# CARACTERIZACION Y VALORACION HIDROLOGICA DE LA CUENCA DEL RIO MENDOZA MEDIANTE ELABORACION DE MODELO CONCEPTUAL DE EVALUACION

**Abraham, Elena (1), José Abad (2), Bernardo Lora Borrero (3), Mario Salomón (4), Carlos Sánchez (4) y Darío Soria (1)**

(1) Laboratorio de Desertificación y Ordenamiento Territorial - IADIZA - CONICET, Avenida Ruiz Leal s/n, Parque San Martín, Mendoza. Argentina Tel. (54-261) 4280080 abraham@lab.cricyt.edu.ar
(2) Departamento de Ecología. Universidad de Alicante. España joabcha@hotmail.com
(3) Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. Cuba lora@hidro.cu
(4) Asociación Inspecciones de Cauces 1º Zona Río Mendoza asicprimerazona@asicprimerazona.com.ar

## RESUMEN

Para caracterizar y valorizar el recurso agua adecuadamente, es necesario lograr una visión holística que permita realizar el análisis a partir de una perspectiva global y desde una marcha deductiva, inserto en un sistema global con numerosos elementos relacionados entre sí y con el resto del ambiente. Este sistema que interactúa en el entorno de las cuencas hidrográficas, puede desagregarse en subsistemas y componentes bajo la dinámica del ciclo hidrológico. Sin embargo la caracterización y valoración hidrológica, requiere previamente del diseño de un modelo conceptual de evaluación; que permita lograr un conocimiento sistematizado tanto de la oferta como demanda hídrica. Para enriquecer el modelo conceptual se aplicaran marcos teóricos y metodológicos surgidos del intercambio de la Red del Programa CYTED (Cooperación Iberoamericana, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo), Proyecto XVII.1 "Indicadores y Tecnologías Apropiadas de Uso Sustentable del Agua en las Tierras Secas de Iberoamerica" a través del intercambio de países miembros. Este método de trabajo se subordina entonces al concepto de sistema, ya que el ciclo hidrológico conduce a él, siendo la cuenca además una unidad hidrológica y geográfica contenida en una dimensión temporal y espacial de análisis. De esta manera quedan así definidos "los caminos del agua" como una estructura conceptual de análisis que permiten evaluar la disponibilidad hídrica en un proceso dinámico ambiental. El presente estudio se aplicará en la cuenca andina del Río Mendoza, con una población de 1.000.000 de habitantes y una disponibilidad promedio de 1.600 m3/habitante/año, que la califica con un alto strees poblacional. Esta cuenca ubicada en el Centro-Oeste de Argentina es representativa de las regiones secas de Latinoamérica, por su diversidad ambiental y presiones de uso a la que se encuentra sometida. Con el presente estudio se pretende que mediante la aplicación de la esquematización teórica planteada a un caso concreto, se obtenga un método aplicable para la valorización de los recursos hídricos y usos en ambientes áridos y semiáridos, afectados a importantes procesos de desertificación.

**Palabras Claves**: Componentes, agua, zonas secas, modelización, disponibilidad hídrica

# INTRODUCCIÓN

## Consideraciones generales

El ciclo hidrológico de la tierra consiste en el movimiento y en el almacenamiento del agua en la atmósfera, en la tierra, en las masas de agua y en la vegetación. Puede luego subdividirse en los componentes de la evaporación, de la precipitación y del escurrimiento, comprendiendo cada componente el transporte, el almacenamiento y un cambio en el estado físico del agua. Cuando la precipitación es absorbida en el suelo, ésta se hace parte de la red de aguas subterráneas. El agua puede ser temporariamente almacenada como humedad del suelo o puede filtrarse a través de la tierra hasta alcanzar el nivel freático. El nivel freático determina el límite entre la tierra insaturada, estando el agua ubicada por encima del nivel freático – llamado zona vadosa– y un área saturada con agua (por debajo del nivel freático) –llamada zona de aguas subterráneas. El agua que ingresa a la zona de aguas subterráneas tiende a ser almacenada durante un considerable período de tiempo; no obstante, el agua en la zona de aguas subterráneas fluye, en verdad, lentamente y puede regresar a la superficie en forma de rezumadero o como manantial. Especialmente en las regiones húmedas, el flujo base y los niveles mínimos de agua de muchos lagos se mantienen mediante la recarga del agua subterránea. Sin embargo, en las regiones áridas el agua puede rezumar de los cursos de agua y de los lagos en la zona de las aguas subterráneas. Así, en estos casos, el agua de la superficie mantiene los niveles de las aguas subterráneas. Cuando la precipitación se produce en climas fríos, el agua es temporariamente almacenada en la superficie del suelo en forma de nieve o de hielo. El período de almacenamiento puede ser tan breve como horas o, en el caso de los glaciares, puede ser tan extenso como cientos o miles de años. Cuando la nieve o el hielo se derriten, el agua del deshielo sigue las mismas trayectorias de escurrimiento que los demás tipos de precipitaciones. El agua que llega a la superficie terrestre normalmente se infiltra directamente en el suelo. La parte que no ingresa al suelo se acumula sobre el suelo y si hay suficientes precipitaciones, finalmente comenzará a movilizarse gravitacionalmente como caudal superficial. El caudal superficial en áreas áridas y semi-áridas por la intensidad de lluvias se encuentra fuertemente alterado sobre todo en áreas urbanas en donde una gran proporción de la superficie de la tierra es impermeable o las áreas en donde la superficie del suelo está compactada (CANMET/MMSL-INTEMIN, 1998).

La variabilidad hidrológica tiene diferentes expresiones a lo largo y ancho del territorio; por ello, cualquier análisis de sus características e impactos sobre el desarrollo debe asociarse a una unidad territorial definida. La gestión de los recursos naturales y, en particular, de los recursos hídricos, se realiza cada vez más en unidades hidrológicas denominadas cuencas u hoyas hidrográficas. Esto se debe principalmente a que constituyen sistemas conectados internamente a través de las redes de escorrentía y, generalmente, desconectados hidrológicamente de sus vecinos. Por ello, son unidades apropiadas para realizar balances de masa (agua; sólidos acarreados, suspendidos y/o disueltos), seguir la evolución química de las aguas en el territorio, evaluar la transferencia de externalidades ambientales a través de ellas, estudiar procesos de erosión hídrica o remoción en masa (Gamboa Agüero, 2001)

Los recursos provenientes de las áreas de riego que aparecen en la forma de derrames y percolaciones, dependen de las aguas superficiales y también de las aguas subterráneas que se usan para regar. En forma similar, los recursos de aguas subterráneas, representados por los afloramientos y vertientes, por los volúmenes almacenados en los acuíferos y por las extracciones artificiales, dependen de las recargas provenientes de las percolaciones de riego y de las infiltraciones del río en su lecho, de

manera que estos flujos están ligados, lo que hace necesario cuantificarlos de manera integrada y concurrente en el tiempo (DGA, IPLA y AC, 1998).

