identificar limitaciones potenciales para la restauración. Para ello, se optó por concentrar los estudios en las comunidades de aves acuáticas. Esta selección fue justificada por:

- ?? la necesidad de obtener respuestas en los plazos previstos por este estudio. Las aves, y en particular las aves acuáticas, son más observables en comparación a otros grupos animales y pueden realizarse relevamientos satisfactorios en plazos breves y con pocos días de muestreo. También influyó la disponibilidad de personal ya capacitado para desarrollar los muestreos y para realizar los análisis de los datos recopilados.
- ?? La existencia de información previa, adecuada para fines comparativos, sobre aves en la zona de estudio.
- ?? La relevancia de las aves acuáticas. Este grupo no sólo es de importancia para el acervo faunístico de la provincia de La Pampa, caracterizada por condiciones de aridez, sino también más allá de sus fronteras. Muchas de las especies acuáticas presentes en los humedales de La Pampa migran desde y hacia el hemisferio Norte. Por lo tanto, las acciones de conservación que lleve adelante la provincia sobre los humedales, que permiten la existencia de esas

¹ Restauración ecológica: Proceso de asistir a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido (SER 2004).

especies migratorias, serán de trascendencia internacional. Diversas naciones y organizaciones internacionales reconocerán y apoyarán los esfuerzos de conservación que se realicen.

No se desconocen los riesgos asociados a la subrogancia² (Andelman y Fagan 2000; Fleishman *et al.* 2002) que implica la selección de aves acuáticas como grupo indicador para planificar el proceso de restablecimiento en cuanto a fauna silvestre. Los condicionamientos indicados en los párrafos anteriores impidieron una selección más amplia. Cuando se inicie efectivamente el restablecimiento, deberían incluirse otros grupos para el monitoreo del proceso.

Los siguientes fueron los objetivos particulares:

- ?? Establecer la diversidad actual de la comunidad de aves relacionada con los humedales del área Atuel.
- ?? Determinar las diferencias en la diversidad de la comunidad de aves del sistema actual con el mismo sistema en el pasado y con otros sistemas similares.
- ?? Estimar niveles de diversidad obtenibles en función de una variedad de caudales.

9.3. Métodos

Áreas de Estudio

La información sobre la diversidad de la comunidad de aves acuáticas fue registrada a través de una serie de viajes de campaña a la zona de los humedales del Atuel y de Puelches. Los humedales de la zona de Puelches fueron seleccionados “a priori” para evaluar su utilidad en establecer el sistema de referencia necesario para planificar el restablecimiento de la fauna silvestre en la zona del Atuel. Los humedales de Puelches están ubicados sobre la misma cuenca que los del Atuel y están activos desde hace al menos dos décadas debido a la presencia de volúmenes de agua durante ese período.

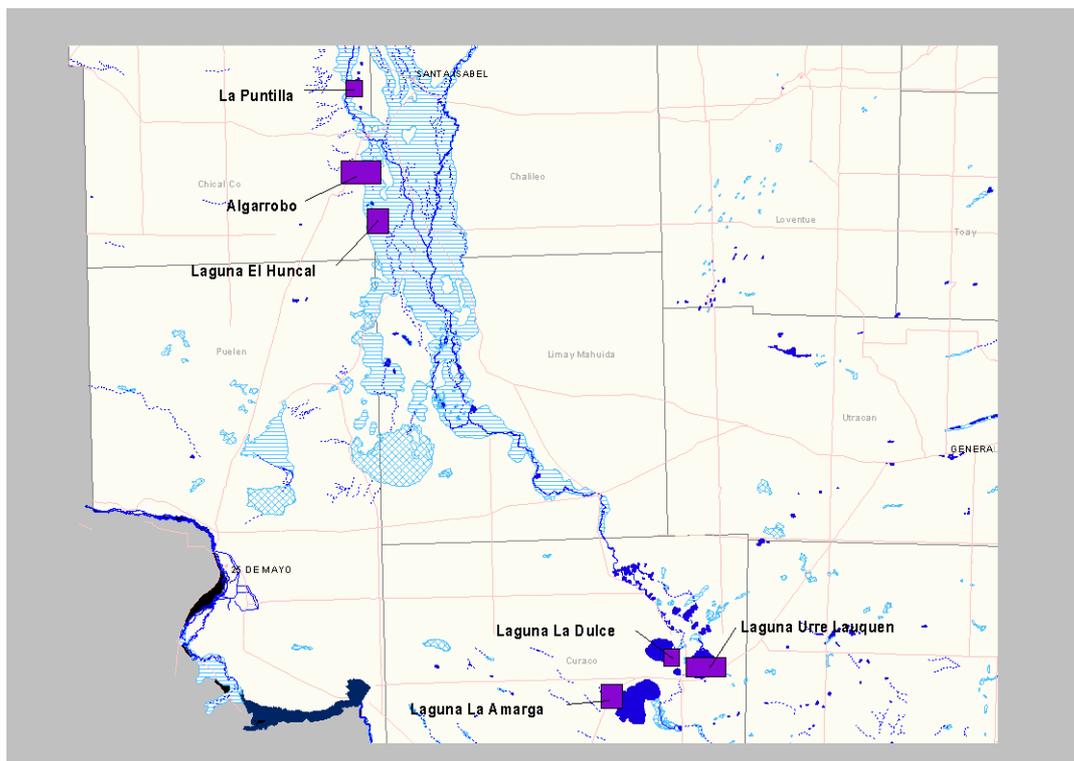


Fig.9.1. Mapa del oeste de la provincia de la Pampa, indicando la posición de las áreas secundarias de muestreo de los relevamientos. Las ubicadas al norte, La Puntilla, Algarrobo y Laguna El Huncal, corresponden al área primaria Atuel, mientras que las ubicadas al sur –Laguna La Dulce, Laguna Urre Lauquen y Laguna La Amarga corresponden al área primaria Puelches.

² Subrogancia: Cuando la conservación de la biodiversidad es planificada en base a fracciones de la misma, como por ejemplo especies indicadoras, carismáticas o grupos de especies.

Relevamientos de aves

El diseño utilizado para los relevamientos respondió a métodos diseñados para la investigación de la variación en la riqueza y composición de especies en diferentes localidades o tiempos (Nichols *et al.* 1998, 1998). Los relevamientos se realizaron en dos áreas primarias de humedales de la provincia de La Pampa, la del Atuel y la de Puelches. En estas áreas primarias los censos de especies se realizaron en 3 áreas secundarias (Fig. 9.1) en las que se contaron todas las especies vistas u oídas en 5 sitios espaciados 500 m. entre sí. En cada punto, el conteo se realizó por un tiempo de 10 minutos por al menos dos observadores. Todas las observaciones fueron realizadas sólo bajo buenas condiciones climáticas, durante las 3 primeras horas luego del amanecer y 3 horas antes del anochecer. Se realizaron 3 campañas al área del Atuel y 2 a la de Puelches, realizándose relevamientos en cada oportunidad.

Antecedentes

Se utilizó la información obtenida por relevamientos realizados en la zona. Los antecedentes consultados fueron el Relevamiento de Vertebrados de La Pampa (Siegenthaler *et al.* 2004) y el informe que nos elevara la fundación Alihuen sobre los relevamientos que realizaran en el período 2000-2002 (Alihuen 2005).

Análisis de los relevamientos de aves

Para el análisis de los registros obtenidos en los relevamientos de campo se utilizó el programa Comdyn (Hines *et al.* 1999). Este programa permite la estimación de parámetros asociados con la dinámica de comunidades en base a los conteos de especies realizados en dos localidades o períodos de tiempo. Los métodos que utiliza permiten la estimación cuando las condiciones de avistamiento de las especies son heterogéneas, que es la norma en la inmensa mayoría de los casos. Así, se evitan los errores de interpretación asociados a los estimados “ingenuos” (Nichols *et al.* 1998) como por ejemplo cuando se estima la riqueza de especies directamente a partir del número de especies observadas.

9.4. Resultados

Diversidad de aves acuáticas en el área Atuel

El sistema de humedales en el área Atuel estuvo prácticamente inactivo durante el período en que se realizaron los relevamientos (diciembre 2004 - abril 2005). El humedal de mayor actividad fue la laguna “El Huncal” que contaba, al comienzo de los relevamientos, con un área inundada cuya superficie se redujo en un 70 % al final de los mismos, observándose gran mortalidad de peces. Esta disminución durante el período de muestreo provocó una variación directamente proporcional en el número de especies –riqueza- estimado (Fig. 9.2). Pese a que la laguna no contaba con desarrollo de vegetación acuática, importante para algunas especies y actividades de aves acuáticas, en El Huncal se registraron 20 de las 21 especies detectadas en el área Atuel en diciembre. Aún con la importante reducción en superficie cubierta por agua, El Huncal, en abril, continuó aportando un porcentaje elevado (75 %) de las especies observadas en el área Atuel. Los restantes humedales relevados en este área mostraron muy baja riqueza de especies. La Tabla 9.1 contiene la lista de especies observada en el área Atuel durante los relevamientos.

Por su parte, la densidad de individuos en muchas de las especies presentes fue muy baja en comparación con los humedales activos de la zona de Puelches (Tabla 9.2). La mayor parte de los humedales del área, fueron reconocibles sólo por indicios, como presencia de especies de plantas asociadas al agua, restos de vertebrados acuáticos o barriales desecados.

Comparación de humedales del área Atuel con los del área Puelches

Se presentan los resultados comparativos de los muestreos de diciembre de 2004 en el área Atuel con los de febrero de 2005 en Puelches y de abril de 2005 en ambas áreas. Se seleccionaron meses

diferentes para la primer comparación debido a que el área Atuel presentaba humedales más activos y con mayor riqueza que en los posteriores muestreos (ver Fig.9.2).

Nombre	Nombre vulgar
<i>Podiceps rolland</i>	macá común 1, 2, 3
<i>Podilymbus podiceps</i>	macá pico grueso 1, 2
<i>Podiceps major</i>	macá grande 1, 2
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Biguá 1, 2, 3
<i>Ardea cocoi</i>	garza mora 1, 2, 3
<i>Ardea alba</i>	garza blanca 1, 2, 3
<i>Egretta thula</i>	garcita blanca 1,2, 3
<i>Nycticorax nycticorax</i>	garza bruja 1, 2
<i>Ciconia maguari</i>	Cigüeña 2, 3
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamenco 1,2, 3
<i>Dendrocygna viduata</i>	sirirí pampa 1
<i>Coscoroba coscoroba</i>	Coscoroba 1, 2, 3
<i>Cygnus melancoryphus</i>	cisne cuello negro 1, 2
<i>Anas sibilatrix</i>	pato overo 1, 2
<i>Anas georgica</i>	pato maicero 1, 2, 3
<i>Anas flavirostris</i>	pato barcino 1, 2, 3
<i>Anas platalea</i>	pato cuchara 1, 2, 3
<i>Anas cyanoptera</i>	pato colorado 1, 2
<i>Anas bahamensis</i>	pato gargantilla 1,2
<i>Anas versicolor</i>	pato capuchino 1, 2
<i>Netta peposaca</i>	pato picazo 1
<i>Oxyura vittata</i>	pato zambullidor chico 1
<i>Rallus sanguinolentus</i>	gallineta común 2
<i>Fulica armillata</i>	gallareta ligas rojas 2, 3
<i>Fulica leucoptera</i>	gallareta chica 2, 3
<i>Fulica rufifrons</i>	gallareta escudete rojo 2
<i>Himantopus melanurus</i>	tero real 1, 2, 3
<i>Charadrius collaris</i>	chorlito de collar 1
<i>Tringa melanoleuca</i>	pitotoy grande 1, 3
<i>Tringa flavipes</i>	pitotoy chico 1, 2, 3
<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras 2
<i>Calidris alba</i>	playerito blanco 2, 3
<i>Calidris bairdii</i>	playerito unicolor 1, 2
<i>Larus maculipennis</i>	gaviota capucho café 1, 2, 3
<i>Gelochelidon nilotica</i>	gaviotín pico grueso 2
<i>Sterna trudeaui</i>	gaviotín lagunero 2, 3
<i>Cistothorus platensis</i>	ratona aperdizada 2, 3
<i>Aghelaius thilius</i>	varillero ala amarilla 1, 2, 3
<i>Butorides striatus</i>	Garcita azulada 3
<i>Heteronetta atricapilla</i>	Pato cabeza negra 3

Tabla 9.1: Especies acuáticas detectadas en la cuenca del río Atuel durante los diferentes relevamientos realizados entre 1986 y el presente. 1: Especies detectadas por el Plan de Relevamiento de Vertebrados de La Pampa. Total 27. 2: Especies detectadas por la Asociación Alihuen. Total: 32. 3: Especies detectadas durante los relevamientos realizados para este proyecto. Total 22.

Sitio	<i>P. chilensis</i>	<i>F. leucoptera</i>	<i>L. maculipenis</i>	<i>C. coscoroba</i>	<i>H. mexicanus</i>
Area Puelches	7680	3120	875	912	162
Area Atuel	14	60	10	42	12

Tabla 9.2: Comparación del número de individuos de 5 especies acuáticas comunes, sumando los conteos realizados en las áreas secundarias del área Atuel en diciembre de 2004 y de Puelches en febrero 2005. Los valores resultan del número de individuos contados por los observadores durante períodos fijos de tiempo en ambas áreas primarias. *P. chilensis*: *Phoenicopterus chilensis*, flamenco común. *F. leucoptera*: *Fulica leucoptera*, gallareta común. *L. maculipenis*: *Larus maculipenis*, gaviota capucho café. *C. coscoroba*: *Coscoroba coscoroba*, coscoroba. *H. mexicanus*: *Himantopus mexicanus*, tero real.

Durante el primer muestreo la riqueza estimada de especies en los humedales de ambas áreas fue similar (Tabla 9.3). Para el área Atuel, la riqueza estimada fue de unas 36 especies y para Puelches de 41, con intervalos de confianza superpuestos. El número de especies observadas en el área Atuel y Puelches fue, respectivamente, de 21 y 30 especies. La fracción estimada de especies de Atuel como presentes en Puelches fue del 99 %, mientras que la fracción recíproca de especies de Puelches presentes en Atuel fue del 75 %. Estos estimados muestran que, pese a la similitud en riqueza, Atuel tiene un déficit de especies con respecto a la comunidad de Puelches que es, de acuerdo al estimado de riqueza relativa, un 14 % inferior.

Riqueza en la laguna "El Huncal"

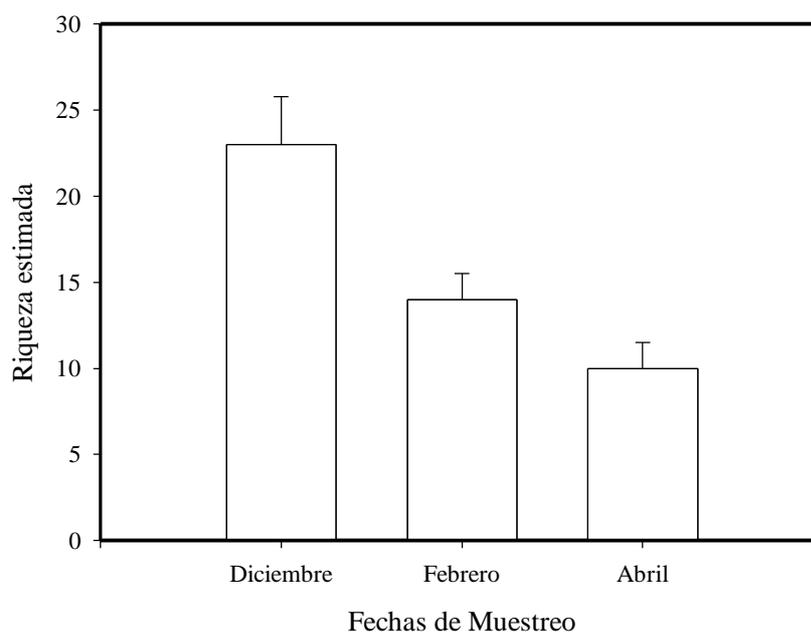


Figura 9.2 Riqueza estimada (\pm Error Estándar) de especies de aves acuáticas en cada uno de los relevamientos. La declinación puede ser explicada por la pérdida de superficie cubierta por agua (70 %) en la laguna. El número de especies detectadas en cada muestreo fue de 20, 13 y 9 respectivamente.

Durante el segundo muestreo, las diferencias entre ambas áreas se hacen mucho más notables, principalmente por la desecación de los humedales del área Atuel (Fig. 9.3 y Tabla 9.4). La riqueza estimada fue diferente entre ambas áreas: para el área Atuel fue de 20 especies mientras que para Puelches de 35. Las especies observadas para el área Atuel y Puelches fueron, respectivamente, de 12 y 28. La fracción estimada de especies de Atuel como presente en Puelches disminuyó con respecto al muestreo anterior, alcanzando un 63 %. El déficit de especies de Atuel con respecto a Puelches, de acuerdo al estimado de riqueza relativa se acentúa, siendo del 78 %. Puelches presenta un número mucho mayor, 23, en el número de especies potencialmente colonizadoras del área Atuel con respecto al muestreo anterior que era de 5.

Parámetro	Est.	EE	IC 95 %
Riqueza de especies en Atuel (N1)	35.6	5.74	25.7-46.8
Riqueza de especies en Puelches (N2)	40.6	5.74	30.0-50.9
Proporción de especies en Atuel presentes en Puelches	0.99	0.12	0.60-1.00
Proporción de especies en Puelches presentes en Atuel	0.75	0.17	0.39-1.00
Riqueza relativa de especies, Atuel y Puelches (N2/N1)	1.14	0.26	0.76-1.75
Especies presentes en Atuel, pero no en Puelches	4.98	6.96	0.00-20.90
Especies presentes en Puelches, pero no en Atuel	5.23	6.68	0.00-23.61

Tabla 9.3. Valores estimados de parámetros de las comunidades de aves acuáticas del área Atuel vs. el área Puelches, relevamiento de diciembre 2004 –área Atuel-, febrero de 2005 –área Puelches-. Est.: Valor estimado; EE: error estándar; IC: intervalo de confianza.

Parámetro	Est.	EE	IC 95 %
Riqueza de especies en Atuel (N1)	19.94	4.15	12.00-27.82
Riqueza de especies en Puelches (N2)	35.53	4.20	28.17-44.41
Proporción de especies en Atuel presentes en Puelches	0.63	0.20	0.27-1.00
Proporción de especies en Puelches presentes en Atuel	0.22	0.10	0.10-0.49
Riqueza relativa de especies, Atuel y Puelches (N2/N1)	1.78	0.49	1.13-3.0
Especies presentes en Atuel, pero no en Puelches	12.08	5.43	0.00-19.01
Especies presentes en Puelches, pero no en Atuel	22.79	0.14	13.18-34.84

Tabla 9.4. Valores estimados de parámetros de las comunidades de aves acuáticas del área Atuel y Puelches, relevamientos realizados en ambas áreas en abril de 2005. Est.: Valor estimado; EE: error estándar; IC: intervalo de confianza.

Antecedentes

Siegenthaler *et al.* (2004) realizaron una serie de 9 relevamientos en el área de humedales del Atuel durante el período 1986-1998. El número de especies de aves acuáticas detectadas fue de 27 (Tabla 9.2). Por su parte, la fundación Alihuén (2005) realizó durante los años 2000 y 2002 un total de 6 relevamientos en el área Atuel. Las aves acuáticas detectadas durante sus observaciones totalizaron 32 especies (Tabla 9.2).

9.5. Discusión

La diversidad de aves acuáticas al comienzo del estudio no mostró grandes diferencias con el área de referencia Puelches, aunque aquella tuvo una fuerte caída durante el plazo de estudio debido a la desecación de los humedales. Similares resultados se infieren del análisis de la información obtenida por Siegenthaler *et al.* (2004) y Alihuen (2005) en el área Atuel, que muestran niveles de riqueza semejantes a los estimados por nuestro estudio en diciembre (Tablas 9.1 y 9.3). Los resultados muestran con claridad el impacto de la presencia/carencia de agua en los humedales del Atuel. Al mismo tiempo, también señalan el potencial que el sistema tiene para su restablecimiento, al menos en términos de riqueza de especies, en cuanto los humedales reciban y mantengan agua. Al menos existe otra comunidad, la de Puelches, que puede proveer, mediante dispersión, de las especies. Es decir, la

metacomunidad³ (Leibold *et al.* 2004) de aves acuáticas de la región podría suplir esas especies con rapidez, como ha ocurrido varias veces en el pasado.

Relevamientos en área Atuel y área Puelches

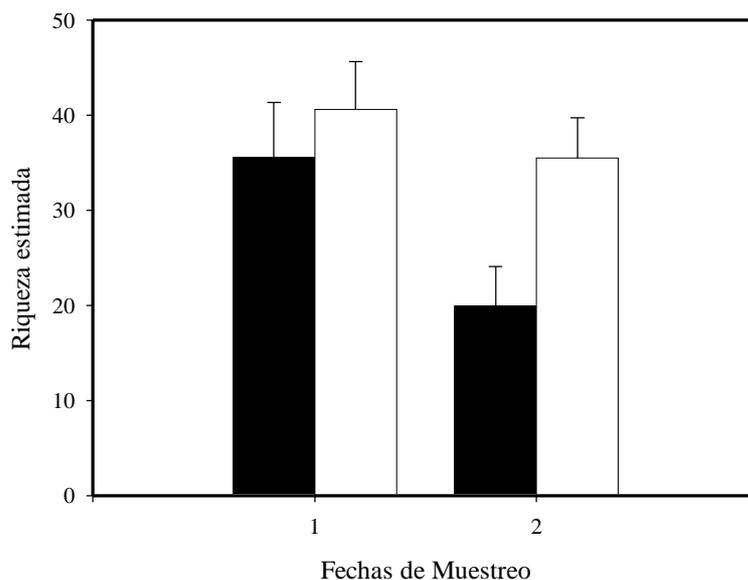


Figura 9.3. Riqueza estimada (\pm Error Estándar) de especies de aves acuáticas en las dos zonas primarias de muestreo. La fecha 1 corresponde, para Atuel, a los relevamientos de diciembre de 2004 mientras que para Puelches a febrero de 2005. La fecha 2 corresponde, para ambas áreas, a abril de 2005.

El sistema del área Puelches, puede comportarse como término de referencia del que se pretende restaurar en el Atuel en lo que a aves acuáticas concierne. La similitud en la riqueza de especies entre ambos sistemas en los primeros muestreos, cuando algunos humedales del área Atuel estaban activos, es un indicio positivo al respecto. Cuando la diversidad de Atuel cae por el desecamiento, Puelches muestra niveles mayores de diversidad debido a que sus humedales continúan activos y permite descartar que la caída en el área Atuel se deba sólo a motivos estacionales. Es decir que Puelches podría actuar como sistema de control del área Atuel. Si bien nuestros estudios se limitaron a la diversidad de aves, las observaciones preliminares realizadas muestran que en Puelches existe un buen desarrollo, debido a los muchos años de actividad de los humedales, de estructura de la vegetación asociada al agua que permiten la reproducción y sirven de refugio a varias especies de aves acuáticas. Esta estructura no existe en los humedales del Atuel pero su presencia en Puelches permitiría desarrollar indicadores útiles para monitorear el proceso de restablecimiento en el área Atuel.

