

UNL

FICH

Facultad de Ingeniería
y Ciencias Hídricas

Maestría en Ingeniería de los Recursos Hídricos

“Metodología para el manejo de cuencas hidrográficas, con criterios de sustentabilidad, en
la cuenca del A° Feliciano”

TESIS DE MAESTRÍA



Tesista: Ing. Flavia J. VISENTIN

Directora: Mag. Ing. Graciela Viviana ZUCARELLI

Santa Fe, Agosto de 2010

Índice

Resumen

1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. BREVE DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA EN ESTUDIO	10
1.2. OBJETIVOS	11
1.2.1. <i>Objetivo General</i>	11
1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i>	11
2. METODOLOGÍA	11
2.1. ETAPA 1: INVENTARIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA	14
2.1.1. <i>Clima</i>	14
2.1.2. <i>Geología</i>	16
2.1.3. <i>Flora y fauna</i>	21
2.1.4. <i>Capacidad de uso del suelo</i>	24
2.1.4.1. Clasificación de la capacidad del uso del suelo en cada departamento de la cuenca	28
2.1.4.2. Incremento de la superficie sembrada	30
2.1.4.3. Zona arrocera. Embalses para riego	31
2.1.5. <i>Aspectos socioeconómicos</i>	32
2.1.5.1. Población	32
2.2. ETAPA 2: CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA HÍDRICO.....	34
2.2.1. <i>Recursos Hídricos</i>	34
2.2.1.1. Recursos hídricos superficiales.....	34
2.2.1.2. Recursos hídricos subterráneos.....	41
2.3. ETAPAS 3: OBJETIVOS DE LA ORDENACIÓN DEL SISTEMA HÍDRICO.....	45
2.4. ETAPA 4: DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS PLANTEADOS...47	
2.5. ETAPA 5: ELABORACIÓN DE UNA CARTOGRAFÍA TEMÁTICA.....	47
2.6. ETAPA 6: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE ACOGIDA DE LAS ACTIVIDADES. MATRIZ DE CAPACIDAD	51
2.7. ETAPA 7: ESTUDIO DEL GRADO DE CONVENIENCIA DE DICHAS ACTIVIDADES PARA EL MEDIO. MATRIZ DE GRADO DE CONVENIENCIA	55

2.8.	ETAPA 8: ADECUACIÓN DEL MEDIO PARA LA REALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES. MATRIZ DE ADECUACIÓN	59
2.9.	ETAPA 9: PLAN DE ORDENAMIENTO DEL SISTEMA HÍDRICO.....	61
2.9.1.	<i>Determinación de áreas disponibles para explotación agrícola</i>	61
2.9.2.	<i>Determinación de áreas de reserva de flora y fauna</i>	65
2.9.3.	<i>Determinación de áreas para ganadería, agricultura y conservación de especies en la cuenca</i>	66
2.9.4.	<i>Asignación de áreas y actividades en la subcuenca de la localidad de San José de Feliciano</i>	66
2.10.	ETAPA 10: ELABORACIÓN DE CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
3.	CONCLUSIONES	69
4.	BIBLIOGRAFÍA	71

ANEXO

Índice de Gráficos

Gráfico N° 1. Evolución de la superficie sembrada en la provincia de Entre Ríos, en Ha. Período 1978/9 – 2007/8. Fuente: Bolsa de Cereales de Entre Ríos – BolsaCER. www.bolsacer.com.ar	8
Gráfico N° 2. Ubicación de la cuenca del A° Feliciano	9
Gráfico N° 3. Imágenes de la sección de aforo Paso Medina, A° Feliciano. Agosto 2009	10
Gráfico N° 4. Diagrama de flujo, síntesis de la metodología aplicada	12
Gráfico N° 5. Regiones climáticas de Entre Ríos	14
Gráfico N° 6. Mapa hidrogeológico de la cuenca del A° Feliciano.....	16
Gráfico N° 7. Perfil geológico regional. Fuente: Hidrogeología de la Cuenca del A° Feliciano, provincia de Entre Ríos. Tujchneider y Filí.....	17
Gráfico N° 8. Primer Inventario de Bosques Nativos, provincia de Entre Ríos, Argentina. Años 1998–2001	21
Gráfico N° 9. Primer Inventario de Bosques Nativos, provincia de Entre Ríos, Argentina. Años 1998–2001, zona ampliada del área en estudio	22
Gráfico N° 10. Zonas y Subzonas RIAP en Entre Ríos	24
Gráfico N° 11. Aptitud agrícola de las tierras de la provincia de Entre Ríos.....	25

Gráfico N° 12. Proporción de los suelos de la cuenca del A° Feliciano a nivel taxonómico de orden según Soil Taxonomy. Fuente: Boschetti y colaboradores	28
Gráfico N° 13. Aptitud agrícola del departamento Feliciano. Fuente: Caracterización de zonas y subzonas. RIAP. Entre Ríos. Paparotti y colaboradores	29
Gráfico N° 14. Aptitud agrícola del departamento La Paz	29
Gráfico N° 15. Aptitud agrícola del departamento Federal	30
Gráfico N° 16. Ubicación relativa de las represas estudiadas por Duarte y colaboradores (2005)	31
Gráfico N° 17. Subcuencas del A° Feliciano	34
Gráfico N° 18. Red pluviométrica y polígonos de Thiessen de la cuenca del A° Feliciano ...	37
Gráfico N° 19. Caudales en Paso Medina, A° Feliciano, obtenidos a partir de la serie de niveles del arroyo, 1975 – 2007	39
Gráfico N° 20. Valores de caudales anuales de la serie 1975 - 2007	40
Gráfico N° 21. Valores caudales mensuales de la serie	41
Gráfico N° 22. Esquema Hidrogeológico Regional. Fuente: Tujchneider y Fili, 1986.....	45
Gráfico N° 23. Curvas de Nivel	48
Gráfico N° 24. Rangos de pendientes	49
Gráfico N° 25. Cuenca y cursos de agua.....	49
Gráfico N° 26. Capacidades de uso de suelo	50
Gráfico N° 27. Usos actuales de suelo	50
Gráfico N° 28. Superficie de la cuenca cubierta por bosques en galería, vegetación herbácea hidrófila y arbustales	62
Gráfico N° 29. Superficie de suelos II, III y IV; aptos para agricultura	62
Gráfico N° 30. Superposición de suelos aptos para agricultura y bosques naturales	63
Gráfico N° 31. Suelos no disponibles para explotación agrícola. Superposición de suelos aptos para agricultura y bosques naturales	63
Gráfico N° 32. Superficie de suelos II, III y IV; no disponibles para explotación agrícola.....	64
Gráfico N° 33. Superficie de suelos II, III y IV; disponibles para explotación agrícola.....	64
Gráfico N° 34. Superficie de suelos V; no aptos para explotación comercial. Reservas flora y fauna	65