De acuerdo a Fernández (1993): *"…La respuesta natural de una cuenca hídrica a un impulso de entrada (precipitación) es siempre continua, es decir va variando permanentemente en el tiempo. En el proceso de simulación continua de la precipitación y la escorrentía en una cuenca hídrica existen dos componentes fundamentales que son básicos, el primero representa el balance del agua en el suelo y la formación de escorrentía en cuencas de cabecera y el segundo la transferencia o traslado de esos caudales a lo largo de la red hídrica hasta la sección de cierre del sistema…"*

El patrón de caudal anual, conocido como régimen del río, es el patrón esperado de caudal a través de algún punto en el río durante el transcurso de un año (Shaw, 1983 citado por Strock y Everett, 2002)

Las investigaciones y evaluaciones hidrogeológicas por lo general se concentran en las propiedades del subsuelo que controlan el movimiento y destino del agua subterránea y la contaminación de la misma. Tales propiedades dependen de la naturaleza de los materiales del subsuelo y por lo tanto que son específicas del terreno. Los métodos más apropiados para cuantificar las propiedades y parámetros hidrogeológicos dependen, a su vez, del medio hidrogeológico local (CANMET/MMSL-INTEMIN, 1998)

**Características hidrológicas de la Cuenca del Río Mendoza**

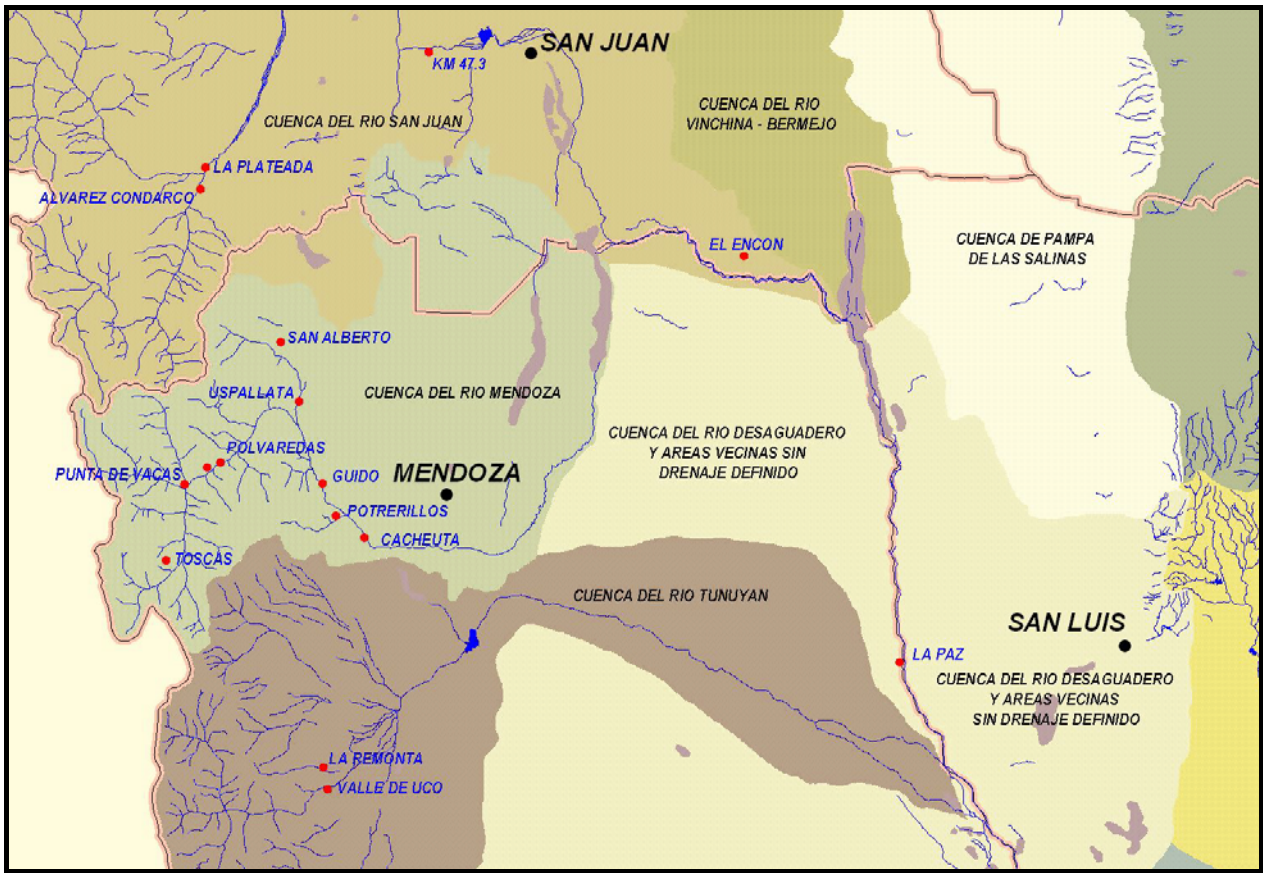
El aprovechamiento del agua en los principales ríos de Mendoza, ha permitido conformar oasis que representan entre el 2,5 y el 3% de la superficie total provincial que es de 150.839 Km2. A pesar de su limitada extensión territorial los oasis alojan al 95% de la población, con densidades máximas, en las zonas urbanas de alrededor de 2.000 habitantes por km2. Así, el modelo discontinuo de ocupación del territorio presenta espacios que concentran a la población, sus actividades económicas y las infraestructuras, dejando extensos territorios casi vacíos. En los oasis la actividad humana se afirma en el riego sistematizado aprovechando los ríos alóctonos y en menor medida el agua subterránea. La industrialización concierne al procesamiento de frutas y hortalizas, la industria metalmecánica, y petroquímica. Sobre un territorio de alta fragilidad la competencia por el uso del agua surge como uno de los principales conflictos ambientales en la interacción oasis-secano: las áreas deprimidas del desierto ya no reciben aportes hídricos superficiales, pues los caudales de los ríos se utilizan íntegramente para el riego de la zona cultivada y el consumo de los asentamientos humanos. Esa misma competencia se verifica en el uso del suelo en los oasis, especialmente en el conflicto urbano-rural. La expansión de los espacios urbanos, sobre todo los del área Metropolitana del Gran Mendoza, sobre suelos de alto potencial agrícola constituye la pérdida para la producción agrícola de suelos con muy buenas condiciones edáficas (Departamento General de Irrigación, 1999)

