

METODOS DE TRABAJO PARA EL ANALISIS DE CUENCAS ANDINAS ARIDAS Y SEMIÁRIDAS DE TAMAÑO MEDIO. ESTUDIO DE CUENCAS PRECORDILLERANAS Y PEDEMONTANAS DE MENDOZA. ARGENTINA.

Mario Salomón (1) y Darío Soria (2)

(1) Asociación de Inspecciones de Cauces 1° Zona Río Mendoza

(2) Unidad de Estudios y Proyectos Geográfico Regionales – CRICYTME. CONICET.

Ricardo Videla 8325 Luján de Cuyo. Mendoza. Argentina.

asicprimerazona@asicprimerazona.com.ar.

RESUMEN: Distintas problemáticas surgen para la realización de estudios en cuencas de tamaño medio sobre ambientes precordilleranos y pedemontanos andinos, por lo que se requiere contar con un marco teórico y bases conceptuales acordes al estilo propio de desarrollo. Dicho esquema debe permitir interrelacionar holísticamente al espacio y sociedad en un área delimitada por una cuenca hidrográfica, a partir de diferentes tipos de paisajes. Los objetivos y líneas de acción efectuadas, han sido: a) elaborar un ensayo metodológico aplicable al estudio de cuencas precordilleranas y pedemontanas andinas, áridas y semiáridas, de tamaño medio; y b) obtener productos interrelacionados que permitan diseñar y elaborar planes de ordenamiento y manejo. El área de estudio corresponde a cuencas de la Precordillera y piedemonte de Mendoza, ubicadas entre los 32° 56' y 33° 02' de latitud S y 68° 50' y 69° 04' de longitud W. Cuenta con una superficie de 82, 81 Km² y su altitud es de 2762 a 850 m s.m. Presenta distintos pisos morfoclimáticos en ambientes árido, semiárido y Subhúmedo seco, que dan lugar a una alta diversidad ambiental. Hay constante aumento de usos residenciales en el sector distal y extensivos primarios en el proximal-precordillerano; dinamizándose los efectos de esta presión al tratarse de un área de interfase con alta fragilidad ambiental. Los principales pasos ejecutados son: reflexión y ajuste del marco teórico y metodológico; inventario y caracterización del área de estudio; diagnóstico sectorial e intersectorial y determinación de unidades de planificación y gestión. Los productos obtenidos son la realización de un ensayo metodológico aplicable a cuencas andinas, validado mediante la adaptación práctica a un estudio de caso representativo. Simultáneamente se generó información inédita -sistematizada en un SIG- y se realizaron estudios integrales de modelización hidrológica, desertificación y evaluación de tierras.

INTRODUCCIÓN: El dinamismo de los piedemontes andinos generado por el flujo e intercambio de energía entre montañas y planicies, ofrece condiciones ideales para realizar estudios integrales de cuencas, dado las complejas relaciones que se producen. La complejidad de los distintos componentes que interactúan en estas cuencas, exigen análisis

interrelacionados y sistémicos para lograr productos integrados de ordenamiento. Tradicionalmente, en el estudio de los paisajes y en la interrelación de los aspectos físicos y humanos se ha partido de una amplia visión del mundo a escala global y regional. Sin embargo es innegable que desde las últimas décadas se ha asistido a un incremento de la especialización. Paralelamente a esta, se ha dado mayor énfasis al estudio de procesos en sistemas abiertos como las cuencas, lo cual involucra la comprensión de sistemas más amplios que incluye la respuesta del hombre y su impacto en tales sistemas y subsistemas (Sala Sanjaume y Batalla Villanueva, 1996). La resolución de los problemas que enfrenta la planificación y el manejo de una cuenca, supone el abordaje interdisciplinario, ya que el producto a obtener es necesariamente transdisciplinario. Los conflictos entre la sociedad y el medio natural se dan a partir de la forma en que esa sociedad organiza el aprovechamiento, manejo y uso de un conjunto determinado de recursos. Es decir que los problemas ambientales tienen sentido a partir de la existencia de la acción del hombre, por lo que la separación entre medio social y medio natural resulta artificiosa

Distintas limitaciones surgen en la realización de estudios en cuencas de tamaño medio sobre ambientes precordilleranos y pedemontanos andinos (Tabla I)