Como se indica arriba, el restablecimiento de la comunidad de aves asociada a los humedales del Atuel parece factible, al menos en cuanto a la disponibilidad de especies en la región para proveer de colonizadores. Sin embargo, otros factores no medidos en este trabajo pueden limitar el funcionamiento normal de las especies de la comunidad de aves a restaurar y por lo tanto el proceso mismo de restauración. Uno de ellos es la comunidad de plantas vasculares relacionadas con el agua. Más allá de que las especies de plantas estén presentes en la zona, se requiere estabilidad de humedales activos para que las características estructurales de esta comunidad vegetal puedan desarrollarse y así suplir demandas de las aves, como sitios de anidamiento y refugio. El restablecimiento de la comunidad vegetal será una de las claves para el éxito del proceso ya que constituye la base de la mayoría de los ecosistemas (Young *et al.* 2005). En adición, la evidencia empírica muestra que no siempre el restablecimiento de la comunidad vegetal se logra con la eliminación del factor de impacto puesto que la sucesión puede seguir caminos alternativos hacia distintos puntos estables, no todos ellos deseables (Suding *et al.* 2004).

³ Metacomunidad: conjunto de comunidades locales de una región que están conectadas por dispersión de las especies que las conforman (Leibold *et al.* 2004)

Otras potenciales limitaciones al proceso de restablecimiento es la presencia en el área Atuel de especies exóticas invasoras, como el jabalí (*Sus scrofa*) o el tamarisco (*Tamarix_spp*). Ambas especies tienen grandes antecedentes sobre los efectos negativos que pueden provocar en la variedad de sistemas que han invadido (Jaksic *et al.* 2002; Hart *et al.* 2005). El jabalí está presente en el área Puelches, pero sus efectos sobre la comunidad del sistema no han sido estimados.

9.7. Conclusiones

El restablecimiento de la comunidad de aves acuáticas en los humedales parece factible. Los relevamientos realizados en los últimos años en la zona, incluyendo los de este estudio, muestran que la diversidad de aves respondió positivamente a la presencia de caudales de agua que activen los humedales, señalando la existencia de especies colonizadoras en otros humedales activos de la región.

Los humedales del área Puelches pueden ser utilizables como sistema de referencia en la planificación y monitoreo del proceso del restablecimiento del área Atuel. La similitud en la diversidad al comienzo de nuestro estudio demuestra la afinidad entre ambos sistemas cuando ambos están activos por la presencia de agua. Las altas densidades de individuos en Puelches podrían ser reflejo de la extensión superficial de sus humedales y del desarrollo estructural de la vegetación. Esta relación puede utilizarse como indicadora para fijar objetivos de restablecimiento y métodos para verificar la evolución del sistema ecológico en Atuel.

9.8. Bibliografía Citada

- Alihuen. (2005). Vertebrados relevados en la zona de influencia de los bañados del río Atuel (La Pampa). Peces, Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos. . Alihuen. Santa Rosa. 8 págs.
- Andelman, S. J. y W. F. Fagan. (2000). Umbrellas and flagships: efficient conservation surrogates or expensive mistakes? *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 97: 5954-5959.
- Baron, J. S.; N. LeRoy Poff; P. L. Angermeier; C. N. Dahm; P. H. Gleick; N. G. Hairston Jr.; R. B. Jackson; C. A. Johnston; B. D. Richter y A. D. Steinman. (2002). Meeting ecological and societal needs for freshwater. *Ecological Applications*, 12: 1247-1260.
- Fleishman, E.; C. J. Betrus; R. B. Blair; R. Mac Nally y D. D. Murphy. (2002). Nestedness analysis and conservation planning: the importance of place, environment, and life history across taxonomic groups. *Oecologia*, 133: 78-89.
- Hart, C. R.; L. D. White; A. McDonald y Z. Sheng. (2005). Saltcedar control and water salvage on the Pecos river, Texas, 1999-2003. *Journal of Environmental Management*, 75: 399-409.
- Hines, J. E.; T. Boulinier; J. D. Nichols; J. R. Sauer y K. H. Pollock. (1999). COMDYN: software to study the dynamics of animal communities using a capture-recapture approach. *Bird Study*, 46 (suppl.): S209-217.
- Jaksic, F. M.; A. J. Iriarte; J. E. Jiménez y D. R. Martínez. (2002). Invaders without frontiers: cross-border invasions of exotic mammals. *Biological Invasions*, 4: 157-173.
- Leibold, M. A.; M. Holyoak; N. Mouquet; P. Amarasekare; J. M. Chase; M. F. Hoopes; R. D. Holt; J. B. Shurin; R. Law; D. Tilman; M. Loreau y A. Gonzalez. (2004). The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology. *Ecology Letters*, 7: 601-613.
- Nichols, J. D.; T. Boulinier; J. E. Hines; K. H. Pollock y J. R. Sauer. (1998). Estimating rates of local species extinction, colonization, and turnover in animal communities. *Ecological Applications*, 8: 1213-1225.
- Nichols, J. D.; T. Boulinier; J. E. Hines; K. H. Pollock y J. R. Sauer. (1998). Inference methods for spatial variation in species richness and community composition when not all species are detected. *Conservation Biology*, 12: 1390-1398.
- Pringle, C. M.; M. C. Freeman y B. J. Freeman. (2000). Regional effects of hydrologic alterations on riverine macrobiota in the New World: tropical-temperate comparisons. *BioScience*, 50: 807-823.
- Richter, B. D.; R. Mathews; D. L. Harrison y R. Wigington. (2003). Ecologically sustainable water management: managing river flows for ecological integrity. *Ecological Applications*, 13: 206-224.
- SER. (2004). The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration. International science an policy working group. Tucson. 13 págs.

- Shuman, C. S. y R. F. Ambrose. (2003). A comparison of remote sensing and ground-based methods for monitoring wetland restoration success. *Restoration Ecology*, 11: 325-333.
- Siegenthaler, G.; S. Tiranti y E. Fiorucci. (2004). Relevamiento de vertebrados de la Provincia de La Pampa, Gobierno de La Pampa.
- Suding, K. N.; K. L. Gross y G. R. Housemann. (2004). Alternative states and positive feedbacks in restoration ecology. *Trend in Ecology and Evolution*, 19: 46-53.
- UICN. (2000). *Visión del agua y la naturaleza: estrategia mundial para la conservación y manejo sostenible de recursos hídricos en el siglo XXI*. Unión Mundial para la Naturaleza. Gland, Suiza. 74 págs.
- Young, T. P.; D. A. Petersen y J. J. Clary. (2005). The ecology of restoration: historical links, emerging issues and unexplored realms. *Ecology Letters*, 8: 662-673.
- Zedler, J. B. (2000). Progress in wetland restoration ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, 15: 402-407.

CAPÍTULO 10: Aspectos sociales

Lic. Guido ROVATTI
Lic. Julieta SONCINI
Alumna Yanina RUBIO
Alumnas Estefanía BUSTO
Alumna Natalia SAWCZUK

10.1. Introducción

El presente informe expone los resultados que se alcanzaron en el proyecto, organizándolos, para su presentación, según un formato establecido en los talleres de trabajo. Se completaron las actividades correspondientes a los tres módulos de la propuesta de trabajo en tiempo y forma, a excepción del relevamiento *in situ* de los actores sociales residentes en el ámbito rural. Dicha actividad correspondiente al Módulo II se ejecutó tardíamente como trabajo final de campo. Esta postergación respondió, en primera instancia, a una limitación de recursos en las fechas previstas para la movilidad en la zona; y en segunda, a una modificación del criterio de tipificación para su muestreo teórico. La idea de este cambio de criterio surgió de la integración de los avances en el trabajo conjunto de los subgrupos, que nos orientó a combinar un criterio estrictamente sociológico, con un criterio ambiental para tipificar a los actores rurales. De esta forma, a la constitución sociológica tipificada, se la integró con una clasificación de terreno según su afectación potencial ante la restitución del recurso.

Como fuera adelantado en los informes previos, la dinámica del estudio se vio afectada por la incidencia de la politización de la problemática del Río Atuel en la zona y las localidades abordadas. En este sentido, el posicionamiento de los actores sociales involucrados y los generadores de opinión, dieron cuenta en sus operatorias, de las actividades de campo del equipo técnico, provocando algunos sesgos en las tareas de relevamiento. La dinámica que asume la problemática estudiada evidencia - de esa forma - los procesos de construcción y deconstrucción de las representaciones sociales que la caracterizan.

10.2 Objetivos

La propuesta de trabajo originaria se focalizó en cuatro objetivos que establecen un abordaje de la problemática, acorde a los alcances requeridos y los recursos disponibles.

Nos propusimos abordar la dimensión sociológica en la cuenca inferior - especialmente el área de la Provincia de La Pampa - planteándonos los siguientes objetivos:

- ?? Desarrollar una descripción socio-demográfica de la población del área de estudio.
- ?? Identificar los emergentes perceptivos de mayor incidencia en la dimensión ambiental y su problemática, en la población y los referentes institucionales.
- ?? Estudiar las prácticas sociales relativas al uso del agua en el área.
- ?? Sondar la afectación diferencial esperada por los distintos actores sociales e instituciones, frente a posibles cambios en los caudales del Río Atuel y las percepciones acerca de su incidencia en su calidad de vida.

Debemos destacar, sin embargo, que el estudio de la problemática que se abre en torno a un recurso antropizado y su posible restitución, partiendo de una conceptualización constructorista de la dinámica medioambiental; debería abordar también otros objetivos para responder a dimensiones como la económica, que superan los alcances del presente estudio.

10.3 Alcances

Los alcances de este estudio acotan el análisis de la relación entre el sistema social y el ecológico en la cuenca inferior del río Atuel - cuyo régimen de caudales ha sido modificado por el hombre aguas arriba - en múltiples dimensiones.

En lo que respecta a las dimensiones espacio - temporales, el presente trabajo define su campo de estudio al área de la cuenca inferior del Río Atuel que corresponde a la Provincia de La Pampa. Específicamente, a la población actual y los actores sociales e institucionales de los Departamentos de CHICAL CÓ y CHALILEO; comprendiendo a las localidades y ejidos comunales de Algarrobo del Aguila y Santa Isabel, respectivamente.

Esta definición restrictiva del universo de análisis respondió, por un lado, a un criterio metodológico de abordaje focalizado; por otro, a la necesidad de integración de escalas, y por último a una necesidad de adecuación de los alcances a la disponibilidad de los recursos y tiempos.

En la dimensión histórica, el presente estudio se aboca a realizar una aproximación a los procesos y fenómenos que afectaron la problemática en el pasado, y permiten comprender la realidad actual del tema.

La dimensión económica no fue objeto del presente análisis. El abordaje de algunos de sus aspectos, se limita a los requerimientos propios de los objetivos propuestos.

10.4. Metodología

El trabajo se estructuró en un esquema de tres módulos diferenciados de técnicas y actividades para responder a los objetivos que fueron planteados. En adelante, nos detendremos a dar cuenta de los aspectos metodológicos de cada uno de ellos:

MODULO 1º.- Análisis de datos secundarios y bibliografía.

En este primer módulo de trabajo se utilizaron técnicas de análisis de documentación e interpretación de estadísticas, consulta y sistematización de publicaciones, bibliografía y fuentes (material que se enumera en el apartado correspondiente).

Se solicitó información y documentación a los siguientes organismos: Archivo Histórico Provincial, Dirección de Estadística y Censos, Ministerio de Producción, Biblioteca de la Cámara de Diputados de La Pampa, Municipio de Santa Isabel y Comisión de Fomento de Algarrobo del Aguila, Programa Social Agropecuario y se consultaron materiales de los expedientes, sentencias y pericias judiciales.¹

A partir de su estudio, se obtuvieron insumos para el desarrollo de los siguientes módulos, y se avanzó en la consecución de los objetivos del proyecto; especialmente en lo relativo a desarrollar una descripción socio - demográfica de la población del área de estudio y una aproximación histórica a la problemática.

MODULO 2º.- Relevamiento cualitativo de informantes claves.

La propuesta de trabajo inicialmente establecía realizar un Muestreo teórico de referentes institucionales, de cada una de las localidades comprendidas en el área de estudio. En este sentido, la organización del denominado Consejo Consultivo, abrió en la localidad de Algarrobo del Aguila un espacio de trabajo propicio en el que se identificaron y consultaron los referentes institucionales de relevancia de la localidad. En Santa Isabel, el espacio fue abierto a partir de una convocatoria similar realizada desde la comuna.

Partiendo de su integración se abordaron las percepciones y disposición en relación a la temática del estudio, de referentes de instituciones gubernamentales, y no gubernamentales. Representantes de instituciones del sector agropecuario, técnicos, de salud, de educación, religiosos y otros de las denominadas del tercer sector de cada localidad.

Con los miembros de las instituciones del medio se realizaron entrevistas individuales y grupales utilizando registros magnetofónicos. En las primeras se aplicaron técnicas de entrevista no estructurada, con las que se profundizaron las temáticas de estudio.

En las instancias grupales, en cambio, se utilizaron técnicas propias de la focalización y coordinación de grupos de opinión. Cabe adelantar, que en su desarrollo los actores visualizaron espacios grupales de construcción de sus memorias colectivas propicias para actualizar sus representaciones del ambiente, los recursos y la propia identidad. El análisis de los resultados de estas instancias, orientaron el diseño del instrumento de relevamiento utilizado en los sondeos de opinión que se efectuaron en el tercer Módulo.

¹ Aprovechamos esta instancia para agradecer a dichas instituciones y su personal la disposición y colaboración brindada.

Por otro lado, la realización de un relevamiento a través de un Muestreo teórico de actores sociales del ámbito rural, se vio afectada por una modificación en los criterios de tipificación de los actores a relevar. Por ello, se postergó la realización de los relevamientos *in situ*.

El cambio de criterio surgió de la integración de los avances en el trabajo conjunto de los subgrupos, que nos orientó a combinar un criterio estrictamente sociológico, con un criterio ambiental para tipificar a los actores rurales. De esta forma, a la conceptualización de tipos sociales desarrollada para el estudio de los establecimientos agropecuarios desarrollada según la disposición de recursos y la organización del trabajo, entre otras dimensiones agroeconómicas y sociales; se la integró a una clasificación de terreno de acuerdo a su afectación potencial ante la restitución del recurso.

En la primera aproximación, se efectuó una instancia grupal con la colaboración, para su convocatoria, de FUNSACHA (la fundación local de sanidad animal). En ella se reunieron 19 personas: productores (propietarios y arrendatarios), pobladores y trabajadores rurales de 17 establecimientos agropecuarios de la zona, con una propuesta de trabajo de grupo de opinión. Dicha instancia fue afectada, en parte, por la intervención de otros actores locales del ámbito urbano movilizados por la problemática del Río y sus caudales.

Por la integración de criterios de tipificación, y dada la extensión de los lotes en el relevamiento *in situ*; se entrevistaron a los pobladores de 13 establecimientos agropecuarios de la zona, cubriendo tipos sociales rurales asalariados, minifundistas, y familiares capitalizados. Sus explotaciones se localizan en áreas que corresponden a las siguientes combinaciones de zonas geológicamente caracterizadas: 1) Talud y bañado activo (dos entrevistados); 2) Bañado activo, médanos, terraza baja (dos entrevistados); 3) Planicie de inundación, bañado activo, cauce inactivo; 4) Planicie de inundación con terraza más baja y terraza cubierta; 5) Intermédanos, médanos longitudinales y planicie de inundación; 6) Terraza alta con planicie de inundación, zona intermédano y médanos longitudinales; 7) Planicie de inundación, depresiones y terraza alta; 8) Terraza alta con bañado activo y afloramiento rocoso; 9) Talud, bañado activo y planicie de inundación; 10) Canal de descarga, terrazas bajas, planicie de inundación y terrazas altas; y 11) Terraza aluvial, terraza cubierta y planicie de inundación.

MODULO 3°.- Relevamiento cuantitativo de población urbana de las localidades

Esta instancia del estudio se estructuró en dos sondeos de opinión que se realizaron los días 24 y 25 de Junio de 2005 mediante encuestas domiciliarias. Con la colaboración de los alumnos de la “Cátedra de Sociología y Antropología” de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y la asistencia de dos alumnas de la Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente, se aplicó un cuestionario estructurado (cuyo diseño se presenta en el anexo) a una muestra por cuotas establecidas por edad y sexo para cada localidad. Por su diseño las muestras poseen un intervalo de significación estimado del 95,5% y un margen de error estimado inferior al 10%.

El diseño de las muestras representativas de las poblaciones de las localidades, surge de los radios y fracciones censales urbanos y periurbanos. La composición de las cuotas efectivamente relevadas en las localidades se presentan en los cuadros respectivos (ver Tabla 10.1 y Tabla 10.2).

Tabla 10.1: Muestra de Algarrobo del Aguila

Grupo de Edad	Diseño			Relevamiento		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
15-24	12	16	28	12	16	28
25-34	7	10	17	6	10	16
35-44	10	5	15	11	6	17
45-54	5	7	12	5	7	12
55-64	6	3	9	5	3	8
65 y +	1	3	4	*	3	3
Total	41	44	85	39	45	84

* El caso identificado con disposición, no pudo responder por problemas de hipoacusia y salud.

En ellos se evidencia cómo las limitaciones, propias del trabajo de campo estructurado en jornada única por localidad - metodología con que se llevaron adelante los sondeos de opinión - obligaron una afectación mínima de las muestras.

La encuesta de opinión relevó, en primer lugar, variables relativas a la percepción de problemáticas medioambientales. En segundo, la disposición y calidad de los servicios que afectan la calidad de vida de la población. Por último, las opiniones respecto a la problemática del Río Atuel, los actores involucrados, la posibilidad de resolución, las demandas y los emergentes asociados a la problemática, entre otras dimensiones.

Tabla 10.2: Muestra de Santa Isabel

Grupo de Edad	Diseño			Relevamiento		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
15-24	14	12	26	14	13	27
25-34	10	11	21	10	10	20
35-44	9	9	18	9	9	18
45-54	8	8	16	7	9	16
55-64	5	4	9	5	4	9
65 y +	4	4	8	4	4	8
Total	50	48	98	49	49	98

10.5 Resultados

En adelante se exponen los resultados obtenidos en los tres módulos del proyecto. Se organizan para su presentación de acuerdo a un criterio que responde por un lado a los objetivos propuestos, y por otro, a la construcción diferencial de las perspectivas de los distintos actores.

10.5.1. Descripción socio-demográfica de la población del área de estudio

El área de estudio comprende los Departamentos de Chical Có al Oeste y Chalileo al Este, en el límite Noroeste de la Provincia de La Pampa; lindantes con Mendoza y con San Luis y Mendoza respectivamente. Ambos son de baja densidad poblacional.

Chical Có posee según datos del INDEC, en el Censo Nacional de Población y Vivienda del 2001 una población total de 1595 habitantes (882 hombres y 713 mujeres). Chalileo una población de 2517 habitantes (1317 hombres y 1200 mujeres). La masculinidad de la población de los Departamentos - en nuestra geografía - se asocia a regiones marginales con índices de población rural de significación. Las estructuras demográficas de ambos Departamentos (ver anexos) presentan características de poblaciones jóvenes, en las que los fenómenos migratorios poseen efectos diferenciales en las distintas cohortes de edad.

Los niveles de educación de los Departamentos evidencian guarismos relativos a las dinámicas de las poblaciones de la región Oeste de la provincia, caracterizados por una marcada diferenciación de los niveles educativos entre los grupos de edad. Si bien la población sin instrucción, se concentra en grupos de edades avanzadas (con mayor incidencia en Chical Có), quedan cifras disociadas de la media provincial incluso en edades medias de ambos Departamentos.

La infraestructura de las viviendas presenta en ambos Departamentos carencias significativas, incluso por falta de información estadística. En este sentido, de un total de 492 viviendas relevadas en Chical Có, un centenar carece de información al respecto. En Chalileo, de 922 viviendas, la ausencia de datos asciende a 230 casos. (ver Tabla 10.3).

Si bien al analizar cada Departamento se observa que la precariedad crítica (categorías III, IV y V de calidad de materiales/total de viviendas) presenta un importante diferencial entre ellos (Chical Có 32,31% y Chalileo 18,65%), ello se debe a la asociación entre precariedad de la vivienda y ruralidad de la población. Este indicador da cuenta del ámbito en que se encuentra la vivienda. Radios censales de población rural presentan mayores proporciones de viviendas precarias.

Esa situación se visualiza claramente al analizar la composición de la población de los ejidos comunales específicos del área de estudio (cabe destacar que los ejidos comunales difieren de los Departamentos). Nos referimos al de Algarrobo del Aguila (Departamento Chical C6) y el de Santa Isabel (Departamento Chalileo). Observamos la incidencia diferencial de los índices de ruralidad de la población de cada uno de ellos.

Tabla 10.3. DEPARTAMENTOS DE CHALILEO y CHICAL C6 (*). Viviendas discriminadas por Departamento según calidad de los materiales

Departamento	Total	Sin información	Calidad de los materiales de la viv. (CALMAT)				
			I	II	III	IV	V
Chalileo	922	230	271	249	112	56	4
Chical C6	492	100	53	180	95	63	1

FUENTE: Dirección General de Estadística y Censos. Dpto. Sociodemografía – confección propia.

(*) Censo Nacional de Población, Hogar y Vivienda 2001

I : La Vivienda presenta materiales resistentes y sólidos en todos los parámetros (pisos, paredes o techos) e incorpora todos los elementos de aislación y terminación

II: La Vivienda presenta materiales resistentes y sólidos en todos los parámetros pero le faltan elementos de aislación o terminación al menos en uno de sus componentes (pisos, paredes, techos).

III: La Vivienda presenta materiales resistentes y sólidos en todos los parámetros pero le faltan elementos de aislación o terminación en todos sus componentes, o bien presenta techos de chapa de metal o fibrocemento u otros sin cielorraso; o paredes de chapa de metal o fibrocemento.

IV :La Vivienda presenta materiales no resistentes ni sólidos o de desecho al menos en uno de los parámetros.

V: La Vivienda presenta materiales no resistentes ni sólidos o de desechos en todos sus componentes.

El ejido de Algarrobo del Aguila con una superficie de 4448.20 km cuadrados, presenta una población total de 637 habitantes que habitan en 212 viviendas, de los cuales (según cifras oficiales del CNPV del INDEC 2001) 494 personas correspondían a población rural y 143 a población urbana.

El ejido de Santa Isabel, en cambio, con 8050 km cuadrados posee una población total de 2488 habitantes en 915 viviendas. La población urbana del ejido asciende, en este caso a 1896 habitantes y la rural a 592.

En lo que respecta a la población económicamente activa (PEA), al analizar los Departamentos, nos encontramos con que en ambos, la categoría modal es la de los trabajadores por cuenta propia, que asciende a casi una de cada tres personas en actividad (ver Tabla 10.4).

Con una pequeña diferencia entre Departamentos - que responde a la superioridad del desarrollo de la administración pública en Santa Isabel – a dicha categoría la siguen la de los empleados y obreros del sector público.