En la provincia de Mendoza, los aportes hídricos permanentes con los que se alimenta a los oasis irrigados, provienen en su totalidad de la fusión nival y el aporte de masas glaciares y nieves permanentes existentes en la Cordillera de Los Andes. El aporte que tienen lluvias a los caudales de los ríos en el oasis norte es mínimo. Estas precipitaciones se concentran fundamentalmente en los meses de primavera y verano, y si bien el aporte que hacen a los cultivos por la naturaleza de las mismas es mínimo, al ser una región árida, este valor debe ser considerado en los cálculos de demanda. Desde el

punto de vista aluvional estas precipitaciones, de gran intensidad generan graves problemas de infraestructura que no deben obviarse (FAO, 2004)

El régimen que caracteriza al Río Mendoza se debe fundamentalmente al proceso de fusión nival que se produce la cordillera y el aporte permanente que hacen las masas de hielo de los glaciares de la cuenca, siendo básicamente de carácter nivo-glacial. Su cuenca hidrográfica ocupa una superficie total de 19.553 Km2, incluido el oasis de riego. De ésta extensión 9.040 km2 pertenecen a la cuenca imbrífera del río, siendo su área de recolección activa de 5.600 Km2 y con un frente cordillerano de 90 km, que tiene gran influencia en el potencial hídrico de derretimiento y deshielo (Vitali, 1941). La cuenca, está ubicada en el norte de la Provincia de Mendoza. Limita al sur con la cuenca del río Tunuyán, al oeste con la divisoria de la Cordillera de Los Andes, donde tiene sus nacientes el río. El límite este lo constituye la llanura desértica (travesía mendocina) y al norte la cuenca del Río San Juan. (Figura 1)

**Figura 1 Principales cuencas hidrográficas de la Región Centro Oeste de Argentina**




**Fuente: Unidad SIG y Teledetección. LaDyOT-IADIZA-Mendoza.**

En el ámbito de la cuenca del río Mendoza existen dos regímenes de precipitación perfectamente definidos. Uno del tipo monzónico en la zona baja, que se extiende desde el límite este de la cuenca hasta la localidad de Polvaredas a 2.400 m s.m. En esta parte de la cuenca, las precipitaciones son fundamentalmente pluviales aunque se registran precipitaciones níveas en algunas ocasiones durante los meses de invierno. A partir de esta localidad se produce el cambio de régimen,

pasando a ser del tipo Mediterráneo. Bajo este régimen, la precipitación es nívea prácticamente todo el año, con excepciones en los meses de verano. Los cordones montañosos que se anteponen a la cordillera del límite corresponden a la Cordillera Frontal (Cordón del Plata) y poseen régimen similar a la zona de alta montaña debido a la elevación de los mismos. La nieve que cae en la cuenca imbrífera medida en la Estación Toscas, para la serie 1951-2001, presenta una precipitación media de 343 mm, con registros máximos de 881 mm y mínimos sin precipitaciones. La precipitación pluvial, es la más generalizada en toda la cuenca y presenta un régimen del tipo monzónico que hace que las mismas escasamente puedan ser utilizadas como complemento de riego agrícola por su ocurrencia e intensidad. La precipitación aumenta de Este a Oeste y Norte a Sur. En los límites Norte, próximos al límite con la provincia de San Juan los registros medios anuales son cercanos a 90 mm. En la zona central, donde se concentra el oasis agrícola de la cuenca, la precipitación media anual en promedio de las estaciones ubicadas en esta zona es cercana a los 224 mm. (FAO, 2004)

La oferta hídrica establecida del Río Mendoza en base a datos recabados de la serie 1909-2000 en la Estación Precordillerana de Cacheuta arroja los siguientes valores (Tabla 1)

**Tabla 1 Valores Característicos del Río Mendoza – Estación Cacheuta**

| Módulo | Caudal Medio Máximo | Caudal Medio Mínimo | Caudal Especifico | Derrame anual Promedio |
|---|---|---|---|---|
| 49,04 m3/s | 115,1 m3/s | 25,6 m3/s | 5,42 l/s*Km2 | 1546 Hm3 |

**Fuente: DGI 2003.**

La oferta promedio mundial de agua no salina es de 7.400 m3 anuales por habitante, la cual está distribuida geográficamente en forma muy heterogénea. En el caso de Mendoza, la disponibilidad hídrica por habitante se reduce a la mitad del promedio mundial, y es más grave en el área del Río Mendoza, con una disponibilidad de 1.600 m3/habitante/año, inferior al nivel considerado crítico de 1.700 m3/habitante. Existe un marcado déficit estacional durante los meses primaverales en que la demanda es superior a la oferta. Para el año 2.020, la escasez se acentuará con el crecimiento poblacional, contando esa área con 1.150 m3/año/habitante (Departamento General de Irrigación, 1999)

De acuerdo a estudios efectuados por el Instituto Nacional del Agua se han estimado para las cuencas de los ríos Mendoza y Tunuyán (Zona Norte) una extracción media anual de agua subterránea de 380 hm3 con valores que oscilan entre los 100 y los 600 hm3/año. Acorde a esta situación, no se esperan grandes cambios para un mejor uso y eficiencia del recurso hídrico superficial; ya que para equilibrar la oferta y demanda, surge como variable de ajuste una mayor o menor extracción del agua subterránea. Es necesario destacar que existen desde mediados de la década del 90 dos áreas con restricción en la extracción de agua subterránea ubicadas en la margen derecha del Río Mendoza y en el piedemonte, y que existe contaminación del 1º y 2º nivel de explotación del acuífero hasta los 180 m de profundidad.