Tabla I: Principales inconvenientes para elaborar estudios en cuencas

Aspectos	Limitaciones y restricciones
Teóricos y conceptuales	*Reflexión teórica-conceptual *Construcción del marco metodológico *Conocimiento de las políticas públicas, planes y acciones en marcha
Metodológicos y técnicos	* Definición área de estudio y escalas de trabajo * Determinación de unidades temáticas de estudio y gestión * Realización del inventario de recursos y base de datos * Disponibilidad de datos y generación de información * Selección de variables e indicadores, factores y procesos involucrados * Aprovechamiento de la información * Integración de los estudios y cuantificación de resultados
Implementación y gestión	* Obtención de cartografía básica con precisión espacial * Presentación, utilización y aplicabilidad de los resultados * Traducción operacional de los estudios

En consecuencia el problema a resolver es la elaboración de un ensayo metodológico que considere y de respuesta en lo posible a los aspectos mencionados, los cuales afectan la elaboración de estudios de base y proyectos para el ordenamiento y planificación en cuencas.

MARCO CONCEPTUAL Y TEORICO: El trabajo se elaborará dentro de lo que podría definirse como un paradigma sistémico – ambiental. En este se destaca la relación de procesos ambientales similares que interactúan en un área, cuya dinámica y efectos comunes, es uno de

los criterios de homogeneidad de las unidades funcionales de análisis. Se afirma que no existe ningún hecho dentro de la estructura territorial que no responda a la estructura socioeconómica vigente. El ambiente es fiel reflejo de esa combinación de acciones que surgen del poder institucional, político y de los habitantes, no existiendo hechos aislados, ahistóricos, independientes o “espontáneos” en el territorio, para lo cual se requiere el conocimiento del contexto económico y de las políticas públicas (Abraham,1990). Se asume a las cuencas hidrográficas como unidades básicas para el ordenamiento, gestión ambiental y manejo integral. Cualquier propuesta de desarrollo, manejo, o conservación debe efectuarse en todo su ámbito, ya que la misma influye en todos sus componentes.(Choquevilca Lira, 1998). Se utilizó el procedimiento de zonificación ecológica para el reconocimiento de unidades ambientales y procesos para la formulación de una política territorial (Andrade Pérez, *et al*,1998). Se consideraron distintas etapas en el uso de los recursos y sus consecuencias en el ambiente, analizando los procesos críticos registrados en los últimos años (Prieto y Abraham, 1994).

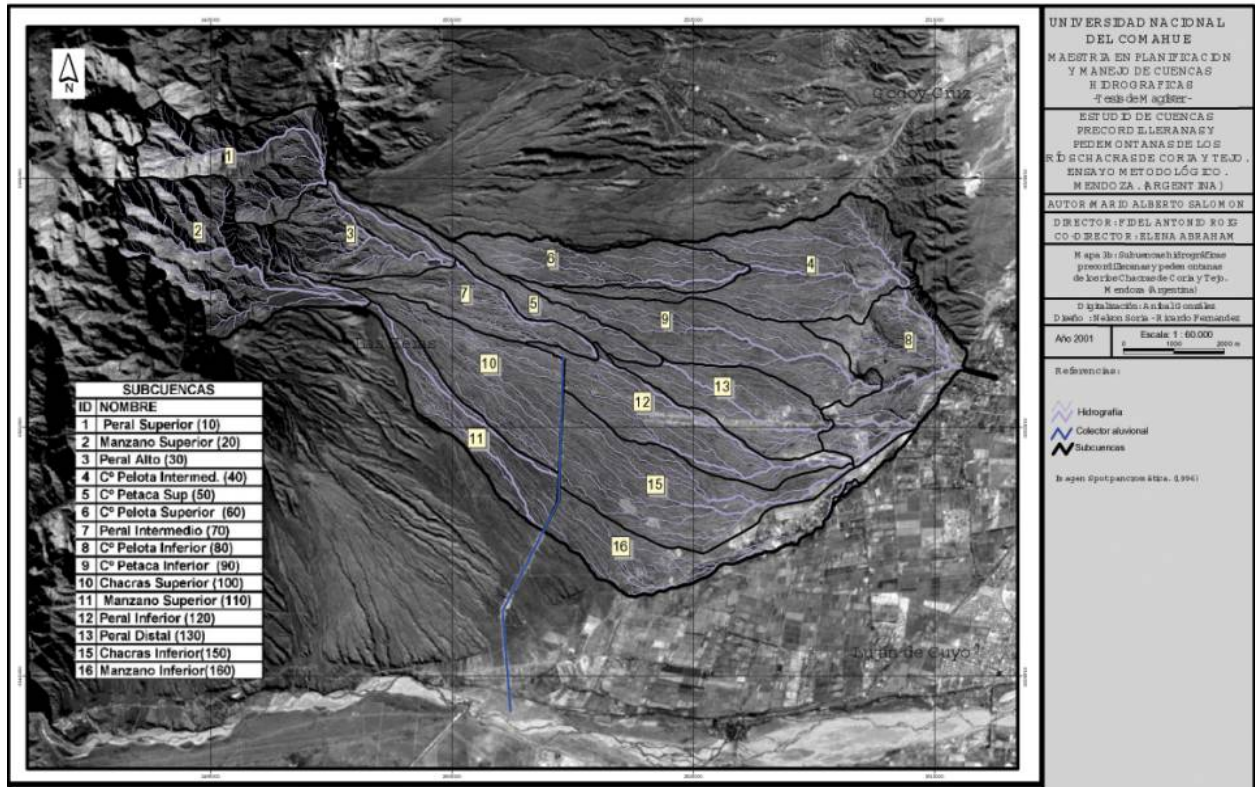
OBJETIVOS:

- Elaborar un ensayo metodológico aplicable al estudio de cuencas precordilleranas y pedemontanas andinas, áridas y semiáridas, de tamaño medio
- Identificar, analizar y seleccionar los estudios temáticos, las técnicas o métodos necesarios y los productos parciales e integrales para lograr un mejor conocimiento de las cuencas
- Obtener productos interrelacionados que sean utilizables para diseñar y elaborar planes de ordenamiento y manejo, comparables y aplicables en áreas similares

AREA DE ESTUDIO: El área de estudio seleccionada corresponde a cuencas del piedemonte de la vertiente oriental de la Precordillera de la Rioja, San Juan y Mendoza incluyendo la zona de interdigitación con la planicie aluvial, en las que se desarrollan las unidades de paisaje: montaña, piedemonte y zona de contacto con la playa. El área hidrográfica elegida está compuesta por cinco cuencas que forman los ríos temporarios Chacras de Coria y Tejo (Figura 1). Estas se localizan al SO del Gran Mendoza entre los 32° 56´ y 33° 02´ S y 68° 50´ y 69° 04´ O. Su desarrollo es en sentido O- E, y va desde el C° de La Cruz - 2.762 m.s.m - hasta la planicie aluvial - 850 m.s.m. El largo promedio de las cuencas alcanza los 16 km, con un ancho entre 4 y 6 km en sentido N - S, en tanto la pendiente media total es del 18 % y la superficie total es de 82,8196 km² .La diversidad ambiental de estas cuencas, su dinamismo hidrológico y la presión antrópica generan conflictos en el uso de la

tierra, que se agravan por la falta de conocimiento sobre el funcionamiento de los ecosistemas. En las últimas décadas, el cambio de usos sobre la

FIGURA 1: CUENCAS DE LOS RÍOS CHACRAS DE CORIA Y TEJO. MENDOZA



montaña y el piedemonte, ha generado la aceleración de los procesos de degradación ambiental, siendo la vegetación natural, el principal componente impactado. Los incendios, las actividades ganaderas sin manejo y los procesos de urbanización desordenados, se constituyen en los principales factores modeladores de este espacio (Salomón, 2001).

METODOS Y TÉCNICAS: Para llegar al reconocimiento preliminar del medio biofísico y socioeconómico, se tuvo en cuenta el procedimiento de zonificación ecológica. Esto es posible mediante un análisis integral del paisaje, tal como lo propone el enfoque de la ecología del paisaje según: Andrade, (1994); Andrade y Amaya, (1994); citado por Andrade de Pérez, *et al.*, (1998). Se ha considerado las principales variables: espacio - temporales de la oferta ambiental, como recursos naturales, usos del suelo, desarrollo y tipo de actividades, etc. En este contexto la determinación de unidades territoriales de análisis resulta básica para la definición de variables e indicadores para el análisis diacrónico, temporal y retrospectivo del medio, siendo importante el conocimiento de los flujos estructurantes y nivel de percepción de los actores sociales. El marco metodológico se basó en un diagnóstico de

situación, una perspectiva ofreciendo diversas alternativas y un esquema director de ordenamiento (Zinck, 1993). La escala y nivel de resolución adoptado fue la mesoescala, ya que ésta focaliza la problemática regional y local. Es el nivel de inventario y la evaluación de los recursos profundizados en los aspectos temáticos y dinamizados en la delimitación de las unidades ambientales, la relación entre los asentamientos y el entorno. Para mayor detalle, el ensayo metodológico propuesto se sintetiza en la Figura 2 y 3