Tabla 10.4. DEPARTAMENTO CHALILEO Y CHICAL C6(*). Población económicamente activa, por Departamento según Categoría Ocupacional - Porcent.

DEPTO	Categoría Ocupacional						Total
	Obrero /empleado		Patrón	Trabajador por Cuenta propia	Trabajador familiar		
	Sec. Público	Sec. Privado			con sueldo	sin sueldo	
CHALILEO	261	250	35	283	14	127	970
%	26.9%	25.8%	3.6%	29.2%	1.4%	13.1%	100.0%
CHICAL C6	137	82	48	186	19	120	592
%	23.1%	13.9%	8.1%	31.4%	3.2%	20.3%	100.0%

(*) FUENTE: Dirección Gral. De Estadística y Censos. Dpto Sociodemografía - confección propia Censo Nacional de Población y Vivienda 2001

La estructura económica difiere con claridad entre los Departamentos, en lo que respecta al desarrollo del sector privado generador de empleo. El desarrollo comercial y de servicios urbanos de Santa Isabel incide sobre su Departamento, impulsando al empleo privado a captar la cuarta parte de la población económicamente activa.²

En forma diferencial, el Departamento Chical C6, quien carece de dichos niveles de desarrollo, posee una proporción de empleo privado que únicamente afecta al 13,9% de su población activa, según la misma fuente.

En el siguiente apartado observaremos los fenómenos históricos que afectaron la evolución social y demográfica del área, visualizándose el marcado impacto regresivo en el área ante la modificación artificial del régimen del Río Atuel. Al afectar negativamente la dinámica productiva del área de bañados, se motorizaron procesos migratorios expulsivos, que lograron revertirse hacia fines del siglo XX. Ello se evidencia al analizar los últimos períodos intercensales: la variación poblacional relativa 1991-2001 (según INDEC) ascendió en Chical C6 al 31,6% y en Chalileo al 20,3% (cabe destacar que en el período anterior este Departamento - a diferencia del primero - poseía un índice de variación positivo).

10.6. Una aproximación histórica

La historia del poblamiento de la zona del Atuel y el uso del río data de épocas arqueológicas. En el territorio que actualmente pertenece a la Provincia de La Pampa hay numerosos sitios de cazadores recolectores que presentan una tecnología semejante a la encontrada en las proximidades del río del actual lado mendocino (Difrieri, s.f.) Según los estudios de Austral, Tapia y Aguerre, se puede considerar que la mayoría de las evidencias arqueológicas dan cuenta de lugares de paradero-taller con campamentos estacionales que integran el área meridional mendocina y noroeste pampeano en un territorio arqueológico coherente. Asimismo Austral ha considerado que se puede hablar, por sus características, de “una verdadera industria pampeano atuelense, que ha tenido contactos araucanos y posteriormente relaciones con pueblos europeos protocolumnales” (Austral en Difrieri, op cit). Las ocupaciones posteriores de indígenas denotaron según lo expuesto en la compilación de Difrieri una mayor permanencia en la zona, mayor complejidad ritual y aprovechamiento de la zona ocupada por el Atuel. En épocas del avance del blanco y retroceso del indio en estas tierras, ya durante el siglo XIX, esta zona brindó buenos lugares para ocultarse y zonas de asentamiento, ya que proveía de recursos para sobrevivir y al mismo tiempo exigía amplios rodeos de tropas debido a las zonas inundadas y pastizales que crecen sobre terrenos blandos. Es conocido también que las poblaciones se establecen donde se puede contar con agua dulce (algunos topónimos como cochi có pueden traducirse como agua dulce – Tello en Difrieri op cit) o potable. Muchos de los sitios arqueológicos hallados en esta zona se han encontrado en lugares con esa característica, junto a lagunas del sistema del Atuel y/o afloramientos de escurrimientos del mismo. Así también, los primeros habitantes que luego darían pie a localidades como Santa Isabel y Algarrobo del Aguila eligieron este tipo de lugares por la presencia del agua.

A continuación se brindará una breve reseña del ya mencionado autor Difrieri quien a su vez recopiló relatos de viajeros en travesías por la zona del Atuel, desde el viaje de Cruz al de Dupont (principios del siglo XIX): “El primero es el viaje de Luis de la Cruz, que atraviesa tres cursos de agua caudalosos después de haber atravesado el arroyo potrol, en dirección al nacimiento y a la latitud aproximada de Limay Mahuida actual dice, este río es de bastante agua, su ribera es de enea o batru y carrizo, por ambas partes forma preciosas islas, sus aguas muy claras. Hay abundancia de cisnes, coscorobas, flamencos, patos, cuervos, garzas y otras muchas aves. En la ribera hay cerdos alzados, todos estos contornos a cuanto alcanza la vista son tupidos de arbustos y poco pastosos.” (Difrieri, op cit) También se hace referencia a la vegetación abundante en carrizales, junco y totoras y a la extensión de las márgenes del área Atuel-Chadileuvú, que alcanzaban hasta 50 km. de ancho. Por último, este autor

² Según la Dirección de Estadística y Censos, al 31 de Diciembre de 2004, la localidad contaba con 63 licencias de habilitaciones en el Registro Unidades Económicas de Industria, Comercio y Servicios.

sostiene que la continuidad fluvial ha permitido la continuidad de las vías de comunicación y la ruta de movimientos de norte a sur y viceversa, tanto de las faunas y floras como de los habitantes con relativa gran antigüedad; y que las características de unidad y continuidad que se ha comprobado en los yacimientos que se hallaron a lo largo del Atuel-Chadileuvú-Colorado inferior permiten a los especialistas determinar el área cultural del Atuel.

Luego de la irrupción de Roca (fines del siglo XIX) se produjeron nuevos sucesos e importantes cambios en la zona. “Muchos colonos avanzaron y se instalaron desde las provincias septentrionales y pronto hormiguearon los puestos de ganado, las estancias y las parcelas cultivadas. El gobierno de la Nación distribuyó tierras en extensas colonias: Butaló, Mitre, Puelches ... El Atuel, el Chadileuvú-Salado, las lagunas de La Pampa centromeridional formaban un poderoso sistema hidrográfico no sólo superficial sino también subterráneo que justificaba la euforia colonizadora, mediante el apoyo de la tecnología moderna. No para otra cosa habían sido conquistadas esas tierras” (Difrieri, 1980:4). Esa irrupción vista como progreso y desarrollo se verá truncada posteriormente por los deseos de controlar la distribución de algunos cauces como los del Atuel por parte de la provincia de Mendoza.

1. Haciendo memoria, algunos datos de importancia

Pero haciendo memoria a continuación se expondrán algunos eventos que darán cuenta de la complejidad del tema del Río Atuel y de lo que ha ocurrido con su registro y con algunas de las decisiones que fueron tomadas sobre él hasta la provincialización de La Pampa, que fue muy posterior a la de Mendoza. Los siguientes datos corresponden a los publicados en: la obra de Difrieri de 1980, a datos del Proyecto de cooperación técnica para el Desarrollo regional en Provincias Argentinas. Seminario sobre actualización de la problemática del agua para uso ganadero en la región oeste de La Pampa de 1983; del libro Régimen Jurídico de los Ríos Interprovinciales, la cuestión institucional entre las provincias de La Pampa y Mendoza de Ochoa (1964-7); una publicación del COPDRIP (1973?) titulada Una causa pampeana: La cuenca de los Ríos Atuel-Salado-Chadileuvú; de E. Stieben La Pampa (1946), CPA (1974) y de J. Molins La Pampa (1918):

En:

- 1552 F. de Villagrán desde Chile viene y explora el territorio de Cuyo hasta el Diamante y sostiene un combate con los indios Puelches en el Pucará del Atuel. Este río y el Diamante forman uno solo que desaguan en el Salado- Desaguadero.
- 1562 J. Jufré establece como límite de la ciudad de Mendoza por el sur hasta el Diamante.
- 1546 El padre A. Ovalle describe las lagunas de Guanacache y su riqueza íctica.
- 1648 V. Escobar describe la zona de Guanacache como muy poblada. Estos datos coinciden con los datos arqueológicos y etnográficos.
- 1658 el río Diamante se vuelve una frontera entre cristianos e indígenas
- 1703 Carta de Guillaume de l' Isle. Constan en ella los nombres de los ríos Diamante y el curso del Desaguadero, Salado, Chadi Luuvú.
- 1779 El mapa de Juan de la Cruz Cano y Olmedilla registra el nombre más antiguo del Atuel: Pelaguen Leuvú. Diseña el curso del Diamante con el Chadi Luevú, a los 37° sur, con un curso donde se intercalan cuerpos palustres. Las lagunas del complejo Urrelauquen se unen al río Negro en esta carta.
- 1782 El comandante Amigorena describe el Atuel medio como caudaloso y que los indios derivan de él acequias de riego.
- 1783 El comandante Amigorena se interna hacia el sur siguiendo el cauce del Atuel-Chadileuvú hasta los llamados Toldos de los Manantiales, al oeste de este último.
- 1784 Undiano y Gastelú recorren el río hasta los Manantiales. Informan de una gran creciente y sostienen por primera vez la navegabilidad de este río (el Diamante).
- 1787 se funda el fuerte de San Rafael
- 1804 Justo Molina y Vasconcelos cruza el río Atuel y el Diamante, encuentra indios pehuenches que no han podido cruzar el Chalideuvú ni en balsa. Molina cruza tres brazos del Chadileuvú a la latitud de Meucó y un brazo del Atuel, a la latitud de Limen Mahuida (Limay Mahuida)
- 1806 Luis de la Cruz cruza el Chadileuvú en el mes de mayo a la latitud del Potrol, antiguo curso fluvial del Atuel o del Chadileuvú.
- 1809 El comandante Miguel Telis Menezes desvía el curso del Diamante, el cual sigue desde ese año en dirección oeste-este hasta desembocar en el Salado de San Luis.

- 1810 La 'carta esférica de las Pampas' registra la unión del Diamante-Atuel con el Salado-Chadileuvú, ignorando el nuevo curso desviado del Diamante.
- 1833 El mapa titulado 'carta esférica de las Pampas' de Gustavo Gari lleva el Diamante-Atuel hasta la laguna de Urrelauquen sin nombre y sin conexión con el Colorado. Sin embargo en la expedición de Félix Aldao al desierto, el coronel Velasco describe los ríos Chadileuvú y Atuel y opina que éste es navegable en verano por fragatas (navíos de 50 toneladas de desplazamiento). Aldao concentra sus caballadas en la zona de Butalón, por sus buenos pastos. El coronel Garretón dice que es indudable la unión del Diamante con el Colorado.
- 1854 El Dr. E. Day, vecino de Mendoza, navega con una lancha en el Atuel unas 15 leguas (90-100 km.)
- 1855 El Dr. Day propone la canalización del Chadileuvú y pide como compensación las islas interpuestas en los ríos, vale decir las mejores tierras.
- 1867 Martín de Moussy escribe en su tratado que el Atuel, con el nombre de Chadileuvú, desemboca en el Desaguadero, aguas debajo de la conjunción, El Desaguadero recibe el nombre de Salado. La laguna Curra Lauquen en los años de crecidas, hace que los bañados del sur de esta laguna comuniquen con el Río Colorado.
- 1868 Czetzy y Hoffmeister confirman en su mapa la unidad hídrica del Salado-Atuel. El curso del Diamante aparece por primera vez en la cartografía en su nuevo curso de oeste a este. La línea de frontera proyectada por Czetzy se apoya en este Diamante nuevo.
- 1869 El gobierno de la provincia de Mendoza, en informe oficial al ministro del interior, V. Sarsfield, reconoce el límite meridional de la provincia, uno de cuyos puntos de apoyo es la confluencia de los ríos Atuel y Salado, a 36° sur. Dicho punto de confluencia se denomina Trauenleuvú (la unión de los ríos), por ser territorio indio sin toponimia cristiana. La latitud de la confluencia es errónea y se basa en una carta de M. de Moussy.
- 1875 El atlas de N. Grondona señala la frontera en el Diamante nuevo y registra el cauce viejo que conducía las aguas de éste al encuentro del Atuel. Paralelamente y al norte del Diamante nuevo se ha proyectado una línea férrea diseñada en el mapa de Mendoza de este atlas.
- 1876 Burmeister sostiene la unión de los ríos Atuel-Salado y dice que los grandes pantanos del Salado-Chadileuvú transforman el ambiente de las estepas patagónicas.
- 1877 La carta de Jordán Wysocki (anterior a la expedición al desierto) diseña la unión del Atuel-Salado. Este último se vuelca en la laguna Urrelauquen. El Atuel-Salado constituye un límite de etnias indígenas.
- 1880 Zeballos explora el Curacó y resuelve el problema de la conexión del sistema cuyano-pampeano con el Colorado.
- 1884 Dabadie practica la mensura de la zona de la confluencia del Atuel y del Salado en noviembre. Esta confluencia resulta hallarse astronómicamente 40 km. al sur del paralelo 36°. Señala en la confluencia que existe una laguna. Registra mucha población instalada y sigue el curso del arroyo Butaló – brazo del Atuel - hasta los 37° sur.
- 1884 De ese año data – según Guillermo Cano - la más antigua concesión de aguas del río Diamante en San Rafael.
- 1885 En San Rafael existe en ese año una superficie cultivada de 10.000 Ha. regadas con agua del Diamante y 100 Ha. con agua del Atuel.
- 1885 Cagnoni y otros miden la sección XVIII del territorio de la Pampa. Distinguen cauces permanentes y transitorios en la zona de los bañados del Atuel, los cuales se encuentran en el mes de diciembre colmados de agua.
- 1889 El coronel Rohde, en su descripción de La Pampa, sostiene que la laguna de Urrelauquen desagua en el río Colorado en época de creciente.
- 1890 En el mapa catastral de la República Argentina se diseña, en la hoja correspondiente, una gran colonia, al sur del Atuel.
- 1892 Se publica el mapa de la provincia de Mendoza, de Olascoaga et al., propiedad de Mendoza, escala 1:500.000, imprenta Estrella. En él aparece diseñado el curso completo del Atuel hasta su confluencia con el Salado, fuera del territorio provincial, como curso permanente y continuo.
- 1895 Lange y otros realizan una expedición a San Rafael y registran pequeñas siembras.
- 1896 La empresa Floro Costa y Cía., con el asesoramiento del ing. Hidráulico Romanini, propone la canalización del Salado-Atuel-Chadileuvú teniendo en cuenta la continuidad de los cauces, los caudales calculados en 10 millones de m³. diarios y la posibilidad de construir canales para trenes de gabarras de 10t. cada una. La mayor velocidad de la corriente se registró en La Angostura y en Paso de

las Gallaretas, con una velocidad de dos metros por segundo. La empresa propone construir una hidrocentral en el Nihuil, y regar 150.000 Ha.

- 1905 El gobierno de la Nación vende tierras fiscales en el noroeste de La Pampa, de acuerdo con un plano catastral de la Dirección Nacional de Tierras y un informe geográfico del agrimensor Calcagnini. Chapeaurouge ejecuta mensuras en esta región, señala los bañados del Atuel y procede a una subdivisión de la tierra teniendo en cuenta frentes que puedan permitir el uso de las aguadas para el ganado, en una sistematización muy apropiada y demostrativa del ambiente hídrico reinante.

- 1906 El agrimensor Dodds cumple una diligencia de mensura en la confluencia Atuel-Salado e informa sobre condiciones hidrográficas.

- 1907 El Ing. Wauters, por contrato con Mendoza, realiza el estudio de la capacidad de riego de los ríos Atuel y Diamante. Estima que, de acuerdo con una tabla de cultivos variada (alfalfa, vid, frutales, hortalizas) por cada 100 Ha. se necesitarían 244.500 m³. por año. Señala la reducida eficiencia de riego de la zona. Se recomienda a Lange el estudio de un posible dique de 214 Hm³. en El Nihuil.

- 1915 La división departamental de La Pampa asigna como capitales de dos de ellos a localidades a orillas del sistema del Atuel (Santa Isabel y Algarrobo del Aguila)

- 1918 El gobierno de Mendoza encomienda al Ing. Segovia el reconocimiento del valle del Atuel en El Nihuil.

- 1920 Frey propone la construcción de un embalse en Curacó, para aprovechar las condiciones topográficas del área.

- 1920 La Inspección General de la Dirección Nacional de Tierras y Colonias informa sobre el despoblamiento de la colonia Agrícola Butaló La Pampa. Los terrenos están convertidos en salinas y los cauces se hallan secos. Las cuencas salitrosas eran anteriormente bañados y el cauce del Butaló tenía agua permanente.

- 1921 Se desarrolla la Colonia San Pedro del Atuel (Carmensa). Las obras de riego que desvían aguas del Atuel son importantes.

- 1923 Mendoza contrata a Ward para estudiar el Atuel.

- 1924 Graff estudia posibles lugares para el anclaje de diques para embalsar las aguas del Atuel.

- 1926 El Ministerio de Obras Públicas de la Nación inicia estudios para el aprovechamiento hidráulico del Atuel y su afluente, el Salado.

- 1928 Wichmann prosiguió su estudio del Atuel del Nihuil hacia aguas abajo (Dtos. Chicalcó y Puelén en La Pampa) debido a la afectación que tendrían con la construcción de la represa. El resultado es negativo en cuanto a las esperanzas que se pueden tener en materia hídrica en esos Departamentos.

- 1930 La Dirección General de Minas y Geología publica su mapa hisomatimétrico del país, donde se diseña la cuenca hídrica cuyano-pampeana, como sistema íntegro exorreico al Atlántico vía Curacó-Colorado.

- 1932 Informe del Ing. Tapper, se resumen los resultados obtenidos por la Comisión de Estudios Hidráulicos de los ríos Atuel y Salado (afluente del Atuel en la cordillera).

- 1938 El ing. Balbi realiza investigaciones sobre el tapón clandestino de Ugalde.

- 1939 En el mapa de cuencas hidrográficas de la Dirección Gral. De Irrigación pública figura el sistema del Desaguadero-Salado completo como cuenca exorreica hacia el Atlántico.

- 1940 La Ley Nacional 12.650 dispone la construcción del dique de El Nihuil. Ballester reconoce el papel del Curacó como conectivo de la cuenca con el río Colorado y Dillon emite un informe sobre las condiciones hidrológicas de la zona Atuel-Salado-Chadileuvú.

- 1945 El decreto nacional n° 6767 establece normas sobre el aprovechamiento de los ríos interprovinciales.

- 1946 Los habitantes de Santa Isabel solicitan un canal de riego para la zona, pero el pedido es bloqueado por hallarse en marcha la obra de El Nihuil.

- 1947 Soldano en su tratado sobre los ríos argentinos indica la confluencia de los ríos Atuel y Salado con caudales propios cada uno.

- 1948 Las Dirección de Ingenieros emite un memorandum sobre el decreto 6767. Este decreto estableció que el Gobierno Nacional, por intermedio de la Administración Nacional del Agua regulará el uso y aprovechamiento de las aguas de los ríos y corrientes subterráneas que atraviesen dos o más provincias, a fin de asegurar su racional utilización en todo su curso, de acuerdo con la población y las necesidades de cada provincia o territorio.

- 1948 El informe de la Asesoría Letrada de la Dirección Nacional del Agua sobre ríos interprovinciales advierte que cuando una provincia construye obras que perjudiquen a otras, al

acaparar agua dentro de sus límites, los males que de ellos se derivarían serían incalculables, no solamente por el perjuicio que ocasionarían a la economía de la perjudicada sino para la vida misma de los habitantes, la higiene, la salud y corroería el sentimiento fraternal conmoviendo la unidad de la Nación.

- 1948 Dohuart produce el memorando 7520 de la Administración Nacional del Agua sobre la derivación de agua en el noroeste de La Pampa, con motivo de la inauguración del dique El Nihuil y reconoce que ellas tienen derecho también sobre las aguas del Atuel y ellos serán respetados en la forma en que la provincia de Mendoza y la Nación lo decidan (La Pampa era todavía Territorio Nacional).

- 1949 Resolución n° 50 del Consejo Nacional de Agua y Energía Eléctrica de la Nación sobre sueltas de agua del dique el Nihuil.

- 1949 El Ing. Block informa sobre las condiciones en que se desenvuelve el riego con aguas del Atuel.

- 1950 El Ing. Cannelle realiza un estudio hidrogeológico de la zona de Santa Isabel. Resultado Negativo.

De allí en adelante y debido a la construcción de los Nihuales y la merma considerable del cauce del Atuel y muchas veces de su corte, la Provincia de La Pampa tomó diferentes acciones entre las que se cuentan el juicio a Mendoza y numerosos encuentros, convenios, conversaciones y disposiciones, pero la situación real es que no ha cambiado en general y se mantiene a La Pampa en una situación de aprovechamiento del río desapareja donde ella ha perdido posibilidades de desarrollo frente a Mendoza. Asimismo la situación ecológica suscitada en La Pampa por la captura total de los derrames del Atuel en Mendoza ha cambiado considerablemente (Dimitri en Difrieri, 1980), ello ha afectado no sólo a la fauna, flora y pobladores sino también a las napas freáticas de la zona limítrofe y el sector de los bañados de La Pampa (Marzo e Inchauspe en Difrieri, 1980 y Duval y Ortiz, 1941).

2. En La Pampa

El Río Atuel nace en Mendoza, en cercanías de la línea del límite internacional con Chile. El brazo del Este, conocido como Río Atuel, entraba al territorio de La Pampa. Hasta el año 1918 aproximadamente, al llegar al puesto Bello, se desviaba en dos brazos, uno pasaba por la estancia de Mattos e inundaba la zona de Santa Isabel y el otro que formaba los arroyos Butaló (al este) y de La Barda (al oeste), que inundaban Santa Isabel y Algarrobo del Aguila (Difrieri, 1980). Con posterioridad a esa fecha el curso de estos arroyos se han visto modificados por taponos (taponamientos y desvíos) del lado mendocino que han producido desde el corte del drenaje a escurrimientos por otras zonas. Ello sumado a la desertificación sufrida, el movimiento de médanos y el crecimiento de vegetación en los cauces secos se dificulta el antiguo escurrimiento de las aguas.

A continuación se expondrán algunos aspectos históricos tomados de fuentes y publicaciones de los Departamentos Chicalcó y Chalileo (Departamentos en que nos hemos centrado para este estudio) y cómo su situación se vio modificada con los vaivenes respecto del Río Atuel:

El Departamento Chical Có, Provincia de La Pampa, Argentina, incluye a las siguientes localidades: Algarrobo del Aguila, La Humada y Agua de Torres. El nombre del departamento Chical Có es un nombre indígena, Eliseo Tello menciona a Chical Cómo chañar y co como agua; vale decir aguada del chañar, en tanto que Enrique Stieben, sin descartar esa explicación, también plantea el nombre Chical como apartado, o sea agua apartada (Alvarez, 1994). Posee una superficie de 8.956 kilómetros cuadrados (Araoz, 1991).