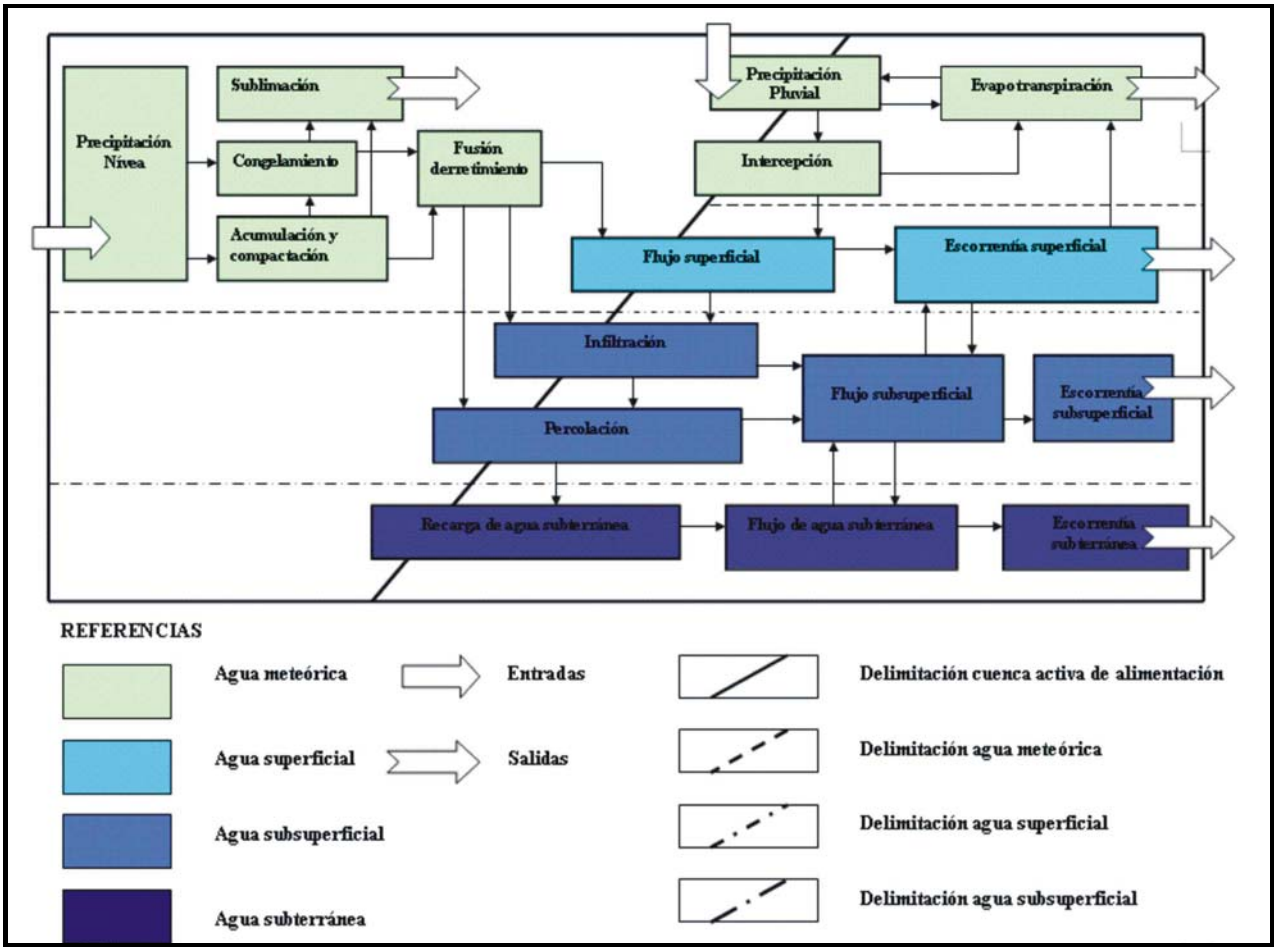
La cuenca del río Mendoza tiene una población superior al millón de habitantes, la densidad promedio es de 36,6 habitantes por km2, ascendiendo a más de 2.000 habitantes por Km2 si se toman solamente los departamentos más urbanizados, en tanto concentra el 74% del Producto Bruto Geográfico provincial y su eficiencia global es del 36% (Salomón, *et. al*, 2005)

## ANALISIS Y RESULTADOS

### Oferta hídrica del Río Mendoza

El sistema global hídrico interactúa en el entorno de las cuencas hidrográficas, siendo importante para su análisis la desagregación en subsistemas y componentes bajo la dinámica del ciclo hidrológico. Para la cuenca del Río Mendoza se ha esquematizado los componentes y procesos que intervienen en determinación de la oferta hídrica (Figura 2)