FIGURA 2: FLUJOGRAMA Y GUIA CONCEPTUAL: ENSAYO METODOLOGICO

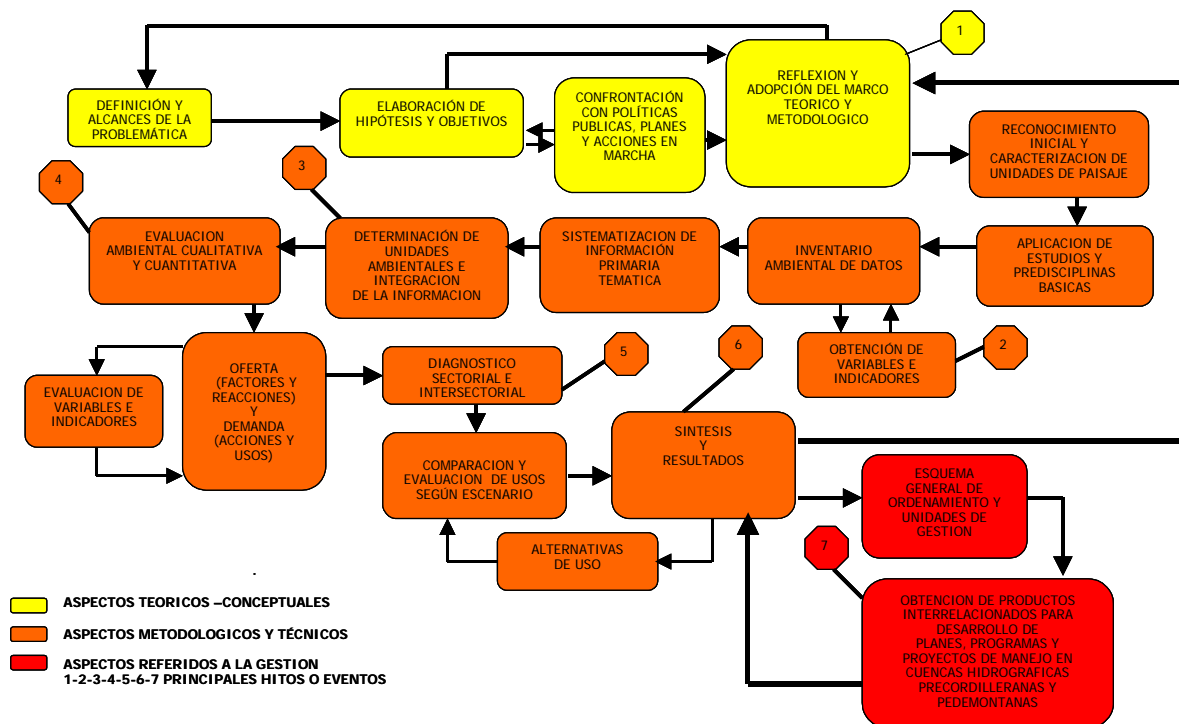


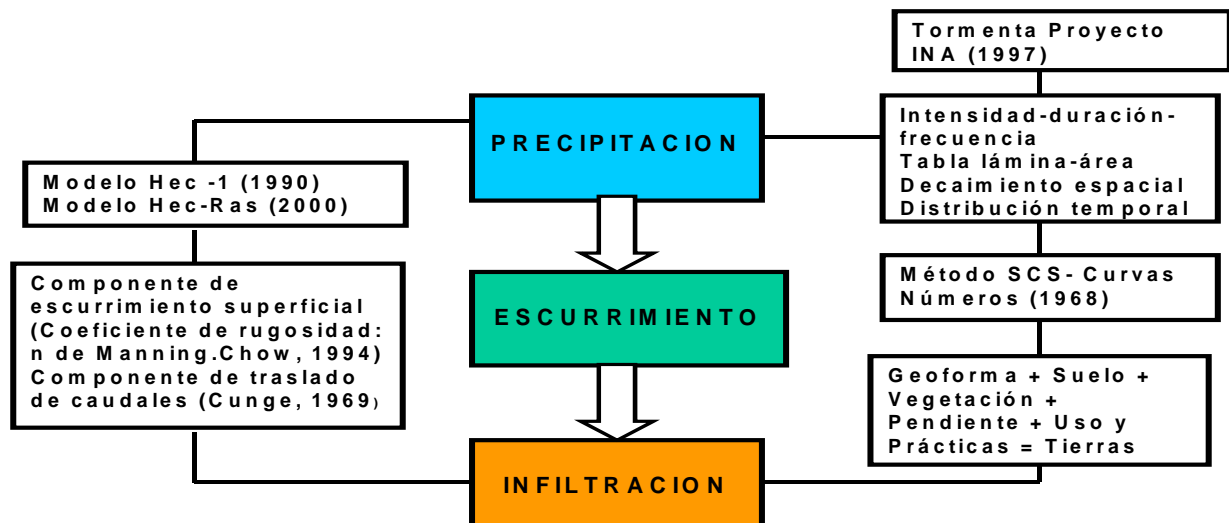
FIGURA 3 ETAPAS Y APLICACIÓN DE METODOS DE TRABAJO



RESULTADOS

Estudios específicos: Aprovechando toda la información temática de base elaborada, y convenientemente georeferenciada se aplicó modelo lluvia-escorrentía (Figura 3). Se consideró los procesos de precipitación, escurrimiento e infiltración y se aplicó el modelo hidrológico HEC-1 (1990) y HEC Ras versión 2.0 (2000), articulado con programa ARC-Info 3.5.2 (1997), ARC-View 3.2 (1999) e Idrisi (1998) en lo que se refiere a generación de datos, análisis de componentes de escurrimiento superficial y de traslado de caudales. Los resultados obtenidos indican que el comportamiento hidrológico de las cuencas varía en función de sus componentes y procesos que alteran las relaciones lluvia-escorrentía en determinadas unidades hidrológicas (Figura 4). Así se observa que ciertos parámetros físicos tienen más peso que otros e inciden en la forma de los hidrogramas; por ejemplo la vegetación cumple un importantísimo papel, ya que la cobertura por comunidad vegetal incide más en la determinación de las CN ponderadas que otras variables físicas. Los caudales calculados a través de la modelización efectuada, si bien requerirían ser validados con mediciones en tiempo real, indican en primera instancia la falta de capacidad del actual sistema para evacuación de los caudales picos.