Algarrobo del Aguila

La localidad de Algarrobo del Aguila se encuentra ubicada en el Departamento Chical có, se sitúa junto a la margen derecha del río Atuel (entre el río y las bardas) y fue fundada el 5 de febrero de 1899 (Alvarez, 1994 y alumnos y docentes de la escuela n°129, 2002). Este autor considera que el río rompió la monotonía de su suelo, le dio vida y aliento y esperanza de futuro. Desde antaño los pobladores conocieron el agua dulce del Atuel. Se sabe que en las primeras décadas del s. XX ya había juzgado de paz, correo (estafeta y se menciona que muchas veces el correo cruzaba los mensajes por el Atuel en una balsa), comisaría y su ejido ha sido extenso y de pocos pobladores. Luego contó con una escuela hogar, comisión de fomento, registro civil y centro sanitario. Entre los comercios se

mencionan para 1908 el boliche de Cufre y para 1927 el de Pablo Ali. También se recuerda una picada o camino que unía Algarrobo con La Clara y que se recorría para acarrear agua con barriles.

Alvarez (op cit.) menciona que esta localidad sufrió el corte del agua del río y las consecuencias para su vida y su economía fueron sensibles. Menciona que éste era cruzado a caballo hasta 1940 en que se lo comenzó a cruzar en lancha. Había procedencia cuyana en la zona, como así también de Córdoba y San Luis. En el pasado se hacían esquilas en la barda y cerca del río, de ovinos y caprinos. Por último este autor menciona que el Censo Territorial de 1942 consideró 79 personas de carácter urbano y 958 rurales, en total 1037. En 1960, eran 52 habitantes urbanos y en 1991 eran 258. Mientras que en materia de comunicación esta localidad toma contacto con tres rutas, la provincial n°10 hacia el Oeste, la nacional n°151 cruza el lugar desde Puelén hasta Santa Isabel y la n° 143.

Es interesante la investigación que los alumnos y docentes de la escuela hogar n° 129 realizaron en el año 2002 respecto de su localidad y la memoria de algunos de sus pobladores, entre las entrevistas que realizaron se menciona que “antes la gente tenía aljibes, la escuelita vieja tenía uno y que la primera perforación se hizo a 2000 metros del pueblo, traían de un jagüel y ahí sacaban, otros traían del campo, eran pocas las casas, en la actualidad el pueblo está lleno de agua” (op cit.:11) (haciendo referencia al agua que les llega por medio del acueducto desde Mendoza). También se mencionan distintas formas de cruzar el Atuel cuando traía agua, desde un bote, un paso de piedra, el puente viejo, por medio de carros y un fuentón con sogas. En cuanto a las inundaciones se menciona que cuando se cortaba la ruta para Santa Isabel, no salían, y se iba a Alvear por Punta de Agua. Se menciona también que se esquilaba, se vivía de los vacunos y se plantaba pero poco, maíz, zapallo como para el consumo, sandías y melones. Esta investigación termina adjuntando también un testimonio poético en forma de zamba sobre el pueblo de las Águilas y la nostalgia del Atuel.

En este sentido también en algunos diarios de época se mencionan datos interesantes sobre la localidad, como por ejemplo en la publicación del diario El Parque del 29-4-1943 en un viaje que realiza uno de los redactores se menciona que “el algarrobo que dio nombre a dicho lugar fue derribado por el Pampero en una noche que sopló viento huracanado, razón por lo cual las águilas ya no podrán hacer nido en sus ramas centenarias. Un criollo que vive desde hace muchos años en Algarrobo del Aguila me dijo que los araucanos llamaban *nan cú* a las águilas. Y en verdad por aquellas soledades, se ven todavía en cantidades. (...) y agrega) se debería disfrutar más de la pesca abundante de los ríos Atuel y Salado” presentes en la zona. En el diario El Parque del 29-4-1943 se menciona la necesidad de construir un puente sobre el Atuel que corre mansamente por atrás de la comisaría para que conecte el paso tanto de viajeros como de vecinos de las localidades cercanas.

Por su parte, por ejemplo en una nota del Ministerio del Interior, n° 6 del 12-3-de 1943 se indica que “La comisaría de Algarrobo del Aguila sobre el estado del río Atuel informa que las aguas han experimentado una sensible baja, lo que ha motivado la interrupción del curso de la corriente en varias partes, permitiendo el fácil desarrollo de las comunicaciones con la localidad de Sta. Isabel”.

Asimismo en otra publicación, esta vez en el suplemento Caldenia del diario La Arena, 21-2-1999 se publica con motivo del Centenario de la localidad, “Recuerdos de Barda y Río” y se manifiesta que “para sus pobladores han sido cien años de sacrificios, soledad y un aislamiento que recién se atemperó en la última década. Para más la pérdida del escurrimiento permanente del río Atuel, en cuya ribera se levanta el pueblo, en los terribles años cuarenta”. El artículo presenta distintas vivencias, anécdotas del pasado y sentimientos, entre los cuales aparecen los de Alcaraz quien dice “el río, esa sinfonía ancestral que nos deleitó constantemente, que acompañó al hombre mientras pensaba en las boleadas y atrapó la curiosidad del niño por las noches con su ruido escarpado para señalarle cual era la proyección de su sangre. El corte del río derrumbó todas las esperanzas de los chicalquenses que tuvimos que disparar para Río Negro, General Alvear y Santa Rosa, el aislamiento nos abrazó como una sobra negra. Los que se fueron se llevaron un brote de tamarindo en el ojal de su corazón (...) los que se quedaron siguen esperando un cambio. Nuestra niñez en Algarrobo del Aguila fue hermosa, por la belleza del paisaje, al lado de la pared de la barda, al pie del algarrobo centenario, junto al cauce del río con su agua dulce y todo el voceo de sus pájaros por las noches. En 1948 nos vinimos para la ciudad capital, pero nuestro corazón quedó enraizado en el tronco de ese viejo algarrobo, hito milenario de indios y cristianos el Ñancó-Huancú, para los aborígenes, el Algarrobo del Aguila para nosotros” (El manifiesta una identidad y añoranza por su lugar de origen que aún continúa muy fuerte). Su señora por su parte comenta que durante un viaje que acompañaba a su madre ella no se

aburría porque recuerda que los viajes por la zona eran por “bañados y entre el chisporroteo del agua y la gran cantidad de aves y animales (patos, gallaretas, nutrias, bandurrias, etc.) que habitaban esos lugares, se me hizo muy corto el viaje. Pasaron no sé si meses o años. Pero los bañados iban desapareciendo. Solo el cauce del río era el lugar de encuentro de algunas aves (...)”. Cuenta que una noche bajó una bandada de flamencos al río frente a la casa y uno que se lastimó fue curado por ella y su madre y lo hacían zambullir en el río, cuando estuvo bien se unió a otra bandada de flamencos. Mencionó que su madre se dio cuenta de que con el corte del Río Atuel se iba a hacer todavía más difícil subsistir. La madre había tomado la decisión de trasladarse con su familia a Sta. Rosa.

Otros antiguos pobladores como los Domínguez recuerdan “estábamos a un año y un poco más del comienzo de la década de 1950 y el caudal del río Atuel se iba reduciendo, ya no se escuchaba tanto por las noches el bramido de sus aguas. El pescado que algunas veces comíamos en casa producto de la pesca que realizaban mis tíos en sus aguas, resultaba cada vez más difícil de conseguir. Todo esto comenzaba a ser una preocupación para los pobladores del lugar y comenzó el éxodo de muchos algarrobeños. La mayoría de ellos eligieron la provincia de Mendoza, más exactamente General Alvear, atraídos por las noticias que llegaban y por las posibilidades de trabajo que representaba la cosecha de la fruta. Por nuestra parte la abuela Anita eligió la ciudad de Santa Rosa pensando en nuestro futuro y fue así que se decidió a largarnos para estos pagos” (Caldenia, op cit.).

El Departamento Chalileo (o Chadileo), Provincia de La Pampa, Argentina, incluye a las siguientes localidades: Santa Isabel, Colonia E. Mitre, Paso de los Algarrobos, Arbol Solo y La Pastoril. Posee una superficie de 8.740 kilómetros cuadrados. (Araoz, 1991)

Santa Isabel

Santa Isabel, según Alvarez (1994) es la localidad más poblada de la zona oeste de La Pampa y se encuentra en el Departamento Chalileo. En diciembre de 1992 se estableció el día de nacimiento del pueblo, simbolizado el 17 de noviembre de 1904, ese día coincide con una celebración religiosa ya tradicional en esa comunidad, Santa Isabel de Hungría. En ese año había surgido allí el primer comercio, aunque como en casi todas partes, cierta forma de poblamiento hubo antes, hacia mediados y fines del s. XIX en cuanto a poblaciones blancas o criollas; porque las indígenas eran numerosas desde hace varios miles de años (Olrog s.f.). Lo más antiguo registrado que se ha podido encontrar son documentos de defunciones del registro civil – juzgado de paz de 1899. También se menciona en un comunicado oficial (Archivo Histórico Provincial carpeta de pueblos) que Sta. Isabel fue creada por decreto el 7 de diciembre de 1927 en las 625 hectáreas del ángulo sudeste lote 19C/ fracc. A, sección XVIII del Territorio Nacional de La Pampa y se le coloca el nombre de “Santa Isabel” en sustitución de la antigua denominación de “La Porteña”.

Las tierras donde está emplazada la localidad pertenecían a Alfonso Cazou o Cazau, quien las había cercado con alambrado. El predio que ocupa la localidad era llamado La Porteña, ubicada en una zona baja, en tanto que Santa Isabel se llamaba a las tierras altas (en las proximidades del cementerio actual) a unos tres kilómetros de la actual Sta. Isabel (ver también anteproyecto de alumnos, 2002 donde se menciona que para la construcción de algunas de las características del pueblo, como el camino o calle principal y para fijar los médanos se utilizaron a presos indígenas). Allí estaba aquella casa de comercio de 1904 y su dueño era Jorge Asia, integrante de una de las familias de origen árabe afincadas en la zona. En cuanto a La Porteña, su suelo bajo le deparaba inundaciones frecuentes, hasta que cuando dejó de correr el Río Atuel el problema desapareció. La afluencia del agua tan benéfica para la producción trajo como contrapartida dificultades para el asentamiento humano en ese lugar donde en 1912 se instaló un comercio denominado precisamente La Porteña, identificador de la localidad. El nombre de La Porteña fue sustituido por el de Santa Isabel en 1927, coincidiendo con la creación de la Comisión de Fomento. Con anterioridad, en 1905 se creó la comisaría, en 1909 la actual escuela Hogar n. 99 y en 1922 se habilitó la estafeta de correos.

Su ejido abarca cuatro parajes del departamento Chalileo o Chadileo, que son Colonia La Pastoril, Colonia Emilio Mitre (comunidad de descendientes indígenas), Arbol Solo y Paso de los Algarrobos. Santa Isabel es cruzada por la ruta nacional n° 151 (hacia Algarrobo del Aguila) y las rutas n° 143 hacia Mendoza y n° 151 hacia el sur (localidad de 25 de mayo), también cuenta con un aeródromo. En

1942 tenía 274 habitantes urbanos y 1132 rurales, en 1960 la localidad contaba con 295 h. y en 1991 ascendió a 1270, los pobladores rurales bajaron a 797 (Alvarez, op cit.)

En el libro del centenario cien años de desafíos (2004) se hacen menciones de la importancia del agua para la zona y de los beneficios de las aguas de los ríos, se afirma que “los primeros pobladores llegaron a nuestras tierras porque las mismas prometían ser prósperas para la cría de animales y el cultivo. Estaban bañadas por los ríos Atuel y Salado que en épocas de verano inundaban su suelo, por eso las construcciones más viejas se han hecho en las zonas altas. (...) En ese momento, el pueblo crecía rápidamente, se sumaban negocios, el ganado abundaba y a partir de 1918 comienza un proceso de aprovechamiento de las aguas de los ríos de forma más intensa, pero en el año 1947 el corte del Sistema Desaguadero y luego del Atuel, por aprovechamiento de aguas arriba, produjo la involución de Santa Isabel como así también de otros pueblos del oeste” (libro del centenario op cit.:24) Este problema también lo vinculan como causante del éxodo de muchos pobladores, que junto con un proceso de desertización paulatina de estas tierras, que ya venían golpeadas por la sequía de 1930 y las cenizas del '32 se volvió más grave. Durante las sequías, los pobladores de Santa Isabel se abastecían de agua dulce que juntaban en los médanos y en los aljibes de la escuela, la cual era racionada para su distribución. Desde la década de 1960 poco a poco se está volviendo a repoblar la zona, llegando así el progreso, con campos alambrados, la mejora de razas de animales e inserción de la tecnología, y si bien actualmente el agua potable ha llegado a través de un acueducto realizado en el año 1994, no puede utilizarse para otros fines que no sea el consumo humano “y las sueltas del río Atuel no son suficientes para mejorar el suelo y así poder dedicarse a la cría de animales en condiciones favorables” (libro del centenario op cit.: 25).

En la publicación de los cien años de Santa Isabel de Serraino, se realizó una compilación de experiencias, historias y vivencias de la localidad y sus pobladores, ellas son muy numerosas, pero respecto del tema del agua y del Atuel se puede apreciar lo siguiente “El agua potable era escasa, aprendimos a cuidarla desde niños. Era dura y salobre, para sacarla del bajo del médano nos teníamos que colgar de la manga de madera de una bomba. Para quemarla quemábamos zampas o jume. Cuando la ceniza estaba fría se le agregaba en proporción al agua. Con ella lavábamos la ropa y para blanquearla usábamos ‘azul para la ropa’. El jabón venía en barras de 60 centímetros de largo, marrón claro, había blandos y duros, también había jabones de tocador pero no eran accesibles para todos. Nuestro lavado de cabeza se hacía con lejía y jabón blanco, su olor a grasa era desagradable. No existía el shampoo. (...) La gente era feliz. Los comercios daban crédito a los puesteros y esquiladores por seis meses, lo que sobraba se disfrutaba en los boliches. Pero los pobres no eran pobres, vivían así porque era su costumbre un rancho, la cocina abierta, un cerco circular y en el medio un fogón. Se vivía bien. Pero entre 1940 y el '45 dejaron de correr lentamente el Atuel y el Salado. Los campos comenzaron a secarse, se perdieron animales, la segunda guerra mundial nos afectó con la escasez de azúcar y harina. En 1943 comenzó el éxodo de los puesteros y algunas familias del pueblo, se iban con dolor (...) como las familias se iban completas nunca más volvían. El pueblo era todo tristeza del '45 al '50 nadie sonreía. Con el corte de los ríos también cortaron alegría y sonrisas. (...) Santa Isabel ha progresado con las rutas asfaltadas, es un paso permanente de vehículos del Sur y de Mendoza que van y vienen. Sólo le falta que vuelvan a correr el Salado y el Atuel” (Serraino, 2004:9) Otro testimonio interesante de la zona en estos tópicos es el de Zuñega quien nació y vive en el paraje La Puntilla. Ella dice que “cuando vienen las lluvias es muy bonito ver las bardas florecidas. Espera con ansias que el Atuel vuelva a regar sus bañados, pero el cajón del río por ahora está cubierto de arena y yuyos. Habrá que limpiarlo dice, por si viene el agua como antes para que corra por su cauce y no se derrame por cualquier parte. Hemos sufrido muchos años de sequía y así se perdieron grandes capitales. Sus padres siempre vivieron ahí, fueron criadores de ovejas y cabras, los campos eran abiertos, daban lugar para el pastoreo. Pero ahora aparecen los dueños de esa tierra, han alambrado todo, por lo que se hace difícil continuar y a pesar de la distancia y la carencia de no poder comprar los alimentos básicos como carne y pan vive bien, está muy aferrada a su lugar” (Serraino, 2004:27).

Otros datos históricos:

Según el diario “En Norte” del 2-12-1940 se realizó una gira por Santa Isabel, Algarrobo del Aguila y otras localidades y parajes cercanos. En Santa Isabel se dejó constancia de que “es la cabeza de uno de los Departamentos más poblados del Oeste de La Pampa, que se encuentra a cientos de kilómetros de los centros de población servidos por la red ferroviaria y que (...) han iniciado obras de perforación

realizadas por la Dirección de Minas y Geología para dotar de agua a la población, problema vital que siempre preocupó a los integrantes de la Comisión de Fomento (...)"

Según el folleto del centenario de la localidad se dice que es la capital del Departamento, constituyéndose en parada obligada de los viajeros que transitan de Cuyo al Sur y viceversa, y se encuentra a la vera del río Chadileuvú - Salado y del Atuel, que bañaban antiguamente sus campos radicándose en ellos "un verdadero emporio ganadero". También se menciona que la inmigración de europeos contribuyó decisivamente en la creación del pueblo junto a los criollos e indígenas y otros vecinos provinciales.

En las publicaciones de los diarios se ha hecho referencia numerosas veces a las dificultades de contar con agua potable en esta zona, algunos ejemplos de ello son: Gobierno Propio del 5-3-1941 donde se publica que "no se encuentra agua dulce en Sta. Isabel, han cavado hasta 100 metros y todas las napas que han atravesado son salobres (...) e inaptas para el consumo. Agréguese a esto, que las aguas superficiales denotan grandes proporciones de flúor nocivas para la salud de los organismos vivos y se tendrá un serio problema de bastante difícil solución como no sea volviendo a los antiguos aljibes de agua llovida". O el de La Capital del 18-7-1941 donde se afirma haber encontrado agua de buena calidad en el patio de la Comisión de Fomento, información que es desvirtuada en el diario La Arena del 5-8-1941 donde se manifiesta que "los vecinos informan que la perforación de 160 mts. de profundidad dio malos resultados (...) y que la segunda perforación se efectuó a 2000 mts. de allí donde hay agua potable dando por resultado el hallazgo de agua más o menos buena a unos 9 mts. de profundidad." Se siguió excavando en profundidad pero el agua se tornó mala, salada, igual a la que tienen todos los pozos de la población. Por ello los vecinos sugerían hacer piletones con el agua que se encuentra entre los 6 mts. y 9 mts. de profundidad (la cantidad es de un metro aproximadamente)

En una publicación del diario de La Capital (18-9-1941) mencionan algunos aspectos acerca de lo que ocurre cuando viene o crece el Río Atuel. Solicitan los pobladores que se suba de categoría a la estafeta postal que poseen para que quien está haciendo las tareas de repartir el correo no lo abandone porque de ocurrir esto dice "tal medida provocará los trastornos sufridos en varias ocasiones anteriores. La clausura de la estafeta y los serios inconvenientes de trasladarse 35 km. a buscar la correspondencia a la estafeta más próxima, en Algarrobo del Aguila, hoy separada por 5 km. de agua del río Atuel." (La Capital, op cit.)

El diario La Capital del 13-2-1943 indica que se instaló un bote para el cruce del río Atuel en Algarrobo del Aguila, "en un lugar situado a 500 mts. de la comisaría. De esta manera se logró reestablecer la comunicación con la localidad de Santa Isabel, la cual había quedado aislada a raíz de la notable creciente de este curso de agua. Asimismo, se informa que la altura de las aguas ha aumentado diez centímetros con relación al informe anterior". (La Capital, op cit.)

En el diario El Parque del 29-4-1943 se publica un viaje realizado desde Santa Rosa a Sta. Isabel y Algarrobo del Aguila y sostienen que "cuentan los vecinos de Santa Isabel, que en época de creciente, estuvieron sin galleta y se mantenían con pescados y conservas y a mate amargo, porque el azúcar escaseaba (...) se veían las cadenas de médanos movedizos" y se puede llegar en ese momento por auto a Algarrobo del Aguila desde Sta. Isabel "pues el Atuel ha bajado y se cruza fácilmente". El mismo artículo comenzó el 26-4-1943 y decía que "vialidad Nacional se esmera en la conservación de esta importante arteria que nos une con Mendoza, porque desde y hacia Sta. Isabel transita mucha gente con negocios de frutos del país, verduras, frutas, etc." (El Parque, op cit.)

Por último y también a forma de ilustración de artículos publicados de la época se menciona en La Nación del 6-4-43 que "La Pampa. Hay campos en malas condiciones en Santa Isabel (...) a excepción de los campos que fueron regados por las crecidas que a principios del verano se produjeron en los ríos Salado y Atuel, los demás se encuentran en malas condiciones como consecuencia de la sequía que soporta la zona" (La Nación, op cit.)

Otro punto interesante de rescatar y mencionar es el sentimiento popular de sus cantores o poetas locales hacia el agua, su importancia y los ríos y la necesidad de que estén, como lo manifiestan las canciones de Domínguez Alcaraz y Juan Bautista "Tuta" Cuello, en la Canción del Pichi Huitrú y la

Chacarera del Acueducto (Serraino, 2004) y El viejo balde volcador también de este último autor, entre otras (libro del centenario op cit.).

A modo general podemos decir que en La Pampa hubo distintas etapas de poblamiento, un período indígena hasta 1879, la primera oleada poblacional 1880-1891, un período de transición de 1892 a 1899, una segunda oleada poblacional de 1900 a 1914, una de estabilización demográfica desde 1915 a 1933, la gran crisis y el retroceso poblacional desde 1934 a 1951 y el de la provincialización y paso a la vida urbana con posterioridad a 1952. El proceso de retroceso poblacional se ha visto también intensificado en estos Departamentos mencionados debido a “los procesos de desertización ocasionados por la captura de los caudales de la cuenca del Desaguadero, Atuel incluido, que se aprecia con intensidad entre 1947 y 1960” (Araoz, 1991:59 y Duval y Ortiz, 1941, Gobierno, 1980)

3. Posiciones

Como se ha visto, numerosas han sido las dificultades de desarrollo de estos Departamentos del noroeste de La Pampa, mostrados a través de las características de sus localidades y principalmente de las vivencias ocurridas en Santa Isabel y Algarrobo.

Ahora bien, ya hemos dicho que debido a la construcción de los Nihules y la merma considerable del cauce del Atuel y muchas veces de su corte, la Provincia de La Pampa tuvo que tomar diferentes acciones entre las que se cuentan los reclamos por un uso equitativo de las aguas de los ríos como los iniciados en octubre de 1937 y marzo de 1938 por pobladores ribereños (Bustos, 1894) y numerosas más de vecinos locales, gobernantes, instituciones y medios gráficos (Bustos, 1894, La Reforma 28-1-1941, Gobierno Propio 1-2-1941, La Capital 2-2-1941, La Capital 5-7-1945, Gobierno Propio 23-1-1941, Ortiz, 1987), la descripción de los perjuicios ocasionados a la economía de La Pampa por el uso discrecional de las aguas de los Ríos Atuel y Salado presentado en Mendoza en el Congreso Argentino del Agua en 1941 (Duval y Ortiz, 1941 y Etchenique, 1999), advertencias respecto del sistema antiguo e inadecuado de regadío con el que cuenta Mendoza (Duval y Ortiz, 1941 y Gobierno, 1980), el juicio a Mendoza y numerosos encuentros, convenios, conversaciones y disposiciones; pero la situación real es que no ha cambiado en general y se mantiene a La Pampa en una situación de aprovechamiento dispar del río, donde ella ha perdido posibilidades de desarrollo y a sufrido el deterioro de una importante zona del oeste pampeano.