Gráfico N° 35. Suelos V. Reservas flora y fauna; y superposición con explotaciones agrícolas actuales	65
Gráfico N° 36. Áreas de ganadería, agricultura y conservación de especies.....	66
Gráfico N° 37. Actividades propuestas a desarrollar en la subcuenca de San José de Feliciano.....	67
Gráfico N° 38. Actividades propuestas a desarrollar en la subcuenca de San José de Feliciano, considerando la Actividad 11. Incentivo / Mejora actividad rural y calidad de vida	67
Gráfico N° 39. Actividades propuestas a desarrollar en la subcuenca de San José de Feliciano. Detalle zona de ribera.....	68

Índice de Tablas

Tabla N° 1. Precipitaciones medias mensuales (mm). Período 1986/87 – 1999/00. Estación Feliciano.....	15
Tabla N° 2. Temperaturas medias mensuales (°C). Período 1986 – 2000. Estación Feliciano.	15
Tabla N° 3. Evapotranspiración Potencial media mensual obtenida por Penman (mm). Período 1986 – 2000. Estación Feliciano	16
Tabla N° 4. Clasificación de clases de capacidades de uso del suelo	26
Tabla N° 5. Proporción de los suelos de la cuenca del A° Feliciano a nivel taxonómico de orden según Soil Taxonomy. Fuente: Boschetti y colaboradores	28
Tabla N° 6. Incremento de la superficie sembrada entre las campañas 2000-2001 y 2007-2008 Fuente: datos de www.bolsacer.com.ar , tabla elaboración propia	30
Tabla N° 7. Población por departamento, según Censo 2001.....	32
Tabla N° 8. Características principales de las subcuencas	35
Tabla N° 9. Ubicación de las estaciones pluviométricas de la cuenca	35
Tabla N° 10. Características de las tormentas analizadas	37
Tabla N° 11. Datos hidrométricos. Fuente: Lenzi (2009).....	39
Tabla N° 12. Valores de caudales anuales extremos y medios de la serie completa	39
Tabla N° 13. Caudales medios mensuales (m ³ /s). A° Feliciano en Paso Medina	41
Tabla N° 14. Objetivos de la ordenación	46
Tabla N° 15. Actividades propuestas.....	47
Tabla N° 16. Matriz de capacidad.....	52

Tabla N° 17. Capacidad, escala de valores, p_{jh}^i	52
Tabla N°18. Matriz de capacidad.....	53
Tabla N° 19. Grado de capacidad de cada actividad.....	55
Tabla N° 20. Grados de conveniencia, r_{jh}^i	56
Tabla N° 21. Matriz de conveniencia	56
Tabla N° 22. Grado de conveniencia de cada actividad.....	59
Tabla N° 23. Compatibilidad de actividades	59
Tabla N°24. Clases de adecuación establecidas.....	60
Tabla N° 25. Matriz de Adecuación	61

Resumen

La provincia de Entre Ríos se caracteriza por su actividad agropecuaria, en especial la agricultura, destacándose el cultivo de cereales y oleaginosas. En los últimos 15 años la actividad agrícola de la provincia se ha intensificado sin ningún tipo de ordenamiento y sin tener en cuenta cuál es la capacidad de la cuenca para soportar dichas actividades. Esto puede llegar a ser contraproducente a corto plazo, debido a que si los recursos son sobreexplotados o utilizados inadecuadamente, se corren grandes riesgos de que los mismos se degraden, volviendo a la cuenca improductiva.

El ordenamiento de cuencas es un criterio que debería ser aplicado en la toma de decisiones de las actividades a desarrollar en una cuenca, debido a que la planificación permite un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. Más aún, si el ordenamiento se realiza con criterios de sustentabilidad, porque de esta forma se está garantizando la posibilidad de que nuevas generaciones hagan uso de los mismos recursos.

La particularidad de esta metodología propuesta es, por un lado, que implica el trabajo de equipos multidisciplinarios, lo que facilita el análisis desde distintos enfoques, minimizando la posibilidad de pasar por alto enfoques de relevancia.

Por otro lado, la utilización de un sistema de información geográfico permite la sistematización y concentración de información que anteriormente se encontraba dispersa, así como la actualización de la misma.

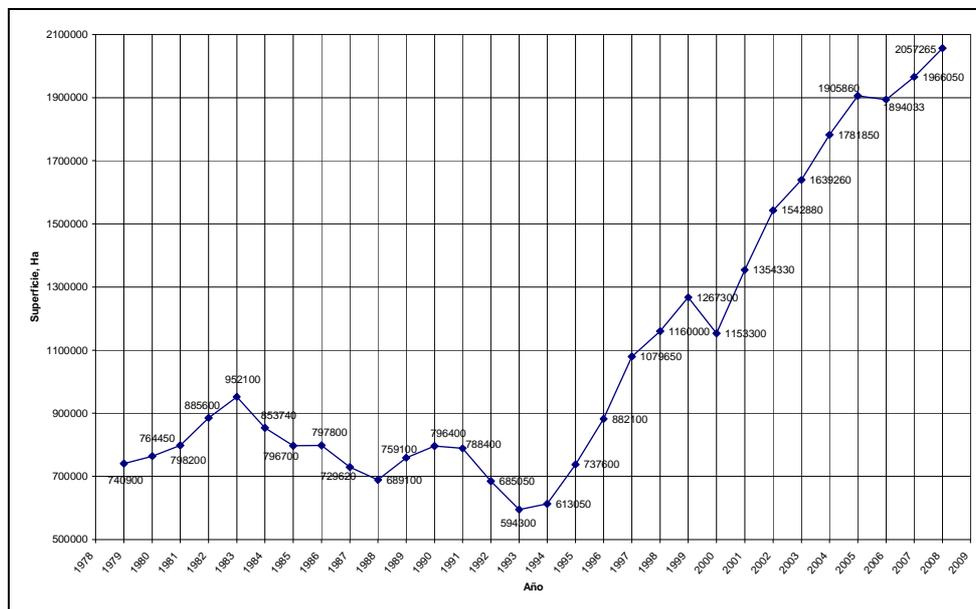
El ordenamiento de la cuenca se basó en la determinación de la capacidad del medio para asumir determinadas actividades. En consecuencia, se determinaron objetivos a cumplir y se propusieron las actividades más adecuadas para desarrollar en la mencionada cuenca en función de analizar la matriz capacidad-conveniencia.

Los resultados presentados en este Trabajo de Tesis, constituyen una base para generar un adecuado programa de gestión de los recursos hídricos de la cuenca del A° Feliciano.

1. Introducción

La provincia de Entre Ríos se caracteriza por su actividad agropecuaria, en especial la agricultura; destacándose el cultivo de cereales y oleaginosas. La superficie destinada a este uso se ha incrementado considerablemente. En el año 1979 era de 740.000 Ha y en la actualidad es de 2.057.265 Ha; es decir que el aumento de la superficie destinada a agricultura es, aproximadamente, del 64 %. En el Gráfico N° 1 se puede observar esta evolución.

Gráfico N° 1. Evolución de la superficie sembrada en la provincia de Entre Ríos, en Ha. Período 1978/9 – 2007/8. Fuente: Bolsa de Cereales de Entre Ríos – BolsaCER. www.bolsacer.com.ar



La cuenca del A° Feliciano, tiene una superficie de 5.488 km², nace en la Lomada del *Mocoretá*, fluye de oeste a sudeste atravesando la provincia de Entre Ríos y, después de 198 km de recorrido, desemboca en el Río Paraná cerca de Piedras Blancas.

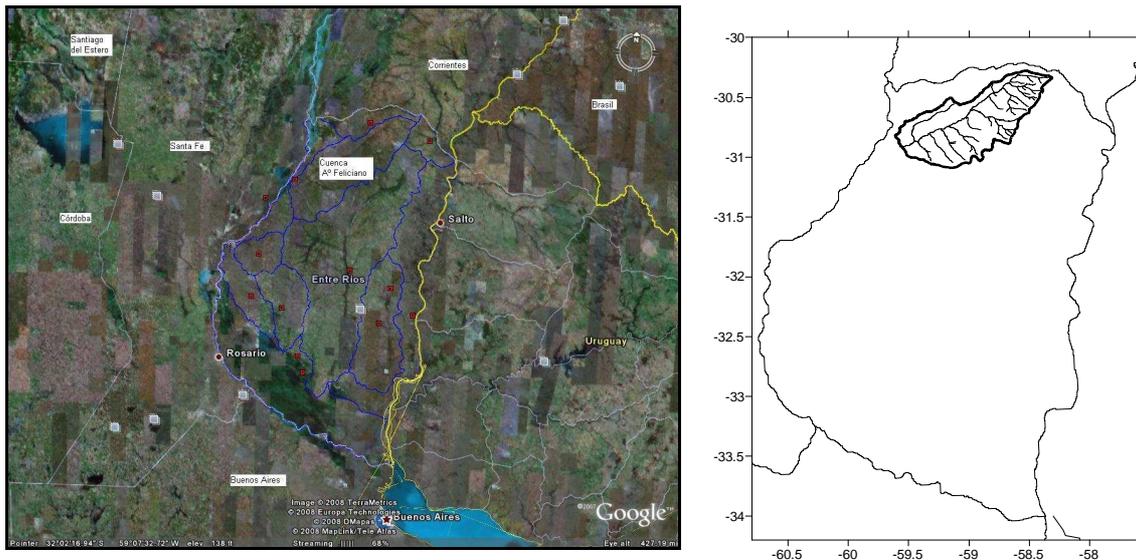
En el Gráfico N° 2 se observa la ubicación de la cuenca, que se encuentra localizada íntegramente dentro de la provincia de Entre Ríos y abarca, parcialmente; los departamentos de La Paz, Feliciano, Federación y Federal.

En los últimos 15 años la actividad agrícola de la provincia se ha intensificado y la cuenca del A° Feliciano no ha sido ajena a este proceso. El incremento de las actividades económicas ha sido realizado sin ningún tipo de ordenamiento y sin tener en cuenta cuál es la capacidad de la cuenca para soportar dichas actividades. La sobreexplotación del suelo con prácticas de monocultivo o de dos cultivos anuales (por ejemplo trigo - soja), reduce su porosidad y su capacidad de infiltración, aumenta el potencial de escurrimiento superficial y favorece el proceso de erosión de la capa superficial por lavado (Pedraza, 2005 y Montico, 2007). Esto puede llegar a ser contraproducente a corto plazo, debido a que si los recursos son sobreexplotados o utilizados

inadecuadamente se corren grandes riesgos de que los mismos se agoten, volviendo a la cuenca improductiva. Para evitar arribar a este escenario es que se propone un ordenamiento de la cuenca, que considere cuáles actividades son las indicadas para las condiciones actuales de la misma. (Alvarado C.; 2001)

Gráfico N° 2. Ubicación de la cuenca del A° Feliciano

Fuente: http://www.hidraulica.gov.ar/gis_googleearth.php (modificada)



La mayor parte de los bosques nativos de la región espinal de la provincia se encuentra dentro de la cuenca del A° Feliciano y corresponde a bosques en galerías; el resto de la cuenca está destinada a actividades agropecuarias (<http://www2.medioambiente.gov.ar/bosques/umsef/cartografia/mapa.asp?mapa=entrieros>).

La parte sur de la región espinal está dominada por cultivos extensivos que van avanzando hacia el norte; por lo que la cuenca en estudio se ve amenazada por el avance de la frontera agrícola.

La cuenca del A° Feliciano ha sido ampliamente estudiada por investigadores de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (Nini y Zucarelli, 2003; Zucarelli y Seluy, 2005; Morresi y Zucarelli, 2005). En la actualidad, se encuentran implementados los modelos OCINE2 y HEC-HMS. El modelo OCINE2 ha sido desarrollado a partir de una versión de Onda Cinemática de Schaake J. (1978), sobre la cual se efectuaron diversas modificaciones y adaptaciones (Ceirano y colaboradores, 1991; Morin y colaboradores, 1989). Además se han realizado diferentes investigaciones sobre la sensibilidad en la estimación de los parámetros del modelo, influencia de la topología de la segmentación y el tamaño de los segmentos (Ceirano y colaboradores, 1992), estrategias de aplicación de acuerdo a la información disponible y el problema de la amortiguación numérica del esquema de diferencias finitas utilizado y su comparación con la solución analítica de las ecuaciones (Ceirano y colaboradores, 1988), etc.

Posteriormente, al modelo original se le incorporaron diversos algoritmos para la estimación de las pérdidas, tales como Horton, Holtan, Berthelot-Tucci y el propuesto por Green & Ampt, dando origen a la versión del Modelo de Onda Cinemática OCINE2 que se dispone en la actualidad (Morin y colaboradores, 1993; Zucarelli y colaboradores, 2004, 2005).

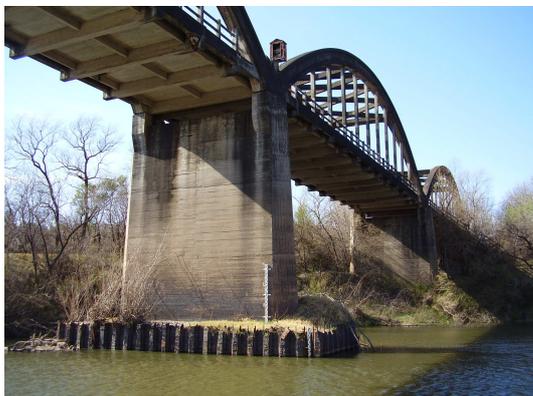
Por otra parte, el modelo HEC-HMS que pertenece al Hydrologic Engineering Center también ha sido implementado en la cuenca con resultados satisfactorios (Barrera y colaboradores, 2002). También han sido aplicadas técnicas de procesamiento de información satelital para la determinación de la precipitación como entrada a los modelos hidrológicos (Barrera y colaboradores, 2003; Zucarelli y colaboradores, 2005a, 2005b, 2005c, 2006).

En la cuenca del A° Feliciano se han aplicado métodos cualitativos y cuantitativos para la estimación de la erosión hídrica, tales como Método ICONA del Paisaje Erosivo, Programa CORINE, Método de Fournier, Método de Djorovic, Método de Hansen y Painter, Método de Wischmeier-Smith o USLE, Método de Williams o MUSLE (Fernández, 1998; Morresi y colaboradores, 2004, 2008).

1.1. Breve descripción de la cuenca en estudio

La cuenca del A° Feliciano, que posee un área de 5.488 km² se encuentra ubicada al noroeste de la provincia de Entre Ríos. El arroyo corre por una llanura aluvial de contornos irregulares, presentando un ancho variable entre 40 y 120 m y una longitud de 157 km hasta la sección de control en Paso Medina, con una pendiente media de $2,56 \cdot 10^{-4}$. Los suelos son fuertemente arcillosos de baja permeabilidad, con cobertura vegetal originaria de monte bajo cerrado, que ha sido desmontado y utilizado para cultivo y/o pastura natural. Existen registros hidrométricos del A° Feliciano en Paso Medina desde enero de 1975 hasta la actualidad. En el Gráfico N° 3 se observan imágenes de la sección. El caudal medio de la serie es de 52,93 m³/s, con un máximo de 2.253 m³/s en 1998 (Estadística Hidrológica de la República Argentina, 2004).

Gráfico N° 3. Imágenes de la sección de aforo Paso Medina, A° Feliciano. Agosto 2009



1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

El objetivo general del presente trabajo fue aplicar una metodología para la ordenación de sistemas hídricos que contemple aspectos hidrológicos, hidrogeológicos, conservación de los recursos naturales, control de erosión, etc.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Considerar el aprovechamiento socioeconómico de los recursos naturales del sistema hidrológico en estudio
- Incorporar el concepto de desarrollo sustentable en la ordenación de sistemas hidrológicos
- Proponer actividades en la cuenca de acuerdo con su adecuación al medio
- Implementación de un sistema de información geográfica

2. Metodología

La metodología aplicada fue la propuesta en el trabajo de Tejera y colaboradores (2006); cuyo principio básico es que las actividades humanas deben ser sustentables y causar impactos mínimos en el sistema.

El concepto de sustentabilidad ha sido definido de diversas formas, pero una de ellas se apoya en el término "capacidad de carga", que es el máximo impacto que un ecosistema puede soportar indefinidamente sin degradarlo en forma permanente (Ress, 1988). El desarrollo sustentable no se refiere a una meta tangible ni cuantificable a ser alcanzada en determinado plazo y momento. Es un concepto que lleva implícito armonizar por lo menos tres objetivos conflictivos en el corto plazo: sociales, ambientales y económicos. Se refiere a la posibilidad de mantener un equilibrio entre estos factores que explican un cierto nivel de desarrollo del ser humano en vinculación al lugar que habita y la interacción entre territorios, nivel que es siempre transitorio y en constante evolución o cambio. Al menos, en teoría, esta evolución debería ser conducente a mejorar la calidad de vida de los seres humanos. La articulación entre los objetivos puede hacerse con diferentes grados de preferencia entre los mismos, es decir enfatizando, por ejemplo, más lo ambiental que lo económico, y aún así alcanzar metas de desarrollo sustentable y sostenible (Dourojeanni y colaboradores, 2002).

En la actualidad, resulta indispensable el tratamiento de los procesos de degradación ambiental a través del desarrollo de planes directores a nivel de cuencas (Albarado, 2001; GWP, 2000). Estos planes deben estar basados en estudios interdisciplinarios integrales del recurso agua – suelo y deben contener medidas necesarias para lograr un manejo sustentable de los recursos

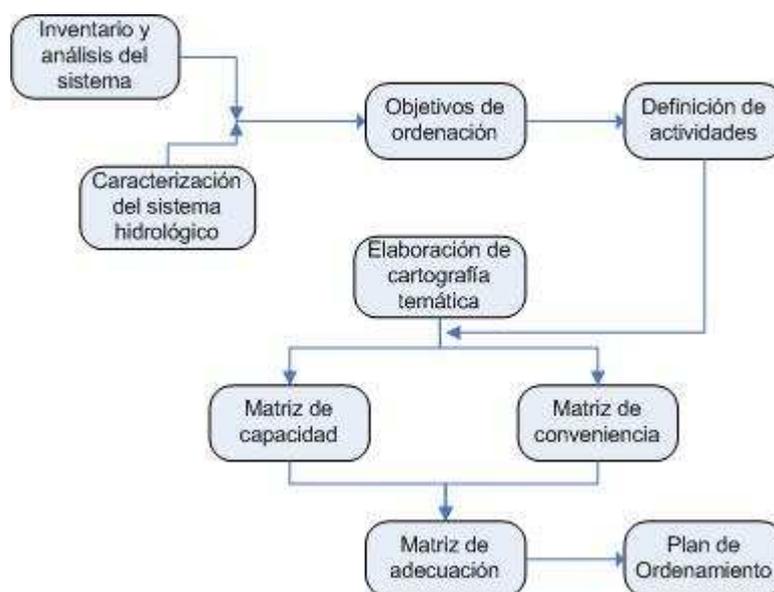
(Pedraza, 2005; Tramaglia y colaboradores, 2005; Schult, 2001; Zárate y colaboradores, 2001; Albuquerque, 2000; Dölling, 2001).

La metodología propuesta para esta Tesis de Maestría se encuentra organizada en una serie de diez etapas que a continuación se detallan:

- Etapa 1: Inventario y análisis del sistema
- Etapa 2: Caracterización del sistema hidrológico
- Etapa 3: Objetivos de la ordenación del sistema hidrológico
- Etapa 4: Definición de actividades para alcanzar los objetivos planteados
- Etapa 5: Elaboración de la cartografía temática
- Etapa 6: Estudio de la capacidad de acogida de las actividades. Matriz de capacidad
- Etapa 7: Estudio del grado de conveniencia de dichas actividades para el medio. Matriz de conveniencia
- Etapa 8: Adecuación del medio para la realización de las actividades. Matriz de adecuación
- Etapa 9: Plan de ordenamiento del sistema hidrológico
- Etapa 10: Elaboración de conclusiones y recomendaciones

Estas etapas se sintetizan en el siguiente diagrama de flujo que demuestra cual ha sido la secuencia de trabajo:

Gráfico Nº 4. Diagrama de flujo, síntesis de la metodología aplicada



La metodología seleccionada ha sido aplicada en la cuenca del río Jarama (Guadalajara, España), cuya superficie es de 23. 627 ha, tiene una pendiente media de 23,85 %. La altura máxima de la cuenca es de 1.810 m (pico de Centera) y la mínima es de 730 m. la cuenca está constituida por una serie de terrenos muy degradados, que presentan un elevado grado de erosión debido a las siguientes causas:

- Sustrato geológico altamente vulnerable
- Destrucción desde tiempos históricos de cubierta vegetal, debido a las talas abusivas y al pastoreo descontrolado e intensivo
- Los cultivos agrícolas se encuentran en pendientes excesivas y sin las adecuadas prácticas de conservación de suelo
- Los pastizales se encuentran invadidos de matorral, y en situación muy precaria debido a la disminución de carga ganadera de la zona
- Existen todavía superficies de vegetación arbustiva en terrenos con pendientes muy elevadas (superiores al 30 %) que lejos de proteger el suelo aportan un elevado caudal sólido

La cuenca fue seleccionada por Tejera y colaboradores (2006) debido a la posibilidad de construcción de un futuro embalse para la regulación de caudal del río Tajo al cual vierte sus aguas.

La justificación para la aplicación de esta metodología en el río Jarama se basa en que hasta el momento, en España, los modelos de ordenación de cuencas han sido asociados siempre al desarrollo de proyectos de restauración hidrológico forestal, cuyos objetivos específicos son el de control de la erosión hídrica, la mejor distribución del agua en la cuenca y la atenuación de los efectos de crecidas; en consecuencia se los investigadores consideraron relevante la incorporación de otros objetivos dentro de la ordenación de la cuenca; como ser: protección, conservación y potenciación de los ecosistemas y recursos naturales más valiosos de la cuenca; además de los fines productivos.

La cuenca elegida para el desarrollo de esta tesis de maestría, la del A° Feliciano, es una cuenca de características muy diferentes a la del río Jarama; como ser mayor superficie (aproximadamente 5.500 km²) y pendiente poco pronunciada; sin embargo presentan problemas similares, como ser: pérdida de cubierta vegetal natural; suelos utilizados para agricultura que no son aptos para dicha actividad; corrimiento de la frontera agrícola.

Se ha optado por la aplicación de esta metodología, luego de investigar sobre otras diferentes (Sánchez, 2004; Estrada, 2002; Monte León, 2000; Saborío, 2004; Rascón Ramos, 2007) debido a que se han encontrado las siguientes ventajas:

- Plantea la necesidad de trabajar sobre el concepto de sustentabilidad basado en la capacidad de carga, por considerarse el mismo como el máximo impacto que

un ecosistema puede soportar indefinidamente sin dañarlo en forma permanente (Ress, 1988)

- Propone una mejora en los modelos tradicionales de ordenación de cuencas los cuales se basan (al menos hasta el momento de desarrollo del trabajo de Tejera y colaboradores en España) en la erosión como parámetro fundamental
- Contempla la implementación de un SIG, lo cual permite concentrar gran volumen de información, operar con ella y visualizarla gráficamente
- Permite la actualización continua de la información, el reprocesamiento posterior y la obtención de la situación actual
- Plantea el trabajo multidisciplinario desde el inicio lo cual es fundamental en el manejo de cuencas

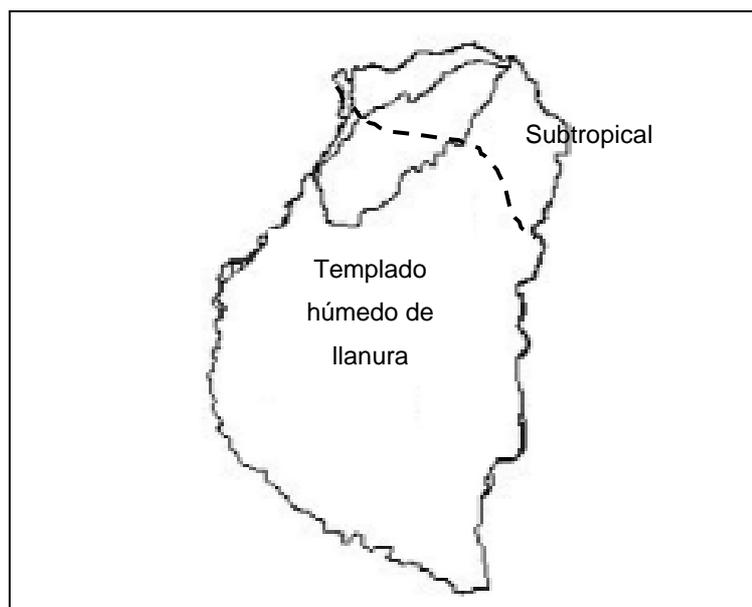
2.1. *Etapa 1: Inventario y análisis del sistema*

2.1.1. **Clima**

La provincia de Entre Ríos se encuentra ubicada dentro de los climas de dominio atlántico y se divide en dos regiones climáticas: una pequeña franja al norte de la provincia, que corresponde al clima subtropical húmedo de llanura y otra que cubre el resto de su territorio y corresponde al clima templado húmedo de llanura (Duarte y colaboradores, 2005). En el Gráfico N° 5 se observan las regiones climáticas de la cuenca.

Gráfico N° 5. Regiones climáticas de Entre Ríos

Fuente: Rojas y Saluso (1987), modificada por Duarte y colaboradores, 2005



La amplitud térmica diaria no excede los 13 °C y el alto grado de humedad del aire reduce su oscilación diaria. La influencia constante de los vientos del noreste influye en las abundantes lluvias, con medias de 1.200 mm. Estas altas precipitaciones obedecen a la convergencia periódica de distintas masas de aire: una que ingresa como vientos del noreste, mayor en verano por el desplazamiento hacia el sur del anticiclón del Atlántico Sur y otras de origen continental (suroeste); marítimo (suroeste) o polar (INTA, 1990).

Según la clasificación de Köppen, W. (1936) la región de la cuenca del A° Feliciano pertenece al grupo **C** "Templado y húmedo", subgrupo **f** "sin estación seca", y subdivisión **a** "temperatura media del mes más cálido superior a 22 °C", con veranos calurosos o muy calurosos, temperatura media del mes más frío entre 0 y 18 °C, y con un régimen regular de precipitaciones durante todo el año.

La región de clima templado húmedo de llanura se caracteriza por su condición de planicie abierta, sin restricciones a la influencia de los vientos húmedos del noreste; al accionar de los vientos secos y refrigerantes del suroeste (causantes de los cambios repentinos en el estado del tiempo), y a los vientos del sureste (aire frío saturado de humedad, que da lugar a semanas enteras de cielo cubierto, lluvias y temperaturas muy estables). Este clima, caracterizado por su suavidad y ausencia de situaciones extremas, es el de mayor aptitud para el cultivo de secano de cereales y forrajeras y para la cría de ganado. A lo largo del año predominan vientos del noreste. En verano y primavera tienen mayor incidencia los vientos norte, noreste, este y sureste; y el aumento en otoño e invierno de los vientos sur y suroeste (pero sin ser predominantes) (Duarte y colaboradores, 2005).

Cacik, P. (2002) determinó los valores medios mensuales de precipitación, temperaturas y evapotranspiración para la estación meteorológica San José de Feliciano. Los resultados se observan en la Tabla N° 1, Tabla N° 2 y Tabla N° 3, respectivamente.

Tabla N° 1. Precipitaciones medias mensuales (mm). Período 1986/87 – 1999/00. Estación Feliciano.

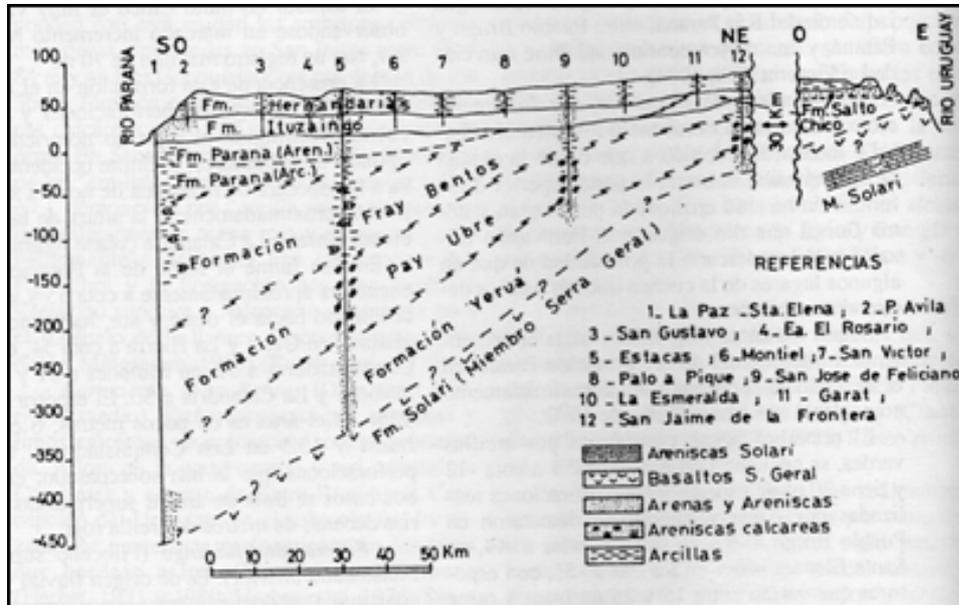
SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
45	125	122	144	181	115	179	186	70	45	42	48

El año hidrológico es SET-AGO, las máximas precipitaciones ocurren en Abril y las mínimas en Julio.

Tabla N° 2. Temperaturas medias mensuales (°C). Período 1986 – 2000. Estación Feliciano.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
25,20	23,90	22,50	18,90	15,10	12,90	12,80	14,90	16,20	18,90	21,70	24,40

Gráfico Nº 7. Perfil geológico regional. Fuente: Hidrogeología de la Cuenca del A° Feliciano, provincia de Entre Ríos. Tujchneider y Fili



- **Formación Solarí** (Cretácico inferior). Está representada por dos miembros, uno compuesto por basaltos, identificado como Miembro Serra Geral y otro integrado por areniscas, en partes muy silicificadas, denominado Miembro Solarí. Aflora en la mitad oriental de la provincia de Corrientes y, en forma saltuaria, por la margen derecha del Río Uruguay hasta pocos kilómetros al sur de Concordia, provincia de Entre Ríos.

En el ámbito de la cuenca del A° Feliciano se encuentra en el subsuelo a profundidades crecientes hacia el oeste. La perforación realizada en Estacas por la ex-Dirección Nacional de Minería, alcanzó basaltos a la profundidad de 386 m, es decir aproximadamente a cota -320 m. Según información proporcionada por Yacimientos Petrolíferos Fiscales a la Dirección de Minería de Entre Ríos, mediante sísmica se detectó el techo de los basaltos a 99 m en Los Conquistadores y entre 371 y 405 m, hundiéndose hacia el este, en la zona de Villa Federal; en la margen izquierda del Río Paraná. Por otra parte, un estudio de sísmica de reflexión realizada por AyEE entre Pueblo Brugo y Villa Urquiza detectó el techo de los basaltos a profundidades variables entre 520 y 670 m.

- **Formación Yerúa** (Cretácico superior). Está compuesta por arenas y areniscas conglomeradas de tonalidad predominantemente rojiza. Aflora en la porción nororiental de la provincia de Entre Ríos, en las proximidades del Río Uruguay y fue alcanzada por perforaciones en Salto Chico y Colón. En el subsuelo de la cuenca varias perforaciones alcanzaron sedimentos que podrían corresponder a esta unidad. Así, en la arrocera El Yacaré, próxima a San Jaime de la Frontera, se encontraron arenas rojizas, medianas, con rodaditos de arena fina aglomerada, desde 84 hasta 106 m; litologías semejantes se registraron en San José de Feliciano entre 125 y

138 m (fondo de pozo) y desde 285 hasta 386 m en Estacas, único lugar donde la secuencia fue atravesada totalmente.

- **Formación Pay Ubre** (Cretácico superior). Está integrada por areniscas calcáreas y calcáreos arenosos parcialmente silicificados que afloran en las proximidades de Mercedes y Felipe Yofré, provincia de Corrientes y de Colón, provincia de Entre Ríos.

Por semejanzas litológicas y ubicación en la columna sedimentaria posiblemente se correspondan con esta unidad las areniscas calcáreas muy duras atravesadas en San Jaime entre 48 y 84 m y en Los Conquistadores por debajo de los 56 m. También en Estacas se perforaron areniscas calcáreas entre 195 y 285 m bajo boca de pozo. En Santa Elena, la parte media e inferior de las "arcillas superiores" de Stappenbeck (*op. cit.*), compuestas por "arcilla roja y marga con intercalaciones de arena roja y areniscas", probablemente constituyan una transición entre Pay Ubre y la Formación Mariano Bodeo -Cretácico superior a Paleoceno-, descrita para el subsuelo de la llanura chaco-pampeana.

- **Formación Fray Bentos** (Oligoceno inferior a medio). Está compuesta por areniscas y limos calcáreos de coloración rosado-anaranjada. Aflora en la parte central y sur oriental de Corrientes y norte de Entre Ríos hasta Concepción del Uruguay; en el subsuelo fue localizada por numerosas perforaciones en las áreas que bordean a los afloramientos basálticos. En Corrientes la detección más occidental se debe a la perforación realizada por AyEE en el paraje San Isidro, entre Buena Vista y Goya allí, a cota -45 m, por debajo de arcillas verdes de la Formación Paraná, se encontraron limos calcáreos anaranjados, semejantes a los que afloran al sur de Perugorria en el A° Avalos (Paso Picada Chamorro Cue) aproximadamente a cota 50 m, siendo las muestras tomadas en este afloramiento algo más arenosas que la de la perforación citada.

El subsuelo de la cuenca del A° Feliciano debe corresponder a Fray Bentos lo descrito por, los perforistas como "arcilla roja terrosa disgregable", "arcilla limosa rosada" o "limo arenoso rosado" que en las perforaciones de San Jaime de la Frontera, Los Conquistadores, San José de Feliciano se encuentra aproximadamente a cotas 45, 42 y 34 con espesores de 24, 22 y 13 m respectivamente. Más hacia el oeste; las perforaciones que superan las arcillas verdes basales de la Formación Paraná entran en arcillas pardas y rosadas, en partes calcáreas con abundancia de yeso, semejantes a las que en el subsuelo de la provincia de Buenos Aires se conoce como "Mioceno Rojo" o Formación Olivos.

- **Formación Paraná** (Mioceno superior) Está constituida por depósitos marinos que se encuentran en todas las cuencas sedimentarias del noreste argentino, desde Barranca Final, provincia de Río Negro, hasta Paraguay.

En la región mesopotámica los sedimentos del mar miocénico fueron tratados por numerosos autores desde mediados del siglo pasado hasta la actualidad, no obstante lo cual subsisten discrepancias en las interpretaciones estratigráficas. Para citar sólo algunos de los aportes más modernos, hay quienes consideran a estos depósitos como una sola unidad integrada por varios

niveles y quienes designan con el nombre de Formación Paraná a las arcillas basales y Formación Entre Ríos a las arenas calcáreas fosilíferas con las que culmina la secuencia, admitiendo la concordancia de ambos depósitos.

Los geólogos de AyEE que trabajaron para el Proyecto Paraná Medio, tomando como base la gran cantidad de información de superficie y subsuelo lograda en los últimos años para el valle del Río Paraná y sus márgenes desde Bella Vista (Corrientes) hasta Victoria (Entre Ríos), consideran que se trata de una sola formación integrada por tres miembros: un miembro basal de arcillas verdes con macro y microfósiles, poco potente pero de extensión regional que sobreyace a arcillas pardas con yeso, continentales; un miembro intermedio, constituido predominantemente por arenas grises, finas y medianas, con intercalaciones de estratos discontinuos de arcilla verde, algo arenosas, con microfósiles y, finalmente un miembro cuspidal integrado por niveles de arcillas arenosas, calcáreas y bancos conglomerádicos fósilíferos. Los dos primeros miembros se han detectado en todas las perforaciones realizadas en el área mientras que el último sólo es observable en afloramientos dispersos a lo largo de la margen izquierda del Río Paraná, entre Pueblo Brugo y Paraná, y con mayor continuidad entre esta ciudad y Victoria (Fili, M. 1983).

En el ámbito de la cuenca del A° Feliciano, por lo general están presentes en el subsuelo los miembros basal e intermedio, debido a que desde la ciudad de Paraná hacia el norte, la parte superior de la formación ha sido erosionada por el gran sistema fluvial que dió origen a la Formación Ituzaingó. No se descarta la posibilidad de que en algunos lugares de la cuenca queden relictos del miembro superior.

Según los datos disponibles hasta el momento de la realización del trabajo consultado para esta caracterización, el límite oriental de la Formación Paraná en el subsuelo de la cuenca sería aproximadamente coincidente con el meridiano de 59°O.

- **Formación Salto Chico** (Plioceno superior-Pleistoceno inferior). Está integrada por depósitos fluviales de composición heterogénea donde predominan arenas de granulometría variada con tonalidades rojizas y amarillentas. Tanto en Uruguay, donde se la conoce por Formación Salto, como en Entre Ríos, la secuencia comienza con una base de arcillas blanquecinas y gris verdosas continuando hacia arriba en forma alternante con niveles de arena, grava, conglomerados y arcilla.

Sobre la margen derecha del Río Uruguay se distribuyen en afloramientos discontinuos desde Alvear, Corrientes, hasta Gualeguaychú, Entre Ríos, en una faja irregular cuyo ancho máximo es de aproximadamente 100 km en la zona de Mercedes y unos 30 km en proximidades de Concordia. En el subsuelo de la provincia de Entre Ríos su presencia fue detectada a distancias de la ribera del Río Uruguay que varían, de norte a sur, desde 35 hasta 70 km.

El espesor de Salto Chico es muy variable, observándose un marcado incremento hacia el sur, con un registro máximo de 70 m.

La presencia de esta formación en el área de estudio se conoce por perforaciones y se encuentra restringida al extremo nororiental; los autores consideran que el límite occidental cruza a la cabecera de la cuenca de norte a sur, pasando aproximadamente a la altura de las estaciones Garat y La Calandria (Gráfico N° 6).

En San Jaime el techo de la Formación se encuentra aproximadamente a cota 55 m y va descendiendo hacia el oeste y sur, habiéndose registrado en Garat y La Tierra a cota 54 m, en Los Conquistadores a 52 m, en Miñones a 51 m y en La Verbena y La Calandria a 50 m. El espesor registrado en el área es de pocos metros: 6 en San Jaime y 10,5 en Los Conquistadores, únicas perforaciones que la han sobrepasado; en ambos casos se trata de arenas superpuestas a varias decenas de metros de arcilla roja.

- **Formación Ituzaingó** (Plioceno superior-Pleistoceno inferior). Es de origen fluvial y está constituida predominantemente por arenas finas y medianas de color amarillo ocre y limos grises. Su composición mineralógica es fundamentalmente cuarzosa con cantidades menores de feldespatos, micas, magnetita y otros mancos.

Presenta diversos grados de compactación, desde totalmente sueltas hasta muy duras debido a la cementación con hidróxidos de hierro y sílice. Aflora en extensos tramos de las barrancas de la margen izquierda del Río Paraná, desde Ituzaingó (Corrientes) hasta Paraná (Entre Ríos) y se encuentra en el subsuelo de la mitad occidental de ambas provincias.

En el área de estudio, durante las grandes bajantes del Río Paraná, puede observarse en algunos lugares el contacto entre las formaciones Paraná e Ituzaingó, mediante discordancia erosiva; entre Pueblo Brugo y La Paz. Este contacto se encuentra a cotas variables entre 7 y 15 m. Por lo general, la secuencia comienza con un nivel basal de rodados de arcilla, lentes de grava, capas fusiformes de arcilla pardo verdosa con restos de flora, planchones de arenisca y troncos silicificados; la