FIGURA 4: ESQUEMA CONCEPTUAL RELACIÓN LLUVIA-ESCORRENTÍA

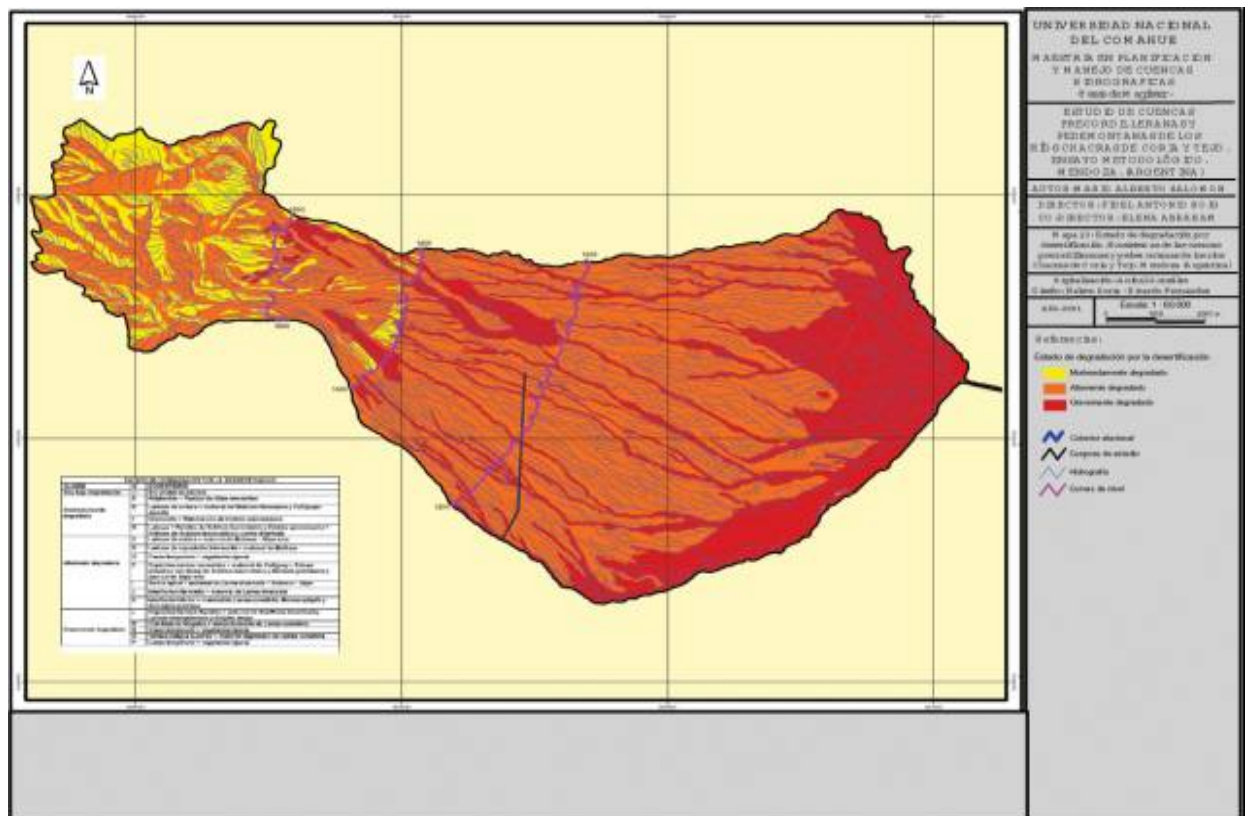


Estudios integrales: En la fase intermedia del ensayo metodológico propuesto y para lograr un diagnóstico sectorial e intersectorial del área elegida, se efectuaron estudios integrales de sensibilidad a la desertificación y evaluación de tierras. Esto, dado la importancia de su conocimiento en el dinamismo y equilibrio ambiental de las cuencas precordilleranas y pedemontanas sometidas a procesos de desertificación y fuertes presiones de uso sin regular muy características de zonas áridas y semiáridas andinas.

Desertificación: Para conocer la fragilidad, estado de degradación y peligrosidad ambiental generado por la desertificación se tuvo en cuenta metodología de evaluación de los procesos desarrollados en el I Curso Latinoamericano de Desertificación de 1987 y utilización de factores e indicadores utilizados por FAO (1984). Se consideró método cualitativo-cuantitativo expeditivo, para estudio de áreas degradadas y método adaptado para evaluar erosionabilidad (Abraham, 1995). Se utilizaron métodos y técnicas aplicadas para evaluación ambiental de extracción de áridos en el piedemonte y estudio de impacto ambiental producido por urbanización en el piedemonte (Salomón y Abraham, 2002). Los resultados permiten determinar, que:

- En las cuencas de estudio, no existen ecosistemas poco susceptibles a la fragilidad y degradación a la desertificación, ya que su clasificación va de moderada a muy alta.
- Los ecosistemas Cerrillada de Mogotes y Depósitos limosos fluviales presentan la mayor fragilidad y muy grave estado de deterioro a la desertificación,
- De los 16 ecosistemas considerados, más del 40 % presenta alto estado de deterioro y el 30% de los mismos es muy grave.
- El área afectada en las cuencas de estudio por muy alta fragilidad es del 20 % y con grave estado de deterioro a la desertificación alcanza el 30% (Figura 5)

FIGURA 5: SENSIBILIDAD A LA DESERTIFICACIÓN



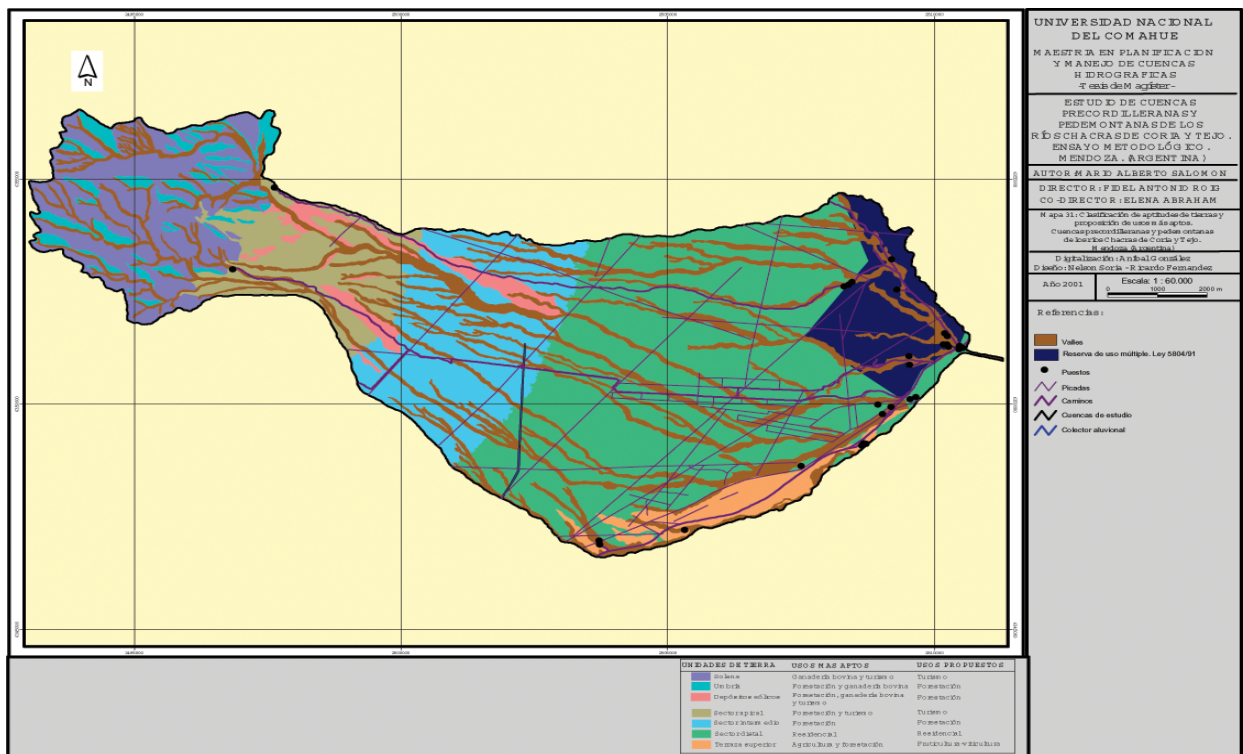
Tierras: El sistema de evaluación de tierras adaptado en este ensayo, es un proceso de determinación y predicción que tuvo como fin la estimación del comportamiento de la tierra ante usos determinados (Figura 6). El estudio realizado parte de la evaluación sistemática de los recursos y de los usos con mayor vocación en la región, a partir del esquema para evaluación de Tierras de FAO (1976) al que se incorporan o adaptan otros métodos como el de, Zonación Agroecológica (FAO, 1996) y marco metodológico para planificación del uso de las tierras y ordenamiento territorial en base a la información edáfica (Zinck,1993).