A pesar de que la Resolución n° 50/49 del año 1949 establecía que las sueltas que se deben realizar desde el Nihuil para evitar el irreparable daño que la desaparición del Atuel y el Salado provocarían en el oeste pampeano (de carácter provisorio exigía que los descargues del embalse debían ser de un volumen equivalente al 2 y medio del derrame anual del río establecido en 1.100 Hm³. divididas en tres sueltas anuales) y que estaban destinadas a bebida de poblaciones, ganados, regadío de las praderas naturales y alimentación de las represas y lagunas de la zona noroeste de la Pampa (Ochoa, 1964-7), no se cumplió. Mendoza por la Resolución n°695 de su Departamento General de Irrigación desconoció lo establecido por la Nación y se negó a cumplir las sueltas, arguyendo que el Atuel era un río exclusivamente mendocino (COPDRIP,1973) En 1973 La Pampa fue autorizada ha a recibir el 50% de las regalías que se derivan de la producción energética de la usina del Nihuil (basado en el art. 43 de la Ley Nacional de Energía N°15.336), asimismo “en los fundamentos expresamente se señala que es equitativo y racional que el porcentaje de que se trata sea repartido entre las provincias por cuyo territorio transcurre el río Atuel, cuyo cauce ha sido represado en las obras hidroeléctricas del complejo El Nihuil, por partes iguales” (COPDRIP,1973:32). Ante ello Mendoza presentó un Recurso de Reconsideración en contra de tal asignación pero no se le dio lugar. Y así han continuado, con argumentos desde uno y otro lado, las disputas por el aprovechamiento del río Atuel.

La posición de Mendoza muchas veces ha sido de rechazo y /o dureza, firmeza ante las posibilidades de diálogo y negociación del uso de las aguas que se ha traducido incluso en el rechazo de proyectos de ley que involucran la Resolución 50/49 de la Dirección de Irrigación de la Nación o en su Decreto 108/79 de 1979 por el cual se rechaza el carácter interprovincial del Atuel y la construcción clandestina de taponos que desvían las aguas del mismo a campos mendocinos de la zona como el realizado en Cochicó (Difrieri, 1980), el acallamiento de información respecto del uso de las aguas principalmente de los Nihules hacia el sur y la no claridad de algunos de sus informes.

A partir de la provincialización de La Pampa se hicieron nuevos reclamos a nivel nacional sin obtener respuesta por parte de Mendoza en cuanto al cumplimiento de las sueltas de agua. Al agotarse las instancias administrativas se llegó a iniciar un juicio ante la Corte Suprema de Justicia de la Nación, por el cual La Pampa solicitó el reconocimiento de la interprovincialidad del río Atuel, como también la entrega de un cupo equivalente a la mitad del módulo, o sea 16m³/seg. La corte emitió su fallo luego de seis años y sin lograrse mayoría absoluta (Vidaurreta, 1994) determinando que (Grupo Atuel, s.f.):

- se reconoció la interprovincialidad del río Atuel dando la razón a La Pampa.
- se rechazó la solicitud de La Pampa en cuanto al cumplimiento de la resolución 50/49 de A y EE y también al pedido de manejo compartido de la cuenca a la vez que aseguró a Mendoza la disponibilidad de los caudales permanentes para satisfacer los usos consuntivos
- y exhortó a las provincias actoras a fijar convenios tendientes a una participación razonable y equitativa en los usos de las aguas y de ser conveniente, que determinen cuáles han de ser los mecanismos o procedimientos adecuados para la administración y gestión del curso de agua. La negociación ha de reflejar buena voluntad y no ha de encubrir una mera formalidad. “Esta delicada tarea no compromete solamente a los gobiernos y los pueblos de La Pampa y Mendoza sino, como está anunciado en la sentencia, a toda la Nación Argentina. Ciertamente que el ser protagonistas principales las Provincias de Mendoza y La Pampa las convierte en especiales responsables” (Vidaurreta, 1994:12)

Siguiendo en este sentido, el 7-2-1992 se celebró un convenio entre el Estado Nacional, La Provincia de Mendoza y la Provincia de La Pampa, ratificado por las Leyes 1376 de La Pampa y 5825 de Mendoza, en él Mendoza se comprometía a abastecer a las localidades de Santa Isabel y Algarrobo del Aguila con un caudal de agua potable para satisfacer la demanda de uso humano de hasta un máximo de 6.000 habitantes en ellas. También se acordaron otros puntos respecto de las regalías de los Nihuales y del compromiso de compartir las tomas de decisiones respecto del uso y otras cuestiones que atañen a las aguas del río, aspecto este último que no se estaría cumpliendo (Vidaurreta, 1994).

Para concluir se puede mencionar uno de los últimos aspectos realizados e intentos de ser escuchados, promoviendo el tomar resoluciones que favorezcan a nuestra provincia. Algunas de ellas están siendo publicadas (diario La Arena, 14-6-2005), como por ejemplo el tratamiento de una solicitud de intervención realizada por La Pampa para que el Defensor del Pueblo de la Nación, como organismo, “medie entre los gobernadores de La Pampa y de Mendoza para hacer viable la realización de obras conjuntas que permitan hacer viable un mejor aprovechamiento del Atuel”, se piensa en una solución a través de la reglamentación de la Ley 25.688, “la que nos favorece en la formación de Comités de Cuenca de Ríos Interprovinciales, lo que no se pudo constituir con Mendoza” (La Arena, op cit.).

La perspectiva de los referentes institucionales urbanos:

Al trabajar con los referentes institucionales la manifiesta diferenciación de percepciones y usos del agua, tanto en la dimensión histórica, como en lo relativo a las prácticas de actores del ámbito urbano y rural, nos permiten sostener algunos ejes que ayudan a comprender el posicionamiento de los actores en lo que respecta a la problemática del Río Atuel y sus caudales.

En la actualidad el tema es objeto de una fuerte política de recuperación por parte del gobierno provincial, de reclamos de algunos actores de la sociedad civil y de medios de comunicación de la provincia, que afectan la percepción de los pobladores y referentes institucionales del área, en forma diferencial.

Problematización de la temática del Río Atuel y sus caudales:

En lo que respecta al nivel de problematización de la temática del Río Atuel y sus caudales, los referentes institucionales de la localidad de Algarrobo del Aguila presentan un cuadro perceptivo de elevada afectación, en la que se manifiesta una marcada percepción de derecho sobre el recurso y su aprovechamiento.

Con una fuerte personalización en la figura de su Jefe Comunal, Sr. Pablo Bravo, los referentes institucionales de la localidad manifiestan una demanda de caudal controlado permanente, signada por un reclamo respecto de la delimitación del cauce del río.

Reclaman una salida de la actual situación de incertidumbre, en la que se percibe que el régimen modificado del río responde a intereses ajenos.

Estos actores, describen su régimen actual como irregular, caracterizándolo por largos períodos de corte, súbitas crecidas con desbordes descontrolados por un cauce incierto que genera anegamientos. Narran cómo luego de las crecidas, los posteriores cortes totales de su caudal, generan efectos nefastos tanto para la localidad como para los productores agropecuarios y sus haciendas.

En ese sentido, se identifican las problemáticas urbanas y rurales por el estancamiento de las aguas, la descomposición de las materias orgánicas y los peces, que provocan enfermedades en los animales que las consumen; y olores que invaden la localidad.

En Santa Isabel, los referentes institucionales dan cuenta de un muy bajo nivel de afectación de la población actual de la localidad respecto de la dinámica del Río Atuel, diferenciando su realidad de la de los pobladores de la localidad vecina.

No se identifican actores locales que motoricen la problematización de la temática y sus percepciones se asocian principalmente a temas históricos. Ellos relacionan la posibilidad de recuperación del recurso, que visualizan como remota, con la de un aprovechamiento económico productivo.

El agua y sus usos:

En relación a la problemática del agua y sus usos, los referentes consultados, corren el eje de sus percepciones hacia el acueducto que abastece ambas localidades desde Punta de Agua.

En este sentido, se manifiestan algunas observaciones sobre el descuido de la población respecto del recurso.

En ambas localidades, los referentes comunales expresan que las aguas obtenidas de las fuentes subterráneas utilizadas con anterioridad a dicha obra hidráulica, son utilizadas para riego urbano.

En lo que respecta al aprovechamiento de los excedentes del acueducto – cuyo funcionamiento es por pendiente desde las vertientes de Punta de Agua – ambas localidades impulsan su aprovechamiento, tanto para riego de la forestación, como para proyectos hortícolas.

El Río Atuel: un recurso enajenado

Respecto de la percepción sobre el manejo y disposición del recurso hídrico que constituye el Río Atuel - hoy percibido como potencial y remoto - los referentes consultados remiten en forma generalizada a un cuadro de sujeción a la potestad manifiesta que para su aprovechamiento, detenta la provincia vecina de Mendoza.

Los actores con mayor conocimiento de la problemática perciben una debilidad institucional de las propias organizaciones y política de la provincia de La Pampa, en lo que respecta al reclamo por la disposición y manejo del recurso, que conciben como interprovincial.

Referentes como Pablo Bravo - titular de la comuna de Algarrobo del Aguila - y el Ing. Carlos Schwab – Técnico de la Delegación de Agronomía Departamental de Chalileo -, asocian dicha debilidad a una condición histórica en un doble aspecto. Por un lado, a la organización política tardía de la provincia de La Pampa, que en el inicio de las obras - cuyo manejo da origen al reclamo - constituía un Territorio Nacional. Por otro, a los acuerdos políticos posteriores, de gestiones previas, entre las provincias de Mendoza y La Pampa que dieron origen al acueducto, generando un antecedente jurídico cuestionable desde una posición de derecho. Ello se refleja en la forma en que los actores, con reservas, repiten: “... como dicen ... *La Pampa cambió un río por un caño*” en alusión a dicho acontecimiento.

En ambas localidades los referentes consultados asocian la dilación de la resolución favorable del reclamo a fuertes “*intereses económicos*” relacionados con el “*poder político provincial y nacional*” que desde la Provincia de Mendoza obstaculizan los avances que puedan darse al respecto.

La percepción de la enajenación del recurso se hace particularmente evidente en la falta de información que los actores expresan sobre el manejo de los caudales y su previsibilidad. Se evidencia, entonces, una demanda emergente de información que fue ratificada en los sondeos de opinión.

La impotencia que genera esta situación de enajenación y sujeción en el manejo de un recurso que saben propio, se torna evidente al observar la reiterada referencia de los actores respecto de la forma en que la vecina provincia de Mendoza, aguas arriba dispone del recurso. “*Nos mandan lo que les sobra*”, “*dan agua cuando limpian las acequias de sus áreas de riego*”, “*mirá como será la cosa que ni nos dicen cuando van a abrir las compuertas (en referencia a la obra de Carmensa) ni cuánto van a soltar*”. En relación a dichas compuertas uno de los consultados que estuvo en Carmensa en épocas de sequía de la zona manifestaba: “*... vos sabes la sensación de ver, de un lado el río y del otro seco, con la falta que nos hacía el agua..*”.

Cabe destacar, que en dicha sensación de sujeción, los referentes institucionales consultados perciben que también se encuentran los pobladores del sur de Mendoza, aquellos habitantes que moran en tierras aguas abajo de las compuertas de Carmensa.

Esta condición de manejo enajenado e irregular del recurso, genera un campo de incertidumbre que según los propios actores inhibe el desarrollo de proyectos para el aprovechamiento de los caudales del río.

Frente al cuestionamiento de “*¿para qué quieren el agua?*”; interrogante que los actores consultados proyectan como propio de quienes aguas arriba manejan el recurso en su provecho observando la realidad aguas abajo; reafirman sus derechos con dos posiciones claras: La primera, sostiene que tienen proyectos y alude a las experiencias de sistematización de tierras que se realizaron años atrás en forma experimental con la producción de pasturas; la segunda, ratifica sus derechos exigiendo que “*primero que nos den el agua, y entonces llevaremos adelante proyectos viables*”.

La problemática ambiental y la percepción social de la dimensión ecológica:

Respecto de la problemática ambiental y ecológica asociada al río Atuel y su régimen, los referentes de las localidades estudiadas presentan percepciones diferenciales y heterogéneas. En Santa Isabel es de muy baja incidencia.

En relación a la disposición y la problemática de los residuos domiciliarios urbanos, los referentes comunales de ambas localidades – al dar cuenta de que se disponen en basurales a cielo abierto sin clasificación, reciclado ni aprovechamiento alguno³ - manifestaron que, por los terrenos que ocupan, no consideraban que puedan ser afectados ante una crecida de las aguas del río.

En Algarrobo del Aguila se puede visualizar una relativa preocupación por las dimensiones que nos ocupan al percibirse una relación directa de la localidad con el Arroyo de la Barda (único subsistema activo).

En un sentido, por la afectación del riesgo de inundación del pueblo y la zona ante las crecidas. Avanzan los reclamos comunales, que son claros: en primer lugar la necesidad de obras de encauzamiento para evitar los efectos negativos de los desbordes; en segundo, la demanda de apoyo para “*realizar los estudios de niveles del pueblo*”, necesarios para responder a los problemas de inundación por crecidas y a los fenómenos de anegamiento de origen pluvial, que sufre la localidad.

³ Cabe aclarar que en los viajes posteriores al correspondiente a los relevamientos iniciales de referentes institucionales, fuimos informados del proyecto de la Comuna de Algarrobo del Aguila de instrumentar un proyecto de clasificación y aprovechamiento de los residuos de la localidad.

En una segunda instancia, podemos observar que en estas dimensiones surgen aspectos que aluden a la relación entre los caudales de agua y la vegetación, las pasturas, la calidad y nivel de aguas subterráneas, y en menor medida con la fauna.

Esta situación se comprende al correlacionarla con las percepciones y representaciones sociales del Río Atuel identificadas en los referentes institucionales de ambas localidades. El régimen antropizado del río, al dejar activo únicamente - en forma irregular - el subsistema del denominado Arroyo de la Barda, explica la asociación que los actores locales hacen manifiesta al hablar del “Río” para referirse al cauce del arroyo.

La perspectiva de los actores rurales:

Por sus características, el área estudiada posee una Unidad Económica Agropecuaria que, según las Leyes Provinciales N° 468 y 982, se establece en las 5000 hectáreas. Nos encontramos en una región marginal en la que la actividad agropecuaria se restringe a la producción ganadera.

Según el Censo Nacional Agropecuario 2002, se relevaron y procesaron inicialmente 186 establecimientos de producción agropecuaria (EAPs) en el Departamento de Chalileo cubriendo una superficie de 672533,0 hectáreas; y en Chical C6, 172 con una superficie total de 853097,5 hectáreas.

En lo que respecta a la actividad ganadera, según dicha fuente, se contabilizaron en Chalileo 54608 bovinos, 724 ovinos, y 18476 caprinos; y en Chical C6 las cifras alcanzaron los 62090 bovinos, 10413 ovinos y 54302 caprinos.

Los productores consultados dan cuenta de un proceso de cercamiento tardío en la zona, y de la primacía de la ganadería bovina extensiva por sobre otras actividades; asociando las opciones productivas a las condiciones económicas, de mercado y a la capacidad de productores.

Al referirse a sus explotaciones los informantes dan cuenta, desde las primeras aproximaciones, a las carencias hídricas de la región, destacando su percepción respecto de la calidad de los suelos.

Al realizar el relevamiento de los actores sociales del ámbito rural, *in situ*, se profundizaron algunas dimensiones que surgieron en la instancia grupal de trabajo, en que se trabajó con 19 productores (propietarios y arrendatarios), pobladores y trabajadores rurales de 17 establecimientos agropecuarios de la zona.

Los resultados que en adelante presentamos integran los productos de dichas instancias, con los obtenidos en los relevamientos de los referentes institucionales del sector.

Para facilitar su análisis y organizarlos, los estructuramos en algunos puntos que poseen en común la dispersión de las perspectivas según las propias vivencias, experiencias, expectativas productivas y vitales de quienes las detentan.

Percepciones de un cauce incierto:

Al relevar las percepciones relativas al Río Atuel en los actores rurales, nos encontramos un escenario disperso pleno de incertidumbres que parten desde la dificultad de identificación de los cauces y brazos en los que alguna vez se abría el río en la región.

“*Me parece que por mi campo pasa un brazo seco del Atuel*” fue la respuesta de un productor ante la pregunta de si su explotación posee zonas inundables. En este punto, la falta de certezas se vuelve coincidencia. Los cortes prolongados generaron corrimientos de los suelos, la aparición de vegetación – especialmente los tamariscos - e incluso la edificación de viviendas en terrenos que antes fueran de escurrimiento de las aguas.

Los terrenos denominados por el subgrupo de geología como “planicie de inundación”, conforman en la actualidad para los actores rurales, un ámbito en el que ni siquiera el cauce - irregularmente activo del subsistema del Arroyo de la Barda- establece un límite interno, ni externo a sus campos. Esta

situación queda de manifiesto al observar la cartografía catastral, con que se establecen los registros dominiales de las propiedades rurales. Sin embargo, se pudieron identificar actores que intencionalmente afectan el cauce esperado del río para aprovechar los efectos de la inundación de su propio campo.

Por último, en lo que respecta al cauce y su definición, a pesar de la dispersión de opiniones obtenidas en los relevamientos *in situ* – ligadas a cada realidad particular - puede sostenerse, que surge una demanda emergente en la que coinciden los informantes en la instancia grupal, respecto de la importancia de limpiar los recorridos del río regularmente, para mantener el cauce limpio. Consideran que de esa forma se evitarían varios taponamientos y las obstrucciones ocasionadas por la flora, la actividad eólica y humana.

Efectos de la irregularidad de los caudales:

Según los actores consultados, la irregularidad de los caudales no sólo afecta la definición del cauce. Se pudieron identificar efectos positivos y consecuencias negativas, tanto de las crecidas, como de los cortes del río.

Desde la visión de la mayoría de los consultados en la instancia grupal, hasta la Puntilla se reconoce que en general los afectados por el escurrimiento de las aguas del Atuel se benefician, pero hacia el sur, hacia Paso Maroma la situación es distinta y se producen pérdidas.

Este cuadro de situación se intensificó en el trabajo de campo *in situ*. La opinión de los pobladores fue mayoritariamente adversa a la restauración de caudales en las condiciones actuales del cauce, de acuerdo a la infraestructura productiva, de comunicaciones y transporte de la zona.

Para organizar la información recibida, en adelante enumeraremos los efectos positivos y las consecuencias negativas percibidas por los consultados cuando corren las aguas y ante los cortes del río.

La intensidad percibida para los efectos y consecuencias de las crecidas y los cortes se asocian por un lado, a los niveles de los caudales y sus desbordes; por otro, a la duración de los cortes y la permanencia del agua.

Efectos positivos de las crecidas:

- Crecimiento de pasturas
- Mejoramiento de la calidad de aguas subterráneas
- Humedad en el ambiente
- Disposición del recurso ictícola

Consecuencias negativas de las crecidas:

- Inundaciones y anegamientos
- Incomunicación de puestos
- Afectación de infraestructura: alambrados, corrales, bebidas y edificación
- Problemas de transitabilidad interna y externa que afectan la comunicación y el abastecimiento
- Pérdida de rodeos, empantanamiento de animales y dificultades de manejo ganadero
- Invasión y proliferación de especies arbóreas no aprovechadas en la actualidad que afectan el manejo de hacienda y el cauce – específicamente los denominados “tamariscos” o “tamarindos”.

Efectos positivos de los cortes:

Únicamente se identificaron como efectos positivos de los cortes a aquellos que contrarrestan las consecuencias negativas de las crecidas descontroladas; y en los casos que utilizan el régimen irregular del arroyo de la Barda, como forma de riego por manto, mediante taponamientos que provocan la inundación.

Consecuencias negativas de los cortes:

- Salinización de aguas y suelos.
- Mortandad de rodeos por consumo de aguas en descomposición.
- Disminución de los niveles de aguas de las napas y de su calidad.
- Mortandad de peces que provocan aumento de insectos y olores.
- Desaparición de nutrias y aves.

Demandas emergentes de infraestructura, planificación y comunicación:

En la información relevada con los actores rurales, surgen una serie de demandas emergentes relativas a la infraestructura, la planificación y la comunicación en relación a la problemática que se abre en torno al río Atuel y la restitución de sus caudales.

Hasta la fecha los productores agropecuarios de la zona y los pobladores rurales poseen formas deficientes de comunicación, manifestando falta de información y carencias en la prevención de los fenómenos ambientales y de distintas índoles que los afectan.

A las inquietudes respecto de la limpieza del cauce y su definición, se suman expectativas de apoyo para el desarrollo de obras que permitan un aprovechamiento potencial del recurso hídrico que nos ocupa.

Algunos de los actores consultados manifestaron demandas de puentes y caminos que eviten su incomunicación ante las crecidas de las aguas, y la organización de un sistema preventivo para evitar pérdidas materiales ante situaciones previsibles.

En la recorrida de consulta con los pobladores rurales se percibe un sentimiento de impotencia respecto a la situación del río, su manejo y sus caudales. Los lugareños manifiestan su realidad cotidiana con un alto grado de incertidumbre respecto al recurso que nos ocupa. Se vislumbra que simplemente afrontan lo que ocurre cuando llega, de la forma que pueden; movilizándolo sus recursos familiares y de solidaridad vecinal.

La perspectiva de la población urbana:

En este apartado presentaremos los resultados de las encuestas de opinión realizadas en las localidades de Algarrobo del Aguila y Santa Isabel, en tres puntos que abordan las dimensiones ambientales; del agua y sus usos y, por último la problemática del Río Atuel.

Se relevaron variables relativas a la percepción de problemáticas medioambientales. Se midieron la disposición y calidad de los servicios públicos con los que cuentan las viviendas y otros indicadores que afectan la calidad de vida de la población. Entre otras dimensiones, se sondearon también las opiniones respecto a la problemática del Río Atuel, los actores involucrados, la posibilidad de resolución y los factores que la obstaculizan.

A través de entrevistas estructuradas nos propusimos responder a los objetivos del proyecto de identificar los emergentes perceptivos de mayor incidencia en la dimensión ambiental y su problemática en la población; abordar las prácticas sociales relativas al uso del agua y sondear la afectación diferencial frente a posibles cambios en los caudales del río Atuel y las opiniones respecto de su influencia en la propia calidad de vida (ver Instrumento en el Anexo).

Medio ambiente y calidad de vida:

Al medir los niveles de percepción de las poblaciones de Algarrobo del Aguila y de Santa Isabel respecto de la existencia de problemas ambientales en la localidad y la zona, nos encontramos que, con una leve diferencia en ambas localidades, dos de cada tres personas encuestadas considera que ellos existen en su lugar de residencia. (ver Figs 10.1 y 10.2).

Sin embargo, la identificación de los problemas ambientales varía en cada localidad.

Los pobladores de Algarrobo de Aguila manifiestan la existencia de problemas relativos a la basura, su disposición inadecuada y la contaminación del aire que su quema produce, en un nivel significativamente inferior al de sus pares de la localidad de Santa Isabel. Mientras que entre los primeros dicha preocupación no alcanza a 4 de cada 10 de los entrevistados que manifestaron percibir la existencia de problemas; en Santa Isabel, en cambio, la proporción asciende al 58,8% dicho grupo.