**Figura 2: Principales componentes y procesos de la oferta hídrica de la cuenca del Río Mendoza**

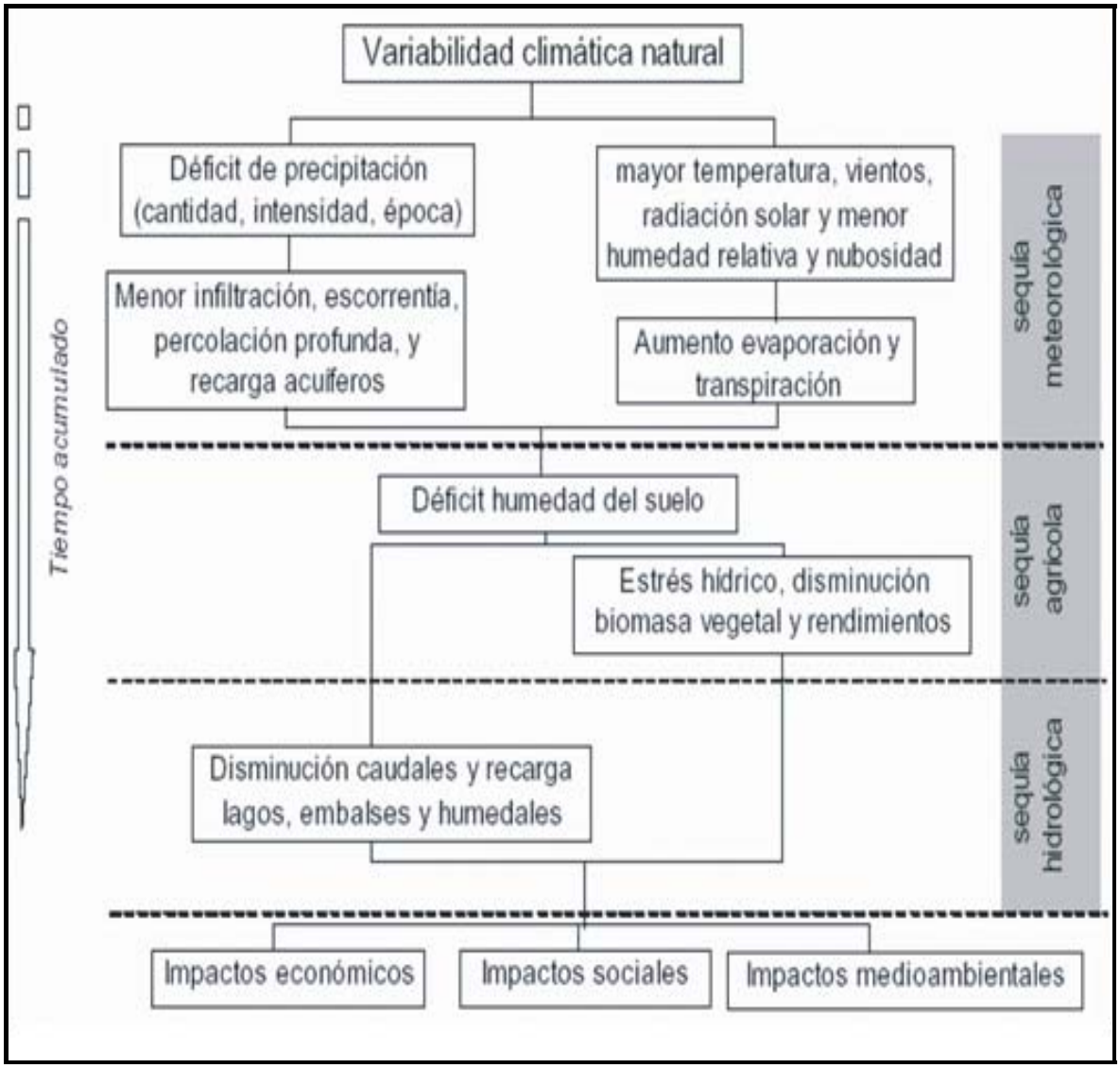



Para lograr un conocimiento hidrológico sistematizado de la cuenca debe considerarse la principal entrada representada por la precipitación nívea, su acumulación-compactación y fases de congelamiento-derretimiento; que generan flujos directos asociados en menor medida al aporte pluvial. Estos flujos dan lugar a escurrimientos superficiales, subsuperficiales y subterráneos con determinados movimientos, traslados y retornos en el suelo; generando las salidas del sistema, y que es preciso conocer para obtener un conocimiento integral de la oferta hídrica.

El Río Mendoza presenta un régimen nivo-glacial, en el que aproximadamente el 85 % de sus caudales promedio tienen su génesis en el derretimiento nival estacional (41.68 m3/seg) y el 15% restante es proveniente del derretimiento glacial y aportes pluviales (7.36 m3/seg). Sin embargo en los últimos 50 años se detecta un retroceso del 40% de los cuerpos de hielo y glaciares, aunque la mayor variabilidad se produce en la cantidad de precipitaciones níveas en ciclos de 5 a 7 años, asociados al fenómeno global del Niño y la Niña. En este escenario deben adoptarse a nivel energético los Indicadores de la Variabilidad Climática Global (IVCG) , como por ejemplo las temperaturas medias mensuales de la superficie del mar, Índice de Oscilación del Sur, Oscilación del Atlántico Norte, Oscilación Decádica del Pacífico Norte (Departamento General de Irrigación, 2005)

También es importante contextualizar el análisis de la disponibilidad hídrica en base a la variabilidad climática y escala temporal para determinar períodos y tipos de sequía (Figura 3)

**Figura 3 Tipos de sequía, sus vínculos e impactos**




**Fuente: Gamboa Agüero, 2001.**

## Demanda hídrica del Río Mendoza

Sintéticamente podemos distinguir los principales usos y demandas hídricas en base a las categorías de las concesiones y códigos de usos establecidos por la normativa vigente (figura 4).

**Figura 4 Principales usos en la cuenca del Río Mendoza**

En el Río Mendoza predomina el uso agrícola bajo riego (85,98%) dentro de los usos consuntivos, predominando la vid y frutales con más de las 2/3 partes de todos los cultivos, aunque es muy importante el aumento de los usos recreativos y el abastecimiento de población que en los últimos 20 años se han duplicado (Salomón, 2005). Existe una alta tasa de crecimiento urbano en las zonas productivas de la Cuenca del Río Mendoza (3,3% anual) que demandan importantes consumos. En el año hidrológico 2004-2005 una hectárea de terreno con derecho de riego en el Río Mendoza consumió anualmente 11.046 m3 (Montagna, 2006) contra 37.800 m3 de la una hectárea urbanizada, considerando en ambos casos las ineficiencias de conducción existentes.

El uso energético de carácter no consuntivo también se ha incrementado notablemente, producto de la ampliación de la Central Álvarez Condarco y Cacheuta como consecuencia de la construcción del Dique Potrerillos en el año 2005.

Las demandas hídricas en el Río Mendoza, presentan distintas realidades en base a la formalidad o no que presenten los usos en base a las concesiones otorgadas por el Gobierno de la Provincia de Mendoza a fines del siglo 19. Los derechos definitivos cuentan con un 100% de garantía en relación al 80 % de garantía de las categorías eventuales otorgados en el siglo 20, aunque en la práctica cuentan con similar coeficiente, por lo que se ha previsto su equiparación mediante ley provincial del año 2006.Sin embargo esta propuesta se encuentra sujeta a la elaboración de balance hídrico, caducidad de derechos sin uso y estudio de la disponibilidad hídrica.

De esta manera podemos clasificar los usos hídricos en dos grandes grupos concesionados y no concesionados. En el primer grupo deben distinguirse los usos concesionados bajo mecanismos constitucionales provinciales y que son de carácter perpetuo, porque tienen garantía por sobre todos las restantes concesiones. También en este grupo se encuentran concesiones temporarias y precarias otorgadas “sin perjuicio a Terceros” que han sido efectuadas por el Departamento General de Irrigación y que se hallan empadronadas bajo la figura de permisos o autorizaciones temporales, que en muchos casos se prorrogan en el tiempo; no se regularizan e impiden efectuar un correcto balance hídrico.

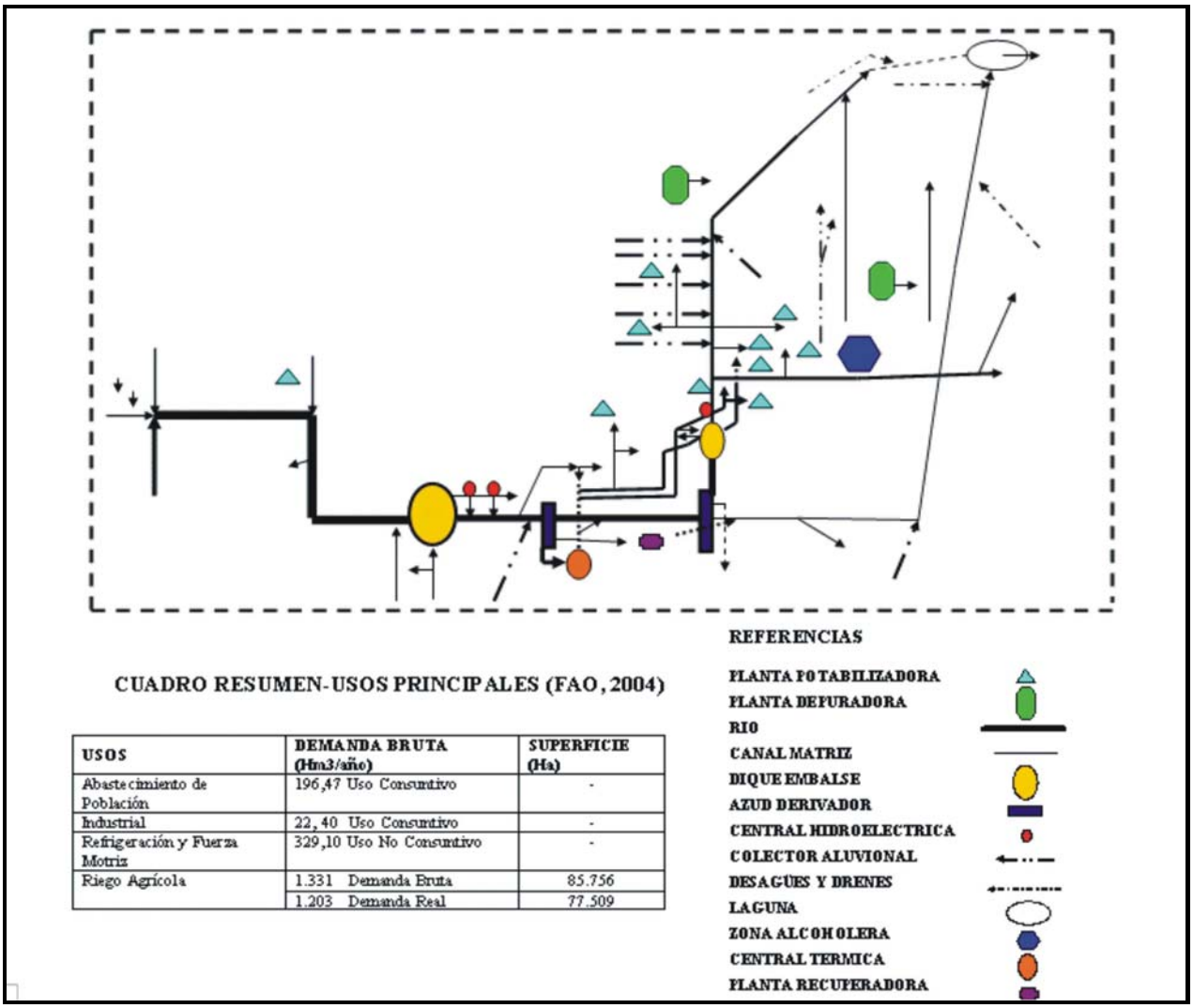
El segundo grupo tiene que ver con los usos no concesionados y que responden a todas las demandas de actores marginales al sistema formal y que requieren el agua básicamente para su subsistencia, que es 10 (diez) veces menor que el de un habitante urbano del Gran Mendoza. (Abraham, *et al*, 2005) Concretamente se trata de todos los habitantes que viven en el sector desértico nororiental, mayormente el vinculado a las poblaciones originarias de la región; que solo reciben los excedentes hídricos o sobrantes cíclicos que se generan en el oasis irrigado. Estas comunidades aún no podido ser “incluidas en el sistema formal de asignaciones hídricas” de la cuenca a pesar de sus reclamos históricos y de que otros sectores como el de las zonas residenciales o recreativas del Valle de Potrerillos, cuentan con autorizaciones de uso, tienen acceso al agua y cuentan con fuertes inversiones en obras públicas.

Por otra parte, es importante destacar en los últimos años el avance de presiones de usos residenciales por especulación inmobiliaria y de grupos que pretenden ampliar la frontera cultivada con proyectos de alta rentabilidad agrícola a corto plazo. El primer caso corresponde a la construcción de complejos habitacionales efectuados en el piedemonte del Gran Mendoza, en áreas sin concesión de agua potable. En el segundo caso, se trata de emprendimientos que requieren la construcción de infraestructura pública hidráulica de captación y conducción (acueductos) para su aprovechamiento particular en áreas sin derecho de riego.

## Infraestructura de aprovechamiento y usos

La infraestructura hídrica en el Río Mendoza cuenta con diversos trayectos y sectores con distintos aprovechamientos y demandas, presentando una estructura consolidada y deficitaria que requiere importantes transformaciones para hacerla extensiva y funcional a la totalidad de la cuenca (Figura 5)

**Figura 5 Infraestructura hídrica y aprovechamientos**




CUADRO RESUMEN-USOS PRINCIPALES (FAO, 2004)

| USOS | DEMANDA BRUTA (Hm3/año) | SUPERFICIE (Ha) |
|---|---|---|
| Abastecimiento de Población | 196,47 Uso Consuntivo | - |
| Industrial | 22, 40 Uso Consuntivo | - |
| Refrigeración y Fuerza Motriz | 329,10 Uso No Consuntivo | - |
| Riego Agrícola | 1.331 Demanda Bruta | 85.756 |
| | 1.203 Demanda Real | 77.509 |

El sistema del Río Mendoza cuenta en su Tramo Superior con marcado déficit de infraestructura para lograr un aprovechamiento integral de los recursos hídricos, ya que solo hace dos años posee un solo dique regulador-Potrerillos- que solo permite controlar y operar menos de una tercera parte del volumen anual promedio escurrido (450 hm3). Esta situación si bien posibilita aumentar la garantía y efectuar una regulación intranual y mitigar el déficit estacional en años con moderado escurrimiento, no permite contar con disponibilidad hídrica en años secos siendo limitada su capacidad operativa si no se ejecutan los embalses complementarios en la cuenca para un manejo plurianual.

El uso de Refrigeración de la Central Térmica, que tiene una asignación permanente de 12 m3/seg que se deriva desde el Dique Compuertas y retorna en parte al Río Mendoza, sin embargo este caudal derivado no puede aprovecharse operativamente en el sistema por las áreas irrigadas ubicadas aguas abajo, lo que genera un uso inadecuado.

No se cuenta con infraestructura de captación y conducción independiente para el Abastecimiento de Población Humana del Gran Mendoza (Obras Sanitarias Mendoza y Municipios), siendo muy precaria el abastecimiento cuando no opera el Dique Cipolletti por desarenos u otras situaciones y colapsado para satisfacer la actual demanda de los servicios de agua corriente.

Es complejo lograr un aprovechamiento adecuado del agua entre las Centrales Hidroeléctricas y el resto de los Usos empadronados, en especial con la Central San Martín que opera en el Canal Matriz y en ocasiones se produce la alteración de los coeficientes de distribución.

No se cuenta aún con un sistema completo de medición en tiempo real de toda la red hídrica, debiendo densificarse en distintos puntos para lograr un mejor conocimiento de la oferta y demanda de usos hídricos y para una mejor toma de decisiones.

Las estructuras administrativas que han manejado la mayoría de los sistemas de riego provinciales lo han hecho con una visión muy poco tecnificada, enfatizando una participación individual en el manejo, la limpieza y la elaboración del turnado, relegando la generación de una tasa de inversión destinada a la modernización de la infraestructura existente. La falta de inversión en la red ha sido una causa importante de la elevación de los niveles freáticos y salinización de los suelos en vastas regiones regadas del país (Banco Mundial, 2003).

Si bien las eficiencias parcelarias de las fincas del Río Mendoza no son bajas, estas disminuyen sensiblemente a nivel interparcelario y aún son más bajas en las zonas suburbanas con valores globales que no superan los 20% de acuerdo a aforos y mediciones efectuadas por las distintas Gerencias de Riego del Río Mendoza. Estos valores de eficiencia de riego zonal distan enormemente del valor ideal planteado por Bos y Chambouleyron (1998), que es del 60%.

No existe independencia de los cauces de riego con los colectores aluvionales, razón por la cual se producen graves externalidades al sistema de distribución hídrica y problemas de mantenimiento.

El Canal Primario Cacique Guaymallen tiene un recorrido de 36 Km y solo están revestidos 9 Km. Los tramos revestidos se alternan con sectores construidos en terreno natural, por lo que su capacidad de conducción de riego se limita a 50 m3/s en las épocas de máxima demanda. No obstante teniendo en cuenta su sección hidráulica, se llegan a conducir y evacuar caudales torrenciales de origen pluvial superiores a 200 m3/seg que ponen en riesgo su funcionamiento y afectan a usuarios de riego y propiedades contiguas.

El Canal Cacique Guaymallen que es uno de los cauces más antiguos e importantes de la región presenta graves problemas ya que se encuentra totalmente colapsado y posee factibilidad de recibir caudales torrenciales.

Estudios y aplicaciones de modelos hidrológicos de Lluvia- Escorrentía realizados en el Canal Cacique Guaymallen, demuestran que su capacidad de evacuación se ha visto totalmente afectada con cada vez menores tiempos de recurrencia. Sin embargo tanto la Dirección de Hidráulica como los Municipios del Gran Mendoza (Luján, Godoy Cruz, Capital, Las Heras y Guaymallen en Lagunita) vuelcan en forma directa y sin ningún tratamiento, importantes volúmenes torrenciales de la cuenca urbana fuera de la línea de control aluvional formada por los Diques de Control existentes en la Cerrillada de Mogotes y de la cuenca pedemontana al Suroeste del Gran Mendoza (Chacras de Coria, la Puntilla, Sarmiento), considerando que no se ha ejecutado aún el Dique Chacras de Coria-Tejo-Sosa (Albrieu, *et al*., 2006)

Considerando que la calidad del agua que se entrega en el río sufre un deterioro en su calidad que en ciertos parámetros como salinidad, conductividad, materias orgánicas, DBO, producen una modificación radical de más del 100% hasta llegar a su origen y que solamente se cuenta con una eficiencia global de distribución del 30%, resulta básico mitigar las causas y los efectos que produce la contaminación de residuos sólidos urbanos (Salomón, *et al*, 2005)

El Canal San Martín presenta a lo largo de toda su extensión sectores que no permiten conducir mayor dotación, lo que limita la distribución y módulos de carga sobre todo para la carga de caudales de refuerzos de verano para riego de cultivos hortícolas, siendo necesario adecuar y complementar obras de derivación.

Es necesario evaluar la posibilidad de materializar obra de toma alternativa al Dique Cipolletti que permita para conducción de agua al Canal San Martín para abastecimiento de la Zona Alcoholera y para carga de canales derivados ante cualquier contingencia.

Es insuficiente el sistema de de desagües y colectores de drenaje de la zona irrigada, debiendo refuncionalizarse por el efecto de “aguas claras” que genera la Presa Potrerillos en el sistema y para evitar la saturación y revenimiento de suelos. Considérese que el sistema de colectores fue diseñado hace más de 70 años para otro tipo de situación, habiendo ya cumplido su vida útil.

Con relación a los sistemas de depuración y áreas con cultivos restringidos (ACRE), como así también del Colector Industrial Pescara es necesario efectuar importantes inversiones para un manejo más adecuado e integral del recurso hídrico.

No existe ningún tipo de infraestructura de conducción de los sistemas de desagües que se generan en el oasis irrigado y que podrían ser aprovechados para mantención de los ecosistemas asociados al Río Mendoza, como los Humedales y Lagunas del Tulumaya, Rosario y Guanacache. Actualmente el agua subsuperficial afecta la calidad del suelo de áreas rurubanas de Lavalle, Guaymallen y Maipú y podrían constituirse en un caudal ecológico para dotar a dichos humedales.

No se cuenta con infraestructura hídrica que permita un manejo integrado del agua superficial y subterránea, tanto en el oasis como en áreas marginales al mismo.

## CONCLUSIONES

La caracterización efectuada de la cuenca indica que son muy limitados los recursos hídricos para la población actual y futura potenciada por los cambios en el uso del suelo que se esperan y que generarán mayores consumos, como en el caso del agua para consumo humano que registra valores superiores a los 500 litros/habitante/día.

La disponibilidad hídrica actual de 1.600 m3/hab/año se encuentra por debajo del valor crítico establecido como Stress Poblacional, aunque este valor promedio corresponde mayormente a la población concentrada en áreas bajo riego, ya que dicho valor disminuye enormemente en áreas de secano donde es muy limitado el acceso al agua en buenas condiciones.

Es aconsejable considerar en el análisis de la oferta hídrica los componentes y procesos que intervienen en el ciclo hidrológico y en un contexto temporal más prolongado que posibilite analizar la variabilidad climática. En cuanto a la demanda hídrica, esta debe ser analizada en su totalidad y debe tener en cuenta todos los usos existentes formales o no, para evaluar su regularización ya que de lo contrario el balance será incompleto. Resulta aconsejable considerar la infraestructura hídrica como elemento de análisis de los aprovechamientos, ya que el agua debe medirse en tiempo real y diferido a lo largo de toda la cuenca.

El sistema de aprovechamiento hídrico en la cuenca del Río Mendoza es muy complejo, ya que se trata de un área de antigua ocupación y con una fuerte presión de usos sin regular; que carece de un instrumento de uso racional y equitativo para que todos sus habitantes gocen en el territorio de un mismo acceso a los recursos hídricos. Para ello es necesaria la implementación del Plan Hídrico Director acompañado de la sanción de la Ley de Uso del Territorio que permita direccionalizar las acciones, a partir de un inventario integral de la oferta y demanda hídrica en la cuenca del Río Mendoza. En este contexto la valoración hidrológica de la cuenca requiere previo a la elaboración técnica del balance hídrico la discusión y análisis crítico de los conceptos de disponibilidad hídrica, acceso, capacidad, uso y ambiente.

La posibilidad de acceder libremente al agua subterránea dependerá de los balances hídricos de las cuencas y subcuencas hidrogeológicas donde se solicite permiso de extracción, ya que el uso de agua subterránea complementa el recurso superficial y debe ser administrado conjuntamente. Para ello también debe considerarse que la calidad del agua subterránea depende del nivel de explotación al que este se realice y las medidas correctivas que se empleen.

Las concesiones centenarias otorgadas en el contexto político y económico de fines del siglo 19, no se integran a las dinámicas globalizadoras del presente y no se contemplan adecuadamente las nuevas demandas, siendo necesario adecuar los instrumentos existentes para una mejor gestión.

El Estado Provincial previamente debe determinar los límites de las áreas urbanizables y con posibilidad de ser servidas por prestadoras de servicio y determinar las factibilidades del servicio de agua potable, ya que es irracional que cualquier emprendedor prevea realizar inversiones en esta materia, sin un estudio técnico de balance hídrico realizado que defina la factibilidad de contar con agua en calidad y cantidad y con un escenario razonable de demandas. En esto se debe considerar tanto la fuente, como infraestructura y equipamiento necesario, como así también la seguridad jurídica de los derechos de aguas dados a perpetuidad a Terceros.

El valor estratégico del agua y su eficaz conocimiento no sólo se constituye como un factor determinante en localización de la población, sino que es el factor irremplazable para la producción. En este sentido debe generarse la discusión de los escenarios posibles de aprovechamiento hídrico para evaluar las aptitudes de determinadas unidades de análisis y manejo de la cuenca y plantearse cómo y donde se desarrollaran las zonas urbanas – agrícolas y como resolver los conflictos entre oasis-desierto.

Es necesario previo a la elaboración del balance la publicidad de las aguas o su expropiación por interés común, tanto de fuentes o manantiales que afloran en ambientes montañosos y pedemontanos, y que particulares usan indiscriminadamente para su provecho sin ningún control

Debe elaborarse un instrumento desarrollo que debe tener status de Política de Estado mediante la implementación del Plan Hídrico Provincial, que incluya un diagnóstico y evaluación de los recursos hídricos. La planificación resultante que considere y solucione los desafíos propios del modelo productivo a desarrollar en un marco de gestión participativa; acorde a las demandas territoriales. Este Plan no está aislado del tema que nos ocupa, por el contrario, es la base para cualquier Ley de Uso del Suelo racional en la que no podemos separar el agua de la tierra o considerarlos en forma aislada.

## BIBLIOGRAFÍA


**Abraham, E., M. Fusari, y M. Salomón**. (2005). *"Índice de Pobreza Hídrica: Adaptación y ajuste metodológico a nivel local y de comunidades. Estudio de caso. Departamento de Lavalle. Mendoza (Argentina)"*. En: Uso y Gestión del Agua en Tierras Secas. Vol. XI El Agua en Iberoamérica. Editores Alicia Fernández Cirelli y Elena María Abraham. CYTED Área IV. Desarrollo Sostenible 2:25-40. ISBN 987-43-8181-7. Mendoza, Argentina

**Albrieu H., C. Sánchez y M. Salomón (2006) "***Problemática Actual del Sistema Hídrico -Canal Cacique Guaymallen"*. Consejo de Asociaciones e Inspecciones de Cauce del Río Mendoza. Mendoza. Argentina http://www.asicprimerazona.com.ar/asic/publicaciones/Documento_Canal_Cacique_Guaymallen.pdf

**Banco Mundial** (2003) *Desafíos de la infraestructura rural en Argentina* (inédito)

**Bos, M. y J. Chambouleyron (1998**) *Parámetros de desempeño de la agricultura de riego de Mendoza, Argentina***.** IWMI.Serie Latinoamericana Nº 5. México.

**CANMET/MMSL-INTEMIN** (1998) *"Manual on Baseline Surface Water Quality Monitoring for Mining"* TAEM.Ontario.Canadá.

**Departamento General de Irrigación** (1999) *"Plan Hídrico para la provincia de Mendoza. Bases y Propuestas para el Consenso de una Política de Estado"*. Gobierno de Mendoza. Argentina.

**Departamento General de Irrigación** (2005) *"Pronóstico de escurrimiento temporada 2005"*. Gobierno de Mendoza. Argentina.

**DGA, IPLA y AC** (1998) *"Análisis y evaluación de los recursos hídricos de las cuencas de los ríos Petorca y La Ligua"*. Informe Final. Santiago, Chile. Departamento de Estudios y Planificación. S.I.T. N°45. Santiago, Chile.

**FAO** (2004). Plan Director de la Cuenca del Río Mendoza. Gobierno de Mendoza. Departamento General de Irrigación..

**Fernández, P.** (1993) *"Modelos Continuos WADIM - RT"*. Curso de Técnicas Modernas de Predicción en Hidrología. INCYTH-CRA. 29 pp. Mendoza, Argentina.

**Gamboa Agüero, M.** (2001) *"La Variabilidad Hidrológica como Condicionante del Desarrollo de la Cuenca de los Ríos Petorca y La Ligua, V Región, Chile"* . Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos Instituto de Investigación y Postgrado. 180 pp. Santiago, Chile.

**Montagna, R.** (2006) *"Balance hídico superficial del Río Mendoza"* (inédito) Mendoza, Argentina.

**Salomón, M., R. Thomé, J. López, H. Albrieu y S. Ruiz Freites,** (2005)**.** *"Problemática de las áreas bajo riego y organizaciones de usuarios marginales a la Aglomeración del Gran Mendoza"*. En: XX Congreso Nacional del Agua. 2.3.24:17. Mendoza. Argentina.

**Strock, J y L. Everett** (2002) **"***Drainage Field Day"*.University of Minnesota – Southwest Research & Outreach Center, Lamberton Minnesota . EE.UU. http://swroc.coafes.umn.edu/soilandwater/agdrain_proceeding.PDF Agricultural