Los resultados obtenidos permiten inferir que:

- La forestación, es el uso que presenta mayor posibilidad de aplicación. Su grado de aptitud disminuye con el gradiente altitudinal pero registra uso apto en todas las unidades.
- Los usos agrícola y ganadero presentan menores aptitudes, dado los rígidos requerimientos para este tipo de aprovechamientos y las diferentes ofertas que presentan las cuencas como consecuencia de su desarrollo altitudinal y diferencias ambientales / paisajísticas.
- A pesar de la fuerte presión de uso urbano residencial, hay cierto grado de aptitud que decrece hacia la zona de mayor naturalidad. La aptitud es solo factible hasta el sector intermedio del piedemonte no siendo apto en la unidad montañosa y apical.
- El uso turístico recreativo presenta un decrecimiento de la aptitud desde la unidad montañosa hacia el E. El mismo presenta muy buenas potencialidades en la zona de mayor naturalidad por la alta oferta paisajística y escénica, más rasgos culturales e históricos
- La clasificación de aptitudes de tierra obtenida sobre usos ensayados permite detectar ciertas limitaciones en el uso tanto en la planicie, como en la unidad montañosa. Se constata en la planicie aluvial una significativa relación entre aptitud y actitud actual en lo referente al uso agrícola, por la fuerte vocación de este uso en la zona irrigada de las terrazas aluviales.
- En relación a la unidad pedemontana se detecta varias limitaciones, pero al mismo tiempo numerosas potencialidades. Esta situación da lugar a que si bien los valores de aptitud son bajos y muy bajos, no existen la cantidad de usos no aptos como en las unidades proximales y distales. Queda excluida la unidad depósitos eólicos loessoides, dado su alta fragilidad.
- Se destaca en el piedemonte la aptitud de uso residencial (A2) en el sector distal, lo cual concuerda plenamente con la zonificación legal establecida por el Gobierno de Mendoza

- En la unidad montañosa se detecta la existencia de usos con baja y mediana aptitud, a excepción del uso residencial urbano, el cual no es apto.
- Hay conflictos de usos en el sector pedemontano distal y planicie aluvial entre uso agrícola y residencial urbano y en la unidad montañosa entre el ganadero bovino extensivo y forestación, ya que los mismos no son compatibles entre sí. No hay conflictos entre el uso ganadero bovino extensivo y turismo, que fue evaluado en laderas precordilleranas de solana.