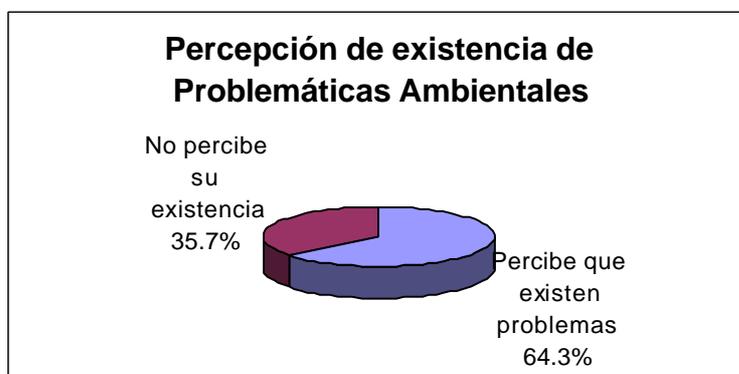


Fig. 10.1: Algarrobo del Aguila

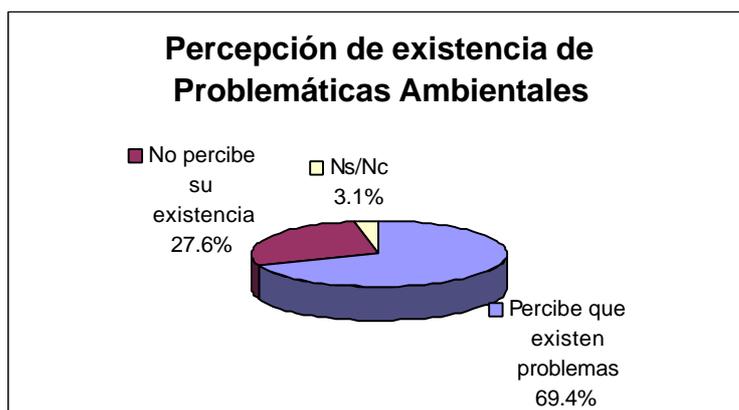


Fig. 10.2: Santa Isabel

Por otro lado esa identificación de problemas adelanta la situación que se plantea en torno a la problemática del Río Atuel, con su significativo diferencial en las percepciones de ambas localidades.

En Algarrobo del Aguila los problemas ambientales percibidos en relación al río, las inundaciones que provocan sus crecidas, y las secuelas de sus cortes con la mortandad de peces, los olores y sus efectos en la actividad de la zona, casi cuatriplican (20,4%) los niveles medidos para esa categoría en Santa Isabel.

En la cabecera del Departamento de Chalileo, únicamente el 5,9% de quienes manifestaron percibir problemas ambientales en su localidad y la zona, hicieron específica referencia a las problemáticas de los ríos, en este caso tanto el Salado como el Atuel.

En ambas localidades los problemas de sequías y la falta de agua en la zona; su calidad y contaminación, se manifiesta en niveles de 13,0% y 11,8% respectivamente.

Problemas de incendios, zoonosis por canes y roedores, afectan a la población de dichas localidades, en menores proporciones.

Al avanzar en aspectos relativos a la calidad de vida de los pobladores, nos encontramos que en lo que respecta a la disposición de servicios públicos y la calidad con que se prestan, la cobertura de la energía eléctrica alcanza a la totalidad de los encuestados, pero la percepción de la calidad de la prestación – debe considerarse que aún una localidad depende de la otra para su prestación - posee niveles regulares de aceptación (Tabla 10.5).

Tabla 10.5: Energía Eléctrica - Calidad del servicio

Localidad	Algarrobo de Aguila		Santa Isabel	
	Casos	%	Casos	%
Muy Buena	6	7.1%	8	8.2%
Buena	35	41.7%	41	41.8%
Regular	34	40.5%	40	40.8%
Mala	9	10.7%	7	7.1%
Muy Mala	0	0.0%	2	2.0%
Total	84	100.0%	98	100.0%

La conexión a la red de gas natural, en cambio, como se observa en las Figs. 10.3 y 10.4 no alcanza los niveles de la anterior, y requiere de soluciones alternativas para los hogares.

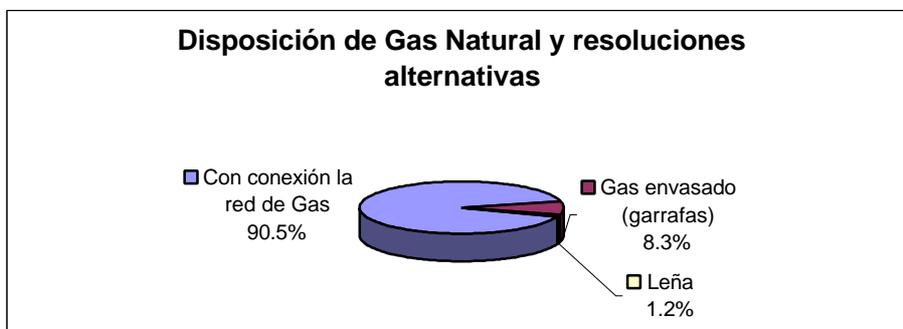


Fig. 10.3: Algarrobo del Aguila

Sin embargo, la calidad percibida del servicio de gas es superior, las categorías positivas (buena y muy buena) en este caso, en Algarrobo del Aguila alcanzan el 93,4%, y en Santa Isabel el 90,6%.

En cuanto al servicio de recolección de la basura domiciliaria - cuya cobertura alcanza a la totalidad de los entrevistados que respondieron a este indicador en Santa Isabel y Algarrobo del Aguila - presenta un esquema de percepción de calidad adecuada.

La opinión de la población, respecto de este servicio que brindan sus comunas, presenta categorías positivas que alcanzan a 3 de cada 4 entrevistados, como se observa en la Tabla 10.6.

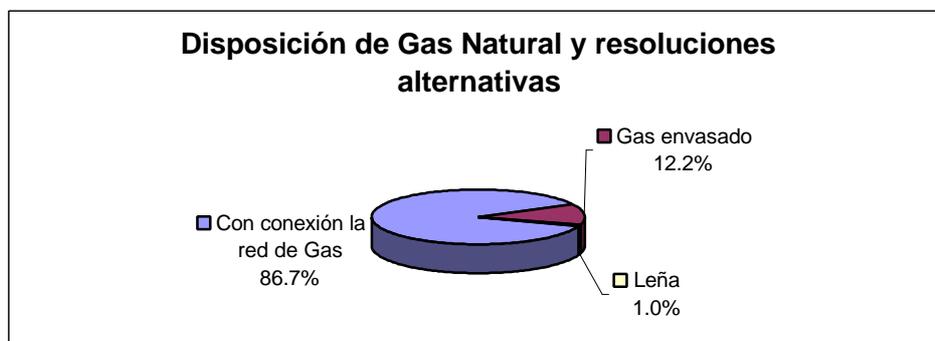


Fig. 10.4: Santa Isabel

Tabla 10.6: Recolección de Residuos - Calidad del servicio

Localidad	Algarrobo de Aguila		Santa Isabel	
	Casos	%	Casos	%
Muy Buena	25	29.8%	16	16.3%
Buena	37	44.0%	61	62.2%
Regular	15	17.9%	19	19.4%
Mala	2	2.4%	1	1.0%
Muy Mala	0	0.0%	1	1.0%
Ns/Nc	5	6.0%	0	0.0%
Total	84	100.0%	98	100.0%

El agua y sus usos:

Las redes de agua de ambas localidades, abastecidas por el acueducto arriba mencionado, cubren a la totalidad de las viviendas relevadas. Sólo casos puntuales manifestaron disponer también de pozos o perforaciones para abastecerse del fluido vital.

Las Figs. 10.5 y 10.6 dan cuenta de la percepción respecto de la presión y calidad del agua que reciben de la red los pobladores de las localidades estudiadas.

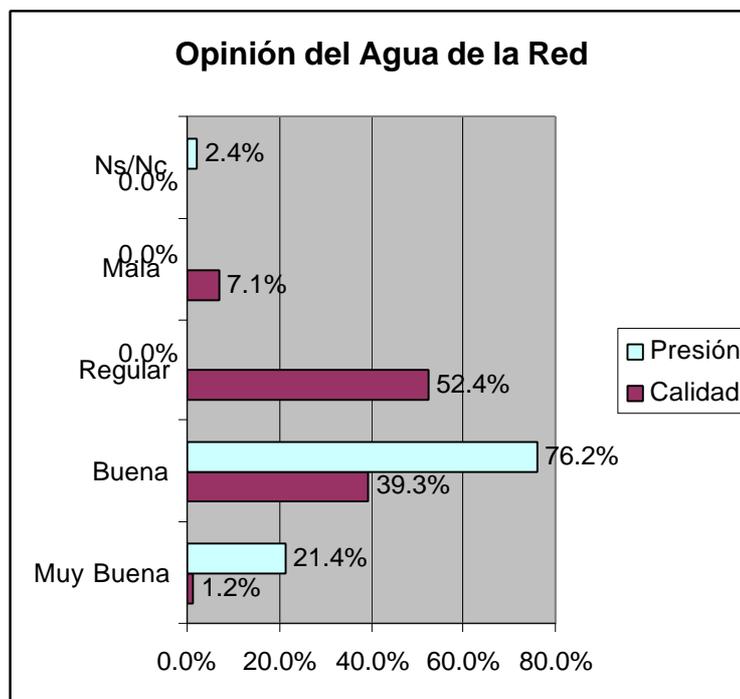


Fig. 10.5: Algarrobo del Aguila

En Algarrobo del Aguila no se manifiestan problemas de presión en la red, pero la calidad del agua de la red es percibida en un 52.4% como regular. Esta información se condice con los relevamientos realizados a los referentes institucionales de la localidad, en los que surgieron alusiones a problemas con al agua de las instituciones, tanto por color como por sabor percibidos. Estas menciones fueron asociadas por los consultados, a problemas causados por falta de cuidado del acueducto, sus tomas de agua, y conexiones clandestinas – mencionadas como “pinchaduras” – realizadas en territorio mendocino por los productores de la zona que atraviesa el acueducto.

Santa Isabel en cambio, presenta una percepción asociada de presión y calidad del agua de la red, como se observa en el gráfico correspondiente.

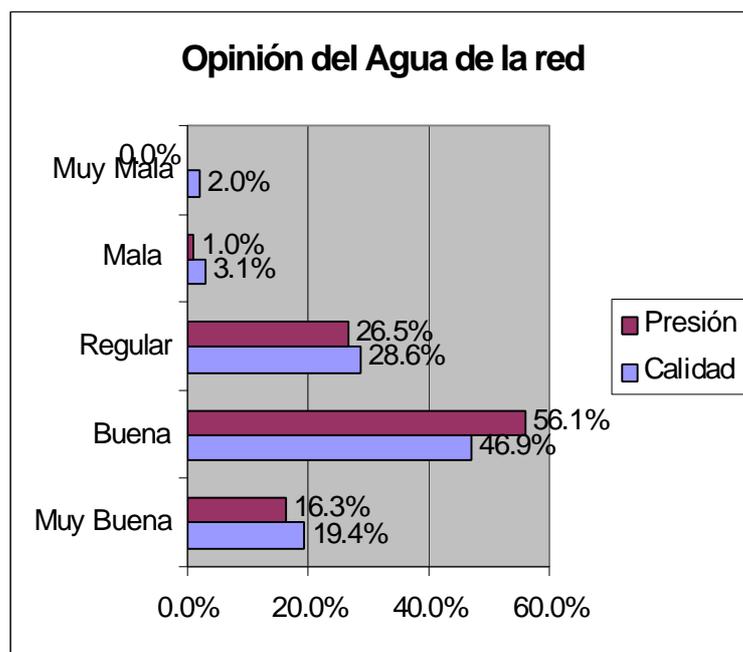


Fig. 10.6: Algarrobo del Aguila

El cuadro de situación del agua de la red que se observa al medir las percepciones de calidad y presión, se ve reflejado en las respuestas obtenidas a la pregunta: “¿Ha tenido problemas por falta de agua de la red?”. Mientras el 58,2% de los santaisabelinos manifestó haber tenido problemas por falta de agua; sólo el 21,4% de los encuestados de Algarrobo del Aguila dijo haberlos tenido. La frecuencia e intensidad percibida de esas dificultades se concentra en ambos casos en épocas estivales.

Con respecto a los usos del agua, los entrevistados urbanos entrevistados en ambas localidades dieron cuenta de otros usos, además del consumo humano y los usos domésticos; especialmente el riego de patios y jardines. En la Tabla 10.7 se presentan los usos manifiestos en cada localidad.

Es interesante abordar el análisis que surge de la pregunta: “¿Considera Ud. que entre la población de la localidad existe una conciencia respecto del cuidado del agua, su aprovechamiento y la importancia de evitar su mal uso o derroche?”; y de los argumentos con los que fundamentan sus respuestas los entrevistados.

Tabla 10.7: Usos del Agua

Localidad	Algarrobo de Aguila		Santa Isabel	
	Casos	%	Casos	%
Riego de patios y jardines	77	91.7%	90	91.8%
Riego de huerta, invernadero o plantación	29	34.5%	7	7.1%
Pileta de natación	19	22.6%	12	12.2%
Bebida de animales	8	9.5%	10	10.2%
Otros	0	0.0%	3	3.1%

En ambas localidades más de la mitad de la población encuestada manifestó que consideraban que en sus localidades no existe conciencia al respecto (Algarrobo del Aguila 56,0% y Santa Isabel 54,1%).

Al avanzar en lo relativo a las razones, los entrevistados manifiestan que creen que no hay conciencia porque hay derroche y falta de preocupación, por falta de información y acciones de concientización; y en menor medida, porque no se cobra el servicio ni se lo controla.

Quienes consideran que existe esa conciencia en la localidad lo asocian en mayor medida a que “alguna vez les faltó el agua” o “en algún momento les puede faltar” y a acciones del ámbito del gobierno, en especial comunal, al respecto.

La problemática del Río Atuel:

En este apartado comenzaremos por dar cuenta del conocimiento y el nivel de problematización que la población de las localidades estudiadas manifiesta - en la actualidad - en torno a la incidencia de los cortes y la irregularidad de los caudales del Río Atuel en el desarrollo local.

Las Figs. 10.7 y 10.8 exponen los resultados obtenidos a la pregunta: “Según su conocimiento, ¿la situación del Río Atuel, sus cortes y la irregularidad de sus caudales, constituyen un problema para el desarrollo de la localidad y de la zona?”.

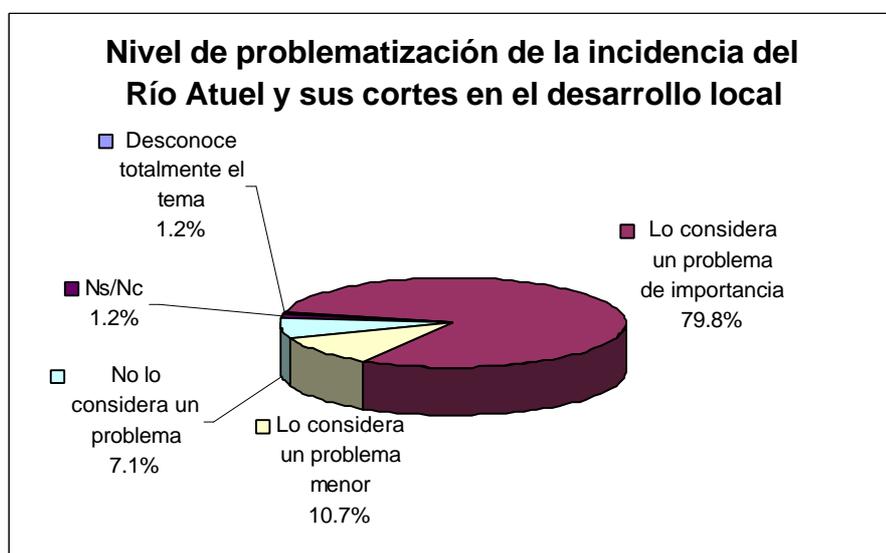


Fig. 10.7: Algarrobo del Aguila

La opinión de los entrevistados en Algarrobo de Aguila es particularmente ilustrativa de la situación que se plantea en esa localidad ribereña en relación al régimen del río y sus efectos para el desarrollo de la localidad y la zona.

Cuatro de cada cinco encuestados en esta localidad del Departamento Chical Có, manifestó considerar la actual situación del río, sus cortes y la irregularidad de sus caudales, como un “Problema de importancia”; y sólo un 1,2% reconoció desconocer el tema.

La situación en Santa Isabel cobra especial interés, al considerar la prolongada inactividad y depreciación en que se encuentran los dos subsistemas que otrora bañaban el área donde se asienta la localidad.

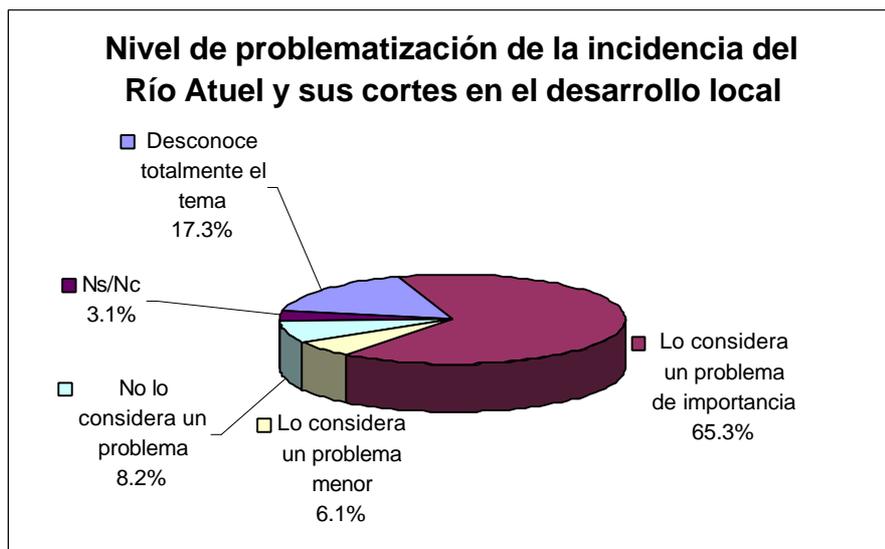


Fig. 10.8: Santa Isabel.

En la cabecera de Chalileo, nos encontramos con que dos terceras partes de los entrevistados, consideran a los cortes del Atuel y la irregularidad de sus caudales, como un problema de importancia que afecta el desarrollo local. Respecto del 17,3% desconoce el tema, es necesario aclarar que la tercera parte de quienes manifiestan su desconocimiento, no superan los 5 años de residencia en la localidad.

El cuadro de situación que se abre al relevar las opiniones de los efectos positivos y negativos de las crecidas del Río Atuel y sus cortes, evidencia una tendencia significativa con matices ilustrativos de las vivencias de cada localidad.

Se manifiesta una clara dificultad de los entrevistados para identificar efectos positivos de los cortes del Río Atuel. En Santa Isabel 60,7% no pudieron responder este punto y del 39,3% restante que respondió, el 57,6% dijo que no tienen ningún efecto positivo. Es decir, el 85,7% de los encuestados en Santa Isabel no pudo identificar efectos positivos de los cortes, y quienes lo hicieron mayoritariamente los asociaron al restablecimiento de los campos y crecimiento de las pasturas luego de su inundación.

En Algarrobo del Aguila esa tendencia se radicaliza. El 91,7% de los encuestados no pudo identificar efectos positivos de los cortes, y quienes lo hicieron lo asociaron también al restablecimiento de los campos, la restitución de la comunicación y transitabilidad; y al crecimiento de las pasturas luego la inundación.

En relación a las consecuencias negativas de los cortes, 2 de cada 3 encuestados de Santa Isabel y 4 de cada 5 en Algarrobo del Aguila, identificaron este tipo de consecuencias ante los cortes.

Podemos sostener, entonces, que en ambas localidades se percibieron sus consecuencias por la pérdidas económicas y su impacto negativo en el desarrollo de la zona. La escasez de agua en los campos, las sequías, la afectación de la actividad ganadera, la mortandad de animales, la salinización de aguas y la disminución de los niveles de agua de los pozos, son las más citadas.

En Algarrobo del Aguila incluso, señalaron las consecuencias negativas en cuanto a la delimitación del cauce, "se borra el cauce del río". También hicieron referencia a los olores que sufre el pueblo y la zona por la mortandad de los peces, junto a la pérdida de beneficios de los usos recreativos del Río.

Las opiniones respecto de las crecidas de ambas localidades adquieren una clara tendencia: perciben como negativas las consecuencias de las inundaciones descontroladas, con las pérdidas que ellas

generan. Tres cuartas partes de los entrevistados de ambas localidades hicieron referencia al riesgo y los daños causados por estas situaciones.

En Algarrobo del Aguila, a la preocupación por los campos, la mortandad de animales, las pérdidas materiales, los caminos, la incomunicación de puestos y la afectación de la actividad ganadera; se suma la preocupación por las consecuencias de la inundación del pueblo, la afectación de viviendas y comercios, los problemas en los pozos ciegos, entre otras.

En relación a las inundaciones las Figs. 10.9 y 10.10 presentan los resultados obtenidos al consultar a la población si “en el tiempo que ha vivido en la localidad o la zona ¿ha sufrido alguna vez problemas de inundación o anegamiento?”.



Fig. 10.9: Algarrobo del Aguila



Fig. 10.10: Santa Isabel.

Es importante en este punto señalar que las respuestas coinciden con lo que planteó el titular de la comuna, con respecto de la necesidad de definición de niveles del pueblo y resolver el escurrimiento de las aguas pluviales en esta localidad. Al indagar por las causas que provocaron las inundaciones y anegamientos que los afectaron, las respuestas que refieren a las fuertes lluvias, igualan a las que remiten a crecidas del río.

Los fenómenos meteorológicos en Santa Isabel, en cambio, ni se mencionan como causa de los anegamientos e inundaciones que afectaron a los pobladores de la localidad. Son las crecidas de los ríos Atuel y Salado, las que los provocan según quienes responden a dicho interrogante.

En lo que respecta a la identificación de los actores involucrados en el tema del Río Atuel, al preguntar “¿Quiénes se ocupan del tema del Río Atuel? Es decir, “según su opinión ¿qué instituciones, organismos, personas u organizaciones lo hacen?”, nos encontramos con un importante diferencial en lo que respecta a la preeminencia de la actuación de la comuna de cada localidad. (ver Tabla 10.8.)

Tabla 10.8: Identificación de actores involucrados en el tema del Río Atuel – Categorías agregadas mayoritarias

Localidad	Algarrobo de Aguila		Santa Isabel	
	Casos	%*	Casos	%*
Municipalidad/Comuna	48	57.1%	19	19.4%
Estado Provincial (Repert./Func.)	27	32.1%	30	30.6%
Fundación Chadileuvú	0	0.0%	3	3.1%
C.I.A.I.	3	3.6%	0	0.0%
Estado de Prov. Mendoza	2	2.4%	3	3.1%
Productores	6	7.1%	4	4.1%

* Categorías agregadas de respuestas múltiples/total de casos que resp.

Cabe señalar que el 83,3% de los algarrobences pudo identificar al menos un actor involucrado en el tema del Río Atuel, mientras que únicamente el 57,1% de los santaisabelinos lo hizo. Situación que da cuenta de la incidencia local de cada comuna en la problemática.

Es importante señalar que el Estado Nacional fue nombrado sólo en un caso. El resto de los actores identificados entre los que se encuentran Vialidad, la Universidad, Fundación Alihuen, entre otras Asociaciones y personas, no alcanzan a ser mencionados por al menos en tres casos relevados en las localidades estudiadas.

Al inquirir la opinión respecto de la forma en que se ocupan dichos actores del tema del Río Atuel - si bien las frecuencias indican una dispersión significativa- los actores mayoritariamente nombrados poseen como modal la categoría que indica que lo hacen bien.

La identificación genérica de los “productores”, como actores que se ocupan del tema del Río Atuel, debe ser analizada en relación a las percepciones de afectación de los efectos y consecuencias, que las crecidas y los cortes del río acarrear.

La percepción de los entrevistados respecto de la posibilidad de resolución de problema del Río Atuel y los plazos que ello supone, es presentada en las Figs. 10.11 y 10.12. Los mismos exponen los resultados del procesamiento de la pregunta novena de la encuesta: “¿Cree Ud. que se logrará alcanzar una solución al problema del Río Atuel?”.

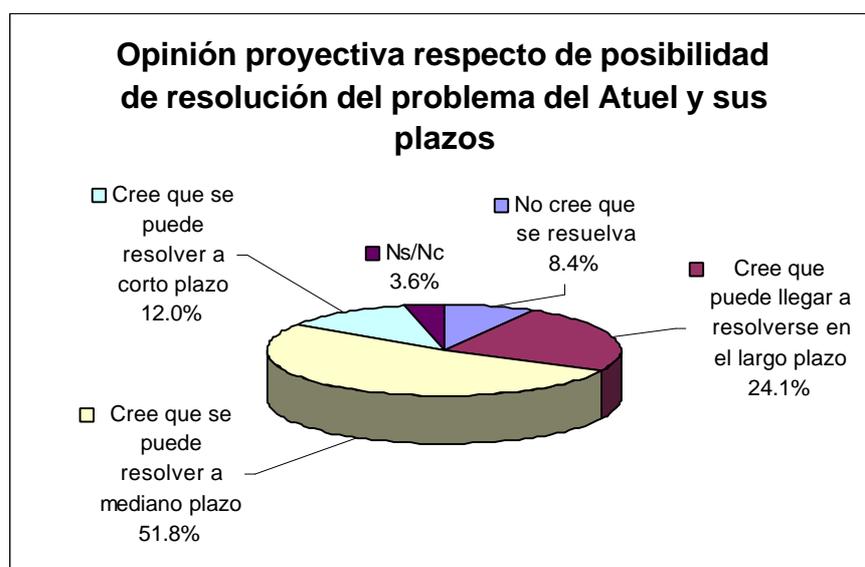


Fig. 10.11: Algarrobo del Aguila

En este punto, podemos observar que la opinión generalizada de la población, es más optimista que la de los referentes institucionales, quienes reconocen una presencia histórica de la problemática. En ambas localidades, más de la mitad de los consultados, considera posible que se alcance una solución al problema del Atuel en el mediano plazo.

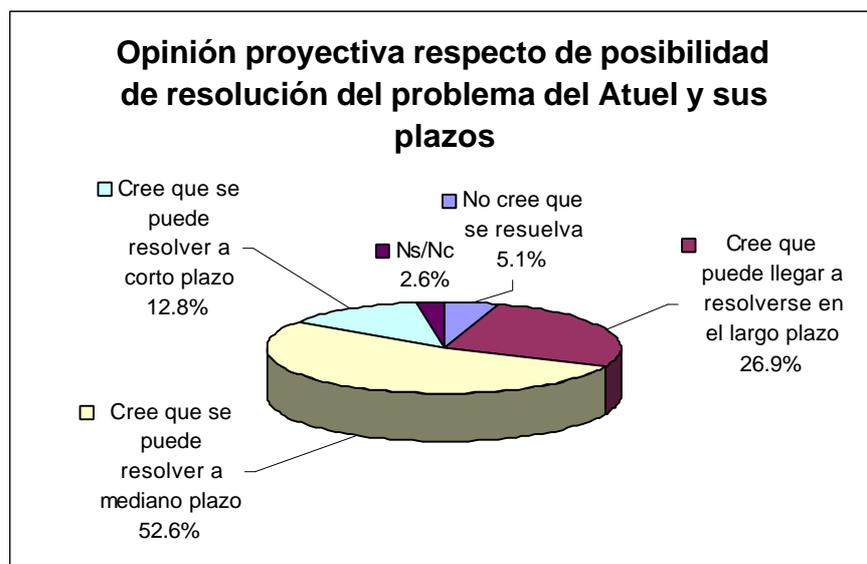


Fig. 10.12: Santa Isabel.

El 70,2% respondió en Algarrobo del Aguila en relación a cuál sería la solución más adecuada para el problema del río Atuel. Las respuestas se orientan a que no haya cortes, solicitando que se restituyan los caudales y corra en forma permanente en un 22,6% del total de entrevistados. Quienes hacen referencia a que se alcance un Acuerdo entre La Pampa y Mendoza - que se reclamen los derechos de La Pampa y Mendoza no cierre las compuertas - son el 25,0% y en una importante proporción se apela a la canalización del río (22,6%).

En Santa Isabel, respecto del mismo interrogante, respondieron el 59,2% de los entrevistados. Las respuestas que se orientan a que no haya cortes y solicitan que se restituyan los caudales para que corra en forma permanente, no tienen la misma proporción que en la localidad vecina, alcanzando únicamente al 10,2% del total de entrevistados. Quienes hacen referencia a que se alcance un Acuerdo entre La Pampa y Mendoza, y cumpla el reclamo por los derechos de La Pampa suman el 31,6%. La proporción que apela a la canalización del río es del 12,2%, quedando respuestas minoritarias que en conjunto llegan al 5,1% restante.

Al sondear la identificación de obstáculos a la resolución de la problemática del Río Atuel y la restitución de sus caudales, la tendencia de la opinión es notoria en ambas localidades. Los niveles de respuesta superan en esta pregunta abierta a 7 de cada 10 entrevistados. Nos encontramos que dos terceras partes de los mismos hacen referencia a Mendoza, su gobierno y sus empresas como obstáculos para la solución del tema. Quienes responsabilizan de obstaculizar su resolución al Estado Provincial y los municipios de La Pampa suman una proporción que se aproxima a la quinta parte de los encuestados en cada localidad.

Es interesante señalar que uno de cada diez entrevistados de Santa Isabel considera que los obstáculos para su resolución son compartidos entre La Pampa y Mendoza.

La pregunta: “*En caso de restablecerse los caudales del Río Atuel - si volviera a correr el agua ¿que cuestiones deberían considerarse o preverse, según su parecer?*”, arrojó resultados que claramente se estructuran en la necesidad de prevenir inundaciones y sus consecuencias por un lado, y por otro en el aprovechamiento productivo de dichos caudales.

Al considerar la situación de cada localidad, se comprende el por qué del diferencial de quienes manifiestan consideraciones y previsiones ante el restablecimiento potencial de los caudales del río

Atuel. Mientras que la mitad de los santaisabelinos realizó consideraciones al respecto, en Algarrobo del Aguila esa proporción alcanza a cuatro quintas partes de la población relevada.

Sus previsiones y consideraciones mayormente radican cuestiones de prevención de inundaciones, destacando la canalización del cauce y su limpieza; la realización de obras de regulación y almacenamiento de las aguas, previendo su aprovechamiento.

Por último, se evidenció una demanda significativa de información que alcanza a 9 de cada 10 entrevistados de Santa Isabel y al 97.6% de la población entrevistada en Algarrobo del Aguila.

Las Figs. 10.13 y 10.14 dan cuenta de los sistemas comunicacionales que los demandantes de información en cada localidad, consideran que debería utilizarse para brindarla.

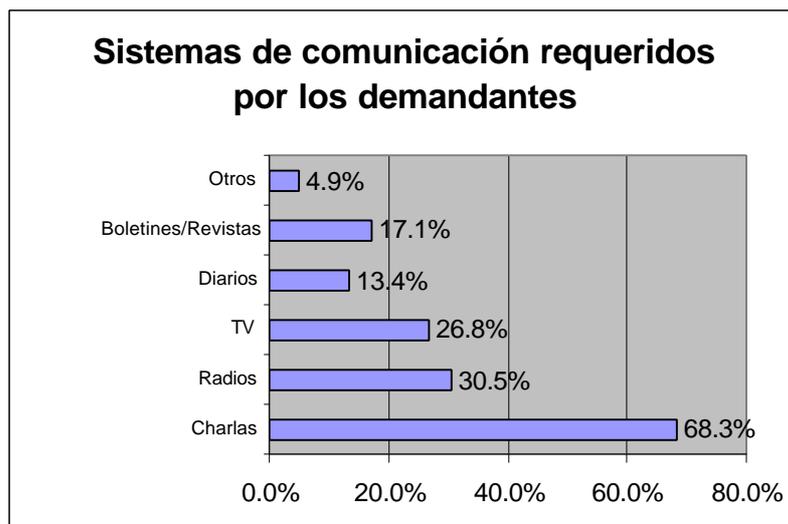


Fig. 10.13: Algarrobo del Aguila

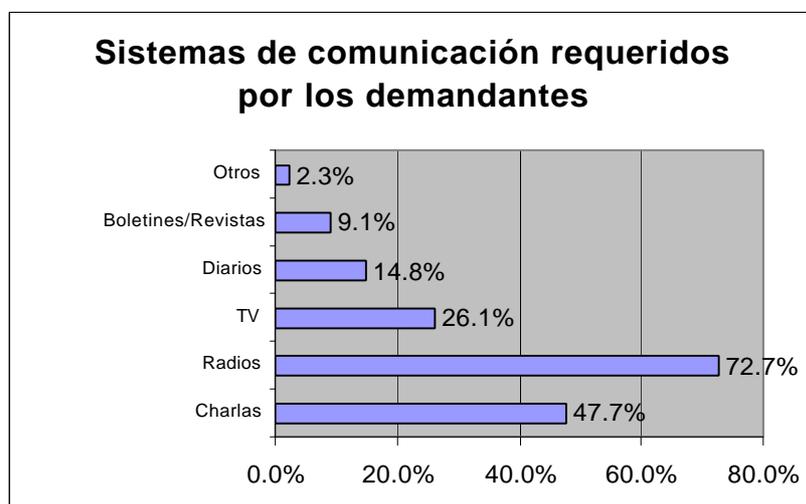


Fig. 10.14: Santa Isabel.

Como puede visualizarse en los respectivos gráficos, mientras en Algarrobo del Aguila esta demanda se orienta mayormente a la realización de charlas, en Santa Isabel, se considera que las emisoras radiales serían un medio adecuado para brindar esa información.

Al observar esta demanda de información, es importante destacar que los referentes institucionales consultados, manifestaron su preocupación por el impacto comunicacional de la incidencia en la difusión de la información y la generación de corrientes de opinión. Esta se debe a la superioridad en el alcance de las emisoras radiales mendocinas, que poseen niveles de recepción superiores a las pampeanas en la zona.

10.7 Conclusiones

La problemática que se abre en la cuenca inferior del Río Atuel, respecto de la irregularidad de sus caudales, sus cortes y el manejo del recurso, nos plantea un escenario complejo que supera los alcances del presente estudio.

Abordar ese campo en profundidad supone avanzar en aspectos diversos en los que la dimensión sociológica debe integrarse tanto con la perspectiva económica - que arriba mencionamos - como con una visión jurídica capaz de dar cuenta de la inter - provincialidad; y del marco de derecho, como con aspectos políticos, culturales e históricos.

Los resultados de este estudio nos permiten sostener que partiendo de una aproximación histórica, se puede comprender mejor la perspectiva que los actores locales sostienen en relación a este tema. Estudiamos una realidad social en plena construcción. Asistimos a un campo en el que el accionar de las instituciones políticas del Estado, en sus distintos niveles, toman posiciones e interactúan con otros actores sociales involucrados.

Podemos afirmar que los indicadores medidos fluctuarán de acuerdo a las acciones que se desarrollen en este escenario social, con una dinámica cambiante.

Los referentes institucionales urbanos dieron cuenta de sus capacidades diferenciales de incidencia local, tanto como de las debilidades organizacionales y la falta de recursos que limitan su accionar. Los actores rurales, con una dinámica signada por la heterogeneidad de sus situaciones particulares, evidencian sus dificultades ante la posibilidad de estructurar acciones colectivas del sector.

En la población urbana, es clara la demanda de información respecto de la problemática del río. De sus opiniones emerge con claridad la necesidad de evitar los efectos negativos de inundaciones previsibles y, en caso de restituirse los caudales, avanzar en su aprovechamiento.

Una visión amplia pone de relieve la necesidad de un abordaje integral del tema, que permita la confluencia de las distintas dimensiones que lo constituyen, estableciendo un marco de acción adecuado para sustentar una movilización conjunta de los actores involucrados y la población.

10.8. Recomendaciones

- ?? Cabe en este punto poner de relieve algunos aspectos que deberían considerarse al momento de definir acciones respecto de la dimensión social de la problemática que nos ocupa:
- ?? Se aconseja responder a la demanda local de información que manifiesta la población del área.
- ?? El desarrollo de un sistema de comunicación adecuado en el ámbito rural debe considerarse como una prioridad. El mismo permitirá: 1) optimizar la capacidad de respuesta frente a posibles contingencias ambientales; 2) evitar y prevenir pérdidas; y 3) constituir un factor económico - productivo y de mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores.
- ?? El marco normativo y los registros catastrales deberían adecuarse para responder a las situaciones que se abren en torno a los recursos hídricos de la zona.
- ?? Prevenir los desbordes, las inundaciones y minimizar sus consecuencias negativas es una demanda impostergable para la población estudiada.
- ?? Para lograr una planificación ambiental democrática será necesaria la creación de mecanismos participativos para la toma de decisiones, la proyección de obras y la resolución de las problemáticas estudiadas.
- ?? En lo que respecta a la dimensión gnoseológica del tema - además de las observaciones arriba realizadas - debería considerarse la necesidad de profundizar los estudios en forma integrada en la totalidad de la cuenca y las dimensiones.

10.9. Fuentes consultadas

- Comunicado oficial s/n. (Archivo Histórico Provincial carpeta de pueblos, La Humada)
- Diario “Norte” del 2-12-1940 Gira del Gobernador (carpeta de los pueblos, Santa Isabel, Archivo Histórico Provincial).
- Diario El Parque del 27-4-1943 “Viaje desde Santa Rosa a Santa Isabel y Algarrobo del Aguila”.
- Diario El Parque del 29-4-1943 “Viaje desde Santa Rosa a Santa Isabel y Algarrobo del Aguila”.
- Diario La Arena del 5-8-1941 (los vecinos niegan la información de agua potable en Santa Isabel en el patio de la c. de fomento)
- Diario La Arena, 14-6-2005. Artículo “Volvió a correr el Atuel”.
- Diario La Arena. Suplemento Caldenia, 21-2-1999 Centenario de Algarrobo del Aguila “Recuerdos de Barda y Río”.
- Diario La Capital del 13-2-1943 (un bote para el cruce del río Atuel en Alg.del Aguila)
- Diario La Capital del 18-7-1941 (se encontró agua potable en Santa Isabel).
- Diario La Capital del 18-9-1941 (que ocurre cuando viene o crece el río Atuel).
- Diario La Capital del 1-IX-1947 “Estampas del Oeste Pampeano” de Julio Nely Rubio.
- Diario La Capital del 2-2-1941 “Al margen de las noticias”.
- Diario La Capital del 5-7-1945 “Santa Isabel reclama la solución de varios problemas de importancia”.
- Diario La Nación del 6-4-43 “La Pampa. Hay campos en malas condiciones en Santa Isabel”.
- Diario La Reforma 28-1-1941 (respecto de las esperanzas de recobrar caudales y problemas).
- Dirección General de Estadística y Censos de la Provincia de la Pampa – INDEC. *Censo Nacional de Población y Vivienda 2001*.
- Dirección General de Estadística y Censos de la Provincia de la Pampa – INDEC. *Censo Nacional Económico 1995*.
- Docentes y Alumnos de la Escuela Hogar n° 129: Verdugo, Cobarrubia, Ordienco, Rusmann, Verdugo, Martínez, Modón, Prior y Funes y Sanchez, Escobedo, Bravo, Palacio, Farana y Palacio. (2002) *Nuestras Raíces; nuestra patria chica*. Trabajo de investigación histórico. Algarrobo del Aguila.
- Escuela de Santa Isabel: Anteproyecto de los alumnos para el II Congreso Provincial Historia de los Pueblos (2002) “Ahora nuestra identidad”. Santa Isabel.
- Gobierno Propio 1-2-1941 “El empobrecimiento de los criadores de Chalileo”.
- Gobierno Propio 23-1-1941 “El río Atuel llega hasta la Primavera con agua”.
- Gobierno Propio del 5-3-1941 (no encuentra agua dulce en Sta. Isabel, carpeta de los pueblos, Santa Isabel, Archivo Histórico Provincial).
- Nota del Ministerio del Interior, n° 6 del 12-3 -1943 (carpeta de los pueblos, Santa Isabel, Archivo Histórico Provincial).

10.10. Bibliografía

- Alvarez, J. H. (1994) *Los pueblos de La Pampa. Apuntes sobre su nacimiento, su historia*. Dirección de Prensa Subs. de Información Pública. Pcia. de La Pampa.
- Araoz, F. (1991) *La Pampa Total. Aspectos geográficos*. Subsecretaría de Educación. La Pampa.
- Barsky, O.; Posada, M. y Barsky, A. (1992) *El pensamiento agrario Argentino*, CEAL, Bs. As.
- Bonaudo, M. y A. R. Pucciarelli comp. (1993) *La Problemática Agraria*, Tomos I y II, CEAL, Bs. As.
- Brailowsky, A. y D. Foguelman (1991) *Memoria Verde*, Ed. Sudamericana, Bs. As.
- Bustos, P. A. (1984) *Interprovincialidad del Río Atuel*. Buenos Aires. Ed. Depalma.
- Centro de Investigaciones Geográficas: Estudio Integral de la Cuenca del Desaguadero. Edición reimpressa por Ángel Bronzi, Santa Rosa, La Pampa, junio de 1983.
- Consejo Provincial del Agua, CPA, (1974) *La Cuenca del Río Salado en la Provincia de La Pampa*. Gobierno de La Pampa - Ministerio de Obras Públicas. Primera Reunión Nacional de Ambiente Humano (Buenos Aires, 26, 27 y 28 de agosto de 1974)
- COPDRIP (1973) *Una causa pampeana: La cuenca de los ríos Atuel-Salado Chadileuvú*. COPDRIP.
- di Pace, M.; S. Federovisky.; J. E. Hardoy y S. Mazzucchelli. (1992) *Medio Ambiente urbano en la Argentina*, CEAL, Bs. As.
- Difrieri, H. A. (1980) *Historia del río Atuel*. Buenos Aires. UBA.

-
- Difrieri, H. A. (s.f.) *Demostración Geohistórica del carácter interprovincial del río Atuel y de las causas que han originado la interrupción de sus escurrientes*. (Archivo Provincial de La Pampa, mn.
 - Duval, M. y A. O. Ortiz (1941) *Contribución oficial al Primer Congreso Argentino del Agua a reunirse en Mendoza*. Territorio Nacional de La Pampa.
 - Etchenique, J. (1999) *Pampa Central. Movimientos Provincialistas y Sociedad Global (1925-1952)*. Santa Rosa, Subsecretaría de Cultura.
 - Folleto del centenario de la localidad de Santa Isabel, 2004.
 - García Ferrando, M. (1995) *Socioestadística*. Editorial Alianza. Madrid.
 - Gobierno de La Pampa. Ministerio de Obras Públicas. Consejo Provincial del Agua. (1974). “La Cuenca del Río Salado en la Provincia de La Pampa”. En: Primera Reunión Nacional de Ambiente Humano. Mesa II: Deterioro Ambiental en Áreas Rurales. Bs. As. Preparado con la colaboración del Centro de Investigaciones Geográficas.
 - Gobierno de la Provincia de La Pampa. (1980) *El río Atuel es interprovincial. Proceso Judicial Iniciado por La Pampa ...* Santa Rosa. Tomo I.
 - Grupo Atuel (s.f.) *Río Atuel. Nuestras vidas son los ríos*. Folleto.
 - Guber, R. (2001) *La etnografía. Método, campo y reflexividad*. Buenos Aires, Norma.
 - *Libro del Centenario. Cien Años de desafíos. Santa Isabel. 1904-2004*. (2004) Santa Rosa.
 - Mayntz, R. y otros (1975) *Introducción a los métodos empíricos*. Alianza Universidad, Madrid.
 - Ministerio de la Producción de la Provincia de La Pampa. *Registro Provincial de Producción Agropecuaria REPAGRO 2004*.
 - Molins, W. J. (1918) *La Pampa*. Buenos Aires. E. Graf. Océana.
 - Ochoa, J. A. (1964-7) *Régimen Jurídico de los ríos interprovinciales. Cuestión institucional entre las provincias de La Pampa y Mendoza*. Gobierno Provincial de La Pampa.
 - Olrog, C. (s.f.) *Programa de Investigaciones sobre Epidemiología Psiquiátrica. Area del Desaguadero II. Desaguadero Sur*. Conicet, mn.
 - Ortiz, F. H. (1987) *El río Atuel también es pampeano*. Fiscalía de Estado. Gobierno de La Pampa.
 - Posada, Marcelo Germán comp. (1993) *Sociología Rural Argentina. Estudios en torno al campesinado*. CEAL. Buenos Aires.
 - Proyecto de cooperación técnica para el desarrollo regional en provincias argentinas. (1983). *Seminario sobre actualización de la problemática del agua para uso ganadero en la región oeste de La Pampa*. OEA y Pcia. de La Pampa.
 - Sautu, R., (2003) *Todo es teoría. Objetivos y métodos de investigación*. Buenos Aires, Ediciones Lumiere S.A
 - Serraino, M. (2004) *Santa Isabel: su historia, su gente. Centenario 1904-2004 Bienvenidos a Santa Isabel*.
 - Shuster, F. (1992) *El método en las Ciencias Sociales*, CEAL, Buenos Aires.
 - Stieben, E. (1946) *La Pampa. Su historia, su geografía, su realidad y porvenir*. Buenos Aires. Edic. Peuser.
 - Taylor, S. y Bodgan R. (1986) *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós, Buenos Aires.
 - Vasilachis de Gialdino, I. (1993) *Métodos cualitativos I. Los problemas teórico-epistemológicos*, CEAL, Buenos Aires.
 - Vidaurreta, J. (1994) *La cuestión del río Atuel luego del fallo de la Corte Suprema de Justicia*. Dirección de Imprenta del Superior Tribunal de Justicia de La Provincia de La Pampa.

CAPÍTULO 11: Cartografía y sistemas de información

Cart. Mónica Graciela CASTRO
Alumno Mariano GONZÁLEZ ROGLICH
Alumno Sonia CANO
Alumno Marcelo CASANOVAS

11. Cartografía y sistemas de información

11.1. Introducción

Las tareas de cartografía estuvieron dedicadas a brindar apoyo para el desarrollo de los trabajos de campo, la digitalización de cartografía temática antecedente, la generación de cartografía temática procedente de las tareas desarrolladas por los diferentes grupos de trabajo y el procesamiento digital de imágenes de satélite y elaboración de los modelos digitales de terreno.

De acuerdo a los formatos de la información de origen, se utilizaron diversas metodologías de trabajo para poder llegar a resultados más ajustados a las necesidades de cada grupo temático y a las características geométricas tanto de los mapas antecedentes como de los requerimientos propios de las escalas finales de presentación.

11.2. Sistema de proyección y escalas finales

Si bien inicialmente se propuso trabajar en Elipsoide Internacional y Datum Campo Inchauspe, a lo largo de las actividades desarrolladas y debido al uso de diferentes sistemas GPS en las tareas de campo, se comprobó que era más eficiente trabajar con los sistemas actuales, llevando los archivos vectoriales de referencia a este formato. Para esta tarea se utilizó una extensión de re-proyección de distribución gratuita para el sistema ArcView, el módulo vectorial del sistema ERDAS o los módulos de corrección geométrica o reproyección de ERDAS, dependiendo del formato de los archivos originales.

Las características del sistema de proyección cartográfica adoptada finalmente fueron:

Sistema de Proyección:

- Gauss Kruger Faja 3 (Transversa Mercator para los sistemas ArcView y ERDAS Image).
- Elipsoide y Datum: WGS 84

La cartografía del área total de la cuenca se generó a escala 1:250.000, utilizándose como referencia la cartografía del Instituto Geográfico Militar en esa escala. Para el área de detalle de la cuenca en la Provincia de La Pampa, la escala final de trabajo es 1:60.000, utilizándose como referencia los relevamientos realizados con GPS por la Dirección Provincial de Vialidad de la Provincia de La Pampa y la banda 8 (pancromática) procedente de las imágenes Landsat 7 (año 2003), Nivel de procesamiento 4xp, con una resolución espacial de 15 m.

11.3. Digitalización de cartografía antecedente

Se seleccionaron 50 mapas antecedentes disponibles en la Secretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de La Pampa, que debido a la información contenida se consideraron de utilidad para este proyecto. (Ver Tabla 11.1).

De esta cartografía antecedente, 35 hojas fueron escaneadas evitando de esta forma el deterioro de la cartografía original. Posteriormente se procedió a su georeferenciación y digitalización de pantalla, lo que permitió la digitalización simultánea de varias hojas por parte de distintos integrantes de este equipo.

Se detectó que en su mayoría estos mapas fueron generados a partir de la interpretación visual de fotografías aéreas a diferentes escalas, algunas cercanas a 1:35.000 y otras a 1:75.000 y en cada caso tanto las deformaciones geométricas como los elementos de referencia fueron condicionantes en la calidad del resultado. En ninguno de los casos las coordenadas existentes en la cartografía antecedente resultó ser suficiente para su georeferenciación.

Estudio para la determinación del caudal mínimo necesario para el restablecimiento del sistema ecológico fluvial en el curso inferior del río Atuel

CODIGO	TITULO	ESCALA	RESPONSABLE	FECHA	GEOREF.	DIGITAL.	Observaciones
1-M-64a	PERITAJE SUP. CORTE DE JUSTICIA - CUENCA RIO ATUEL	1:250.000aprox	JAVIER S. ULIBARRENA Y OTROS	Junio 1984			distribución heterogénea de puntos de control
1-G-13	VEGETACION ORIGINAL EN CONFLUENCIA ATUEL-SALADO	1:200.000	Prof.ROBERTO PETIT DE MEURVILLE	Marzo de 1985			de referencia histórica
1-G-14	CONFLUENCIA ATUEL-SALADO -CHADILEUVU - HIDROGRAFIA	1:200.000	H.W.CAZENAVE	Marzo de 1985			de referencia histórica
1-G-3	GEOMORFOLOGIA CONFLUENCIA RIOS ATUEL Y SALADO	1:116.000aprox	H.WEYNS M.S.C.	Octubre 1977			sin referencias ni códigos de unidades
1-L-4-1	SUELOS EN SANTA ISABEL - INTERCONSUL S.A.	1:35.000 aprox	INTERCONSUL S.A. - INGENIERIA HIDRAULICA S.C.	Diciembre 1982			solo contiene foto-índice
1-L-4-2	SUELOS EN SANTA ISABEL - INTERCONSUL S.A.	1:35.000 aprox	INTERCONSUL S.A. - INGENIERIA HIDRAULICA S.C.	Diciembre 1982			solo contiene foto-índice
1-L-4-3	SUELOS EN SANTA ISABEL - INTERCONSUL S.A.	1:35.000 aprox	INTERCONSUL S.A. - INGENIERIA HIDRAULICA S.C.	Diciembre 1982			solo contiene foto-índice
1-L-4-4	SUELOS EN SANTA ISABEL - INTERCONSUL S.A.	1:35.000 aprox	INTERCONSUL S.A. - INGENIERIA HIDRAULICA S.C.	Diciembre 1982			solo contiene foto-índice
1-M-33	PERITAJE SUPREMA CORTE DE JUSTICIA	1:200.000	Dr. ESTEBAN BOJANICH	2-2-79			insuficientes elementos para su georeferenciación
1-M-34	PERITAJE SUPREMA CORTE DE JUSTICIA	1:200.000	Lic. SANTIAGO GIAI - Dr. ESTEBAN BOJANICH	Abril 1979			distribución heterogénea de puntos de control
1-M-35	PERITAJE SUPREMA CORTE DE JUSTICIA	1:200.000	Lic. SANTIAGO GIAI - Dr. ESTEBAN BOJANICH	Abril 1979			distribución heterogénea de puntos de control
1-M-39	PERITAJE SUPREMA CORTE DE JUST.-PERICIA HIDRAULICA	1:500.000	Ing°A.BORUS - Ing°H.D'ANGELO - Ing°C.FIGUEROA				no se consideró de utilidad para este trabajo
1-J-1	FOTOINTERPRETACION RIO ATUEL-SALADO de URBIZTONDO	1:200.000aprox	Agr. ARTURO URBIZTONDO	Enero de 1975			
1-J-12-1	FOTOINTERPRETACION DEL RIO ATUEL DE A. URBIZTONDO	1:75.000 aprox	Agrim. A. URBIZTONDO	Año 1974	alineación	pantalla	
1-J-12-11	FOTOINTERPRETACION DEL RIO ATUEL DE A. URBIZTONDO	1:75.000 aprox	Agrim. A. URBIZTONDO	Año 1974	alineación	pantalla	
1-J-12-12	FOTOINTERPRETACION DEL RIO ATUEL DE A.URBIZTONDO	1:75.000 aprox	Agrim. A. URBIZTONDO	Año 1974	alineación	pantalla	
1-J-12-13	FOTOINTERPRETACION DEL R. ATUEL DE A.URBIZTONDO	1:75.000 aprox	Agrim. A. URBIZTONDO	Año 1974	alineación	pantalla	
1-J-12-14	FOTOINTERPRETACION RIO ATUEL DE A. URBIZTONDO	1:75.000 aprox	Agrim. A. URBIZTONDO	Año 1974	alineación	pantalla	
1-J-12-2	FOTOINTERPRETACION DEL RIO ATUEL DE A. URBIZTONDO	1:75.000 aprox	Agrim. A. URBIZTONDO	Año 1974	alineación	pantalla	
1-J-12-3	FOTOINTERPRETACION DEL RIO ATUEL DE A. URBIZTONDO	1:75.000 aprox	Agrim. A. URBIZTONDO	Año 1974	alineación	pantalla	
1-J-12-4	FOTOINTERPRETACION DEL RIO ATUEL DE A. URBIZTONDO	1:75.000 aprox	Agrim. A. URBIZTONDO	Año 1974	alineación	pantalla	
1-J-12-5	FOTOINTERPRETACION DEL RIO ATUEL DE A. URBIZTONDO	1:75.000 aprox	Agrim. A. URBIZTONDO	Año 1974	alineación	pantalla	
1-J-12-6	FOTOINTERPRETACION DEL RIO ATUEL DE A. URBIZTONDO	1:75.000 aprox	Agrim. A. URBIZTONDO	Año 1974	alineación	pantalla	

Tabla 11.1. Información cartográfica almacenada en soporte magnético.

Estudio para la determinación del caudal mínimo necesario para el restablecimiento del sistema ecológico fluvial en el curso inferior del río Atuel

1-J-12-7	FOTOINTERPRETACION DEL RIO ATUEL DE A. URBIZTONDO	1:75.000 aprox	Agrim. A. URBIZTONDO	Año 1974	alineación	pantalla	
1-J-12-8	FOTOINTERPRETACION DEL RIO ATUEL DE A. URBIZTONDO	1:75.000 aprox	Agrim. A. URBIZTONDO	Año 1974	alineación	pantalla	
1-J-12-9	FOTOINTERPRETACION DEL RIO ATUEL DE A. URBIZTONDO	1:75.000 aprox	Agrim. A. URBIZTONDO	Año 1974	alineación	pantalla	
1-J-5	FOTOINTERPRETACION RIO ATUEL DE A. URBIZTONDO	1:200.000aprox	Agr. ARTURO URBIZTONDO	Diciembre de 1975	alineación		
1-K-3	EMBALSE "LA PUNTILLA" - PLANIALTIMETRIA DEL VASO	1:20.000	Ing° CARLOS OPPEZZO	Febrero de 1978	alineación		cube un área muy pequeña
1-K-4	EMBALSE LA PUNTILLA - PLANIALTIMETRIA	1:30.000	RICARDO GARCIA PASCUAL	Septiembre de 1977	alineación		
1-K-6	EMBALSE LA PUNTILLA -RELEVAMIENTO PLANIALTIMETRICO	1:10.000	RICARDO GARCIA PASCUAL	Sept.1976-enero 197		mesa	
1-L-3-1	SUELOS EN SANTA ISABEL - INTERCONSUL S.A.	1:35.000 aprox	INTERCONSUL S.A. - INGENIERIA HIDRAULICA S.C.	Diciembre 1982	alineación	pantalla	
1-L-3-2	SUELOS EN SANTA ISABEL - INTERCONSUL S.A.	1:35.000 aprox	INTERCONSUL S.A. - INGENIERIA HIDRAULICA S.C.	Diciembre 1982			
1-L-3-3	SUELOS EN SANTA ISABEL - INTERCONSUL S.A.	1:35.000 aprox	INTERCONSUL S.A. - INGENIERIA HIDRAULICA S.C.	Diciembre 1982	alineación	pantalla	
1-L-3-4	SUELOS EN SANTA ISABEL - INTERCONSUL S.A.	1.35.000 aprox	INTERCONSUL S.A. - INGENIERIA HIDRAULICA S.C.	Diciembre 19982	alineación	pantalla	
1-L-5-1	SUELOS EN SANTA ISABEL - CONSULAGRO	1:75.000 aprox			alineación	pantalla	
1-L-5-3	SUELOS EN SANTA ISABEL - LA PUNTILLA	1:75.000 aprox					
1-L-5-4	SUELOS EN SANTA ISABEL	1:75.000 aprox					
1-L-5-5	SUELOS EN SANTA ISABEL	1:75.000 aprox					
1-L-6	SUELOS EN SANTA ISABEL	1:75.000 aprox		año 1975	alineación		
1-L-7	SUELOS EN SANTA ISABEL	1:75.000 aprox		año 1975	alineación		
1-M-31	PERITAJE SUPREMA CORTE DE JUSTICIA	1:200.000	Dr. ESTEBAN BOJANICH				distribución heterogénea de puntos de control
1-M-32	PERITAJE SUPREMA CORTE DE JUSTICIA	1:200.000 apro	Dr. ESTEBAN BOJANICH	1976	ajustes sucesivos	pantalla	
1-M-48	PERITAJE SUP. CORTE DE JUST. - PERICIA HIDROLOGICA	1:250.000	Dr. VALLEJO - Ing°PAZ GARCIA - Ing° CALCAGNO	Junio 1984	alineación	pantalla	
1-M-52	PERITAJE SUPREMA CORTE DE JUSTICIA -MAPA GEOLOGICO	1:500.000	Ing° PEDRO E. PICANDET		alineación		
1-M-59	PERITAJE SUPREMA CORTE DE JUST.-FOTOINTERPRETACION	1:55.000 aprox	JAVIER S. ULIBARRENA Y OTROS	Junio 1984	alineación		
1-M-67	PERITAJE SUP.CORTE DE JUST.- AREA FOTOINTERPRETAC.	1:500.000	JAVIER ULIBARRENA Y OTROS		alineación		
1-M-72	PERITAJE SUP.CORTE DE JUST.-GEOLOGIA E HIDROGEOLOG	1:500.000	J.M.SALA	Junio 1984	alineación		
1-M-73	PERITAJE SUP.CORTE DE JUST.-GEOLOGIA E HIDROGEOLOG	1:500.000	J.M.SALA	Junio 1984	alineación		
1-M-74	PERITAJE SUP.CORTE DE JUST.-GEOLOGIA E HIDROGEOLOG.	1:500.000	J.M.SALA	Junio 1984	alineación		
2-G-33		1:200.000	CAPELLO	Septiembre 1976		mesa	

Tabla 11.1 (Cont.). Información cartográfica almacenada en soporte magnético.

Asimismo, la falta de elementos de referencia o su distribución heterogénea no permitió utilizar el sistema Rubber Sheeting que pudo haber compensado las deformaciones ópticas de las fotografías aéreas aisladas, por lo que en algunos casos hubo que recurrir a georeferenciaciones sucesivas, haciendo posible la digitalización de pequeños sectores en cada ajuste. Esta metodología se utilizó generalmente para la digitalización de capas temáticas de puntos (puntos de muestreo de aguas superficiales y subterráneas, puntos acotados, etc.).

En el caso de los mapeos de áreas o polígonos, inicialmente se realizó la georeferenciación tomando en cuenta los cruces de caminos y alambrados y posteriormente se realizaron nuevos ajustes a partir de los mapeos de unidades geomorfológicas, cuerpos de agua y rasgos de escurrimiento superficial.

En cuanto a los mapas de valor histórico, debido a sus características geométricas ya fuera por limitaciones técnicas en el momento de su creación o por su finalidad, no fue posible realizar la georeferenciación de los archivos escaneados y solo pueden ser considerados como croquis o mapas de referencia de valor histórico. Este es el caso del mapa de recorrido de Martín de Moussy de 1869 y los registros gráficos correspondientes a los relevamientos para el loteo catastral de 1882 a 1885 que provienen de una descripción escrita.

En general, los mapas antecedentes se presentan en formato digital, separando en carpetas los escaneos originales, los archivos raster georeferenciados y los archivos vectoriales resultantes cuando se haya considerado que sus precisiones geométricas son coherentes con las escalas de origen.

Para la georeferenciación de los archivos raster se utilizó la corrección geométrica polinomial del sistema ERDAS, tomando puntos de control identificables en la cartografía antecedente y la cartografía de referencia.

Cuando fue necesario recurrir al método de ajustes sucesivos, se decidió utilizar el módulo Image Analysis de ArcView dado que es similar al método Rubber Sheeting de ERDAS y los resultados son aceptables cuando se trabaja en áreas reducidas y con una buena distribución de puntos de referencia. Otra ventaja de este método es que se pueden tener diversos elementos de referencia, tanto vectoriales como raster y la digitalización por partes resulta ser más dinámica debido a que se trabaja en el mismo ambiente tanto para el ajuste geométrico como para la generación de los archivos vectoriales.

11.4. Procesamiento digital de imágenes

Con el objetivo de dar apoyo a los diferentes grupos de trabajo para las tareas de campo, en todos los casos se decidió generar y georeferenciar los archivos de imágenes Landsat compuestos por 7 bandas, permitiendo acceder a diferentes combinaciones de bandas de acuerdo a las necesidades de cada grupo.

Así, para el grupo que tuvo a cargo las tareas relacionadas con los temas de suelos, geología y geomorfología, la combinación de bandas utilizada fue: Rojo (banda 7), Verde (banda 5), Azul (banda 3) mientras que para los grupos de vegetación y fauna la combinación de bandas seleccionada fue una con mayor énfasis en la vegetación: Rojo (banda 4), Verde (banda 3), Azul (banda 2). Tanto las imágenes aisladas como los mosaicos de hasta dos imágenes fueron generadas en 7 bandas, con una resolución espacial de 30 m. y georeferenciación en sistema Gauss Kruger, faja 3 y Elipsoide/Datum: WGS 84.

Para los mosaicos de toda la cuenca, se conservó la resolución espacial de 30 m. y la georeferenciación pero se redujo la resolución espectral a 3 bandas para reducir el peso de los archivos.

El software utilizado tanto para la generación de los archivos individuales y de los mosaicos, como para su georeferenciación fue el sistema ERDAS.

Las imágenes Landsat utilizadas para toda la cuenca fueron las correspondientes a los siguientes Path y Row (Ver Tabla 11.2):

Paths	Rows	Cantidad de bandas	Resolución Espacial (m.)	Fecha de captura
230	085	7	30	18/03/2000
230	085	7	30	26/02/2004
232	centro desplazado	7	30	28/04/2004
230	085-086	7	30	01/06/1998
230	085-086	7	30	27/07/2001
230	085-086	7	30	06/05/2003
230	085-086	1	15	06/05/2003
230	085-086	7	30	10/12/2004
231	084-085	7	30	07/05/2004
230/231/232	084-085-86	3	30	1987/1990

Tabla 11.2: Path y Row de imágenes empleadas

Para la georeferenciación de las imágenes con el objetivo de la creación del mosaico de la cuenca, se utilizaron como referencia las capas correspondientes a caminos y escurrimiento superficial de la cartografía del Instituto Geográfico Militar a escala 1:250.000.

Para el área correspondiente a la Provincia de La Pampa, las imágenes y los mosaicos generados corresponden al path 230 y rows 085 y 086 y las referencias utilizadas para su georeferenciación fueron los relevamientos de rutas y caminos realizados con GPS por personal de la Dirección de Provincial de Vialidad. La resolución espacial es de 30 o 15 m., dependiendo de la disponibilidad de la banda 8 de las imágenes Landsat 7.

El procesamiento realizado para la generación de cartografía temática será analizado posteriormente dentro de la descripción que corresponda en cada caso.

11.5 Modelos digitales de terreno

La generación del modelo digital de terreno se realizó a partir de las capas de curvas de nivel y puntos acotados de la cartografía del Instituto Geográfico Militar a escala 1:250.000.

Para poder trabajar con ambos conjuntos de datos, se utilizó la extensión “polyline to points” de ArcView para transformar el archivo de curvas de nivel a puntos, lo que permitió integrar la información proveniente de los dos archivos. Posteriormente se generó la superficie con el sistema ERDAS, lo que permitió a su vez tener una referencia topográfica integral de toda la cuenca, pero que resultó insuficiente para el nivel de detalle necesario en el área de bañados de la Provincia de La Pampa. Por esta razón, se recurrió al modelo digital de terreno del United States Geological Survey con una equidistancia de 1 m., de distribución gratuita y disponible en la página web.

Para la corrección geométrica de este modelo, se utilizó el archivo correspondiente al escurrimiento superficial, el cual permitió un ajuste aceptable dadas las limitaciones en cuanto a disponibilidad de información topográfica.

11.6. Cartografía temática

Para la generación de los archivos vectoriales de cartografía temática se recurrió a diferentes metodologías de trabajo de acuerdo a las características particulares de cada caso.

Sitios de muestreo

Se crearon los archivos de puntos a partir de los registros tomados con GPS en las tareas de campo. En este caso, a partir de las tablas de puntos se creó una representación espacial utilizando la graficación de Temas de Eventos del sistema ArcView, transformándolo posteriormente a un archivo de puntos.

Mapas de superficies o polígonos

1. Mapa geomorfológico

El mapa original, resultante de la interpretación visual de fotografías aéreas, fue registrado gráficamente en 18 acetatos de aproximadamente 40 por 50 cm. La vectorización se realizó en una mesa digitalizadora existente en la Subsecretaría de Ecología. Para el ajuste de cada acetato se tomaron entre 8 y 18 puntos de control, utilizando imágenes de satélite ya georeferenciadas. Se definieron algunos puntos de control en las zonas de superposición entre acetatos para mejorar la continuidad en los límites de los polígonos mapeados. Posteriormente se compararon las unidades resultantes con las correspondientes al mapeo de formas fisiográficas realizadas por el Agr. Arturo Urbiztondo y finalmente se realizó un ajuste de los vectores con las imágenes de satélite georeferenciadas, lo que permitió corregir geoméricamente los límites digitalizados y de esta forma, este archivo vectorial puede visualizarse en forma integrada con otras capas temáticas.

2. Mapa geológico

Este mapa fue generado en forma similar a otros mapas antecedentes. El original es el correspondiente al Mapa Geológico de Argentina, a escala 1:1.000.000. En este caso se escaneó el área de interés y se georeferenció con los archivos vectoriales de caminos y escurrimiento superficial a escala 1:250.000, para generar finalmente el mapa de polígonos.

3. Mapa de Vegetación

En este caso, el mapa de vegetación es el resultado del procesamiento digital de imágenes de satélite y se utilizó la imagen Landsat del 10 de diciembre de 2004. Si bien las condiciones de la vegetación en el mes de diciembre no corresponden a las relevadas en el trabajo de campo en el mes de abril del corriente año, la falta de imágenes de satélites con baja cobertura de nubes fue condicionante para su uso.

Se realizó una clasificación supervisada tomando áreas de entrenamiento con el sistema ERDAS, para diferenciar inicialmente 15 clases con una correlación insuficiente con los puntos de muestreo de acuerdo a lo analizado en forma conjunta por integrantes de los dos grupos de trabajo. Posteriormente se definieron nuevas áreas de entrenamiento, diferenciando 18 clases. Luego se realizó un procesamiento Fuzzy, definiendo una matriz de 5 por 5 pixels para eliminar pixels aislados o residuales. Se vectorizó el archivo, conservando las 18 clases para poder hacer una asignación espacial con el archivo de puntos de muestreo que permitió analizar nuevamente la correlación entre ambos y finalmente se decidió reducir la cantidad de clases a las siguientes:

Áreas sin muestreos, Pastizal psamófilo, Arbustales, Bosques, Juncal – Totoral, Salinas – Inundables y Suelo desnudo. Para generalizar los polígonos resultantes de la vectorización, se creó un nuevo campo en la tabla de atributos diferenciando estas clases y se procedió a correr la herramienta Dissolve del módulo Geoprocessing de ArcView.

Con esta imagen no fue posible diferenciar las subclases de arbustales y bosques señaladas en las descripciones de los puntos de muestreo.

11.7. Bases de datos y tablas de atributos

Como criterio general, se adoptó la opción de no integrar la información relevada a las tablas de atributos de los archivos vectoriales.

En algunos casos, tanto las tablas de atributos como los archivos que contienen descripciones o resultados de laboratorio se conservaron en forma aislada, pero con campos que permiten realizar una unión de tablas y hacer consultas en forma simultánea tanto de la información espacial y como de las bases de datos.

En otros casos, debido a la complejidad de la información contenida en archivos en formato Excel, se decidió desarrollar un Script para ArcView y un campo que vincula los registros de la tabla de atributos a los archivos externos en formato Excel.

Y finalmente, para los sitios de muestreo de vegetación, fauna y geología, se crearon campos que contienen vínculos a fotografías.