FIGURA 6: APTITUD DE TIERRAS Y USOS PROPUESTOS



CONCLUSIONES: Teniendo en cuenta los objetivos planteados, se ha logrado que el ensayo metodológico aplicado a una situación concreta genere los siguientes productos:

- La elaboración de un ensayo metodológico perfectible y aplicable al estudio de cuencas precordilleranas y pedemontanas andinas, áridas y semiáridas, de tamaño medio.
- La realización de una guía de métodos y técnicas para el abordaje de estudios temáticos, específicos e integrales en cuencas similares y las instrucciones para sistematizar información geoespacial de carácter específico, general y combinada que pueda servir de base en un proceso de ordenamiento territorial
- La validación de un ensayo metodológico a través de la aplicación práctica en un estudio de caso denominado: Estudio de cuencas precordilleranas y pedemontanas de los ríos Chacras de Coria y Tejo. Mendoza (Argentina)

- El inventario y caracterización de las cuencas de referencia, mediante la elaboración de estudios de base inéditos a una escala de semidetalle, completados con trabajos específicos efectuados en la zona. Se han efectuado 33 cartas temáticas e integradas, con sus respectivas base de datos, vinculando datos alfanuméricos en una zona sin información de base.
- La implementación de un SIG (Sistema de Información Geográfica), con alta precisión espacial ha permitido efectuar la aplicación de modelos hidrológicos y la realización de estudios integrados, como el de susceptibilidad a la desertificación y evaluación de tierras.
- Se ha obtenido un diagnóstico sectorial e intersectorial, que puede ser considerado para desarrollar un esquema general de ordenamiento ambiental, para la gestión y manejo de esta área de estudio. Este diagnóstico contiene información y cartografía de base sistematizada y un análisis crítico de los procesos de ocupación y usos con la intervención del Estado.
- Se ha realizado un nuevo aporte al conocimiento del área y se ha esbozado lineamientos y grandes campos de actuación a considerar en el futuro ordenamiento territorial de las cuencas

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABRAHAM, E., 1990. Proyecto I Planificación y Ordenamiento Ambiental del Piedemonte al Oeste de la Ciudad de Mendoza . IADIZA. Gobierno de Mendoza. Mendoza.
- ABRAHAM, E. , 1995. Metodología para el estudio integrado de los procesos de desertificación En: V Curso sobre Desertificación y Desarrollo Sustentable en América Latina y El Caribe. FAO-PNUMA-Col. Post. C.A.Montecillo México: 67-80
- ANDRADE DE PEREZ, et al., 1998. Zonificación ecológica y caracterización de las unidades ecológicas del paisaje en la cuenca hidrográfica del río Sinú. SIG-PAFC. Colombia. 6-89.
- CHOQUEVILCA LIRA, W. , 1998. Aplicación del manejo en la Planificación : Casos de la Sierra Peruana. Ministerio de Agricultura. PRONAMACHS. Cusco. Perú.
- FAO, 1976. Esquema para la evaluación de Tierras. Boletín de suelos de la FAO N°32. Roma.
- FAO, 1984. Metodología provisional para la evaluación y la representación cartográfica para la desertización. Publicación FAO. Roma.
- FAO, 1994. Directrices sobre la planificación y aprovechamiento de la tierra. Colección FAO: Desarrollo. Roma. N° 1.1: 96.
- FAO, 1996. Zonación agro - ecológica. Roma. Boletín de suelos. 1:73 .
- PRIETO, M. y E. ABRAHAM, 1994. Proceso de ocupación del espacio y usos de los recursos en la vertiente nororiental de los Andes Centrales Argentino – Chilenos. Cuadernos Geográficos, Granada, Universidad de Granada. Volumen 22 – 23 : 219 – 238.
- SALA SANJAUME, M. y R. BATALLA VILLANUEVA. 1996. Teoría y Métodos en Geografía Física. Editorial Síntesis. Madrid. 1: 303.

SALOMÓN, M. 2001. Estudio de cuencas precordilleranas y pedemontanas de los ríos Chacras de Coria y Tejo. Mendoza. Argentina. Tesis de Magíster. Maestría en Planificación y manejo de Cuenca Hidrográficas. Universidad Nacional del Comahue. Neuquen.

SALOMÓN, M. y P. FERNÁNDEZ, 1998. Aplicación modelo lluvia-escorrentía. En: Anales Congreso Nacional del Agua. Santa Fe. Universidad Nacional del Litoral. I : 257-260.

SALOMON, M. y E. ABRAHAM, 2002. Estudio de Sensibilidad a la Desertificación. Mendoza (Argentina). II Seminario Taller internacional CYTED-XVIII. Salvador de Bahia. Brasil. 7.1:12

ZINCK, J., 1993. La información edáfica en la Planificación del Uso de las tierras y el Ordenamiento Territorial. ITC, Eschede. The Netherlands. 1. 1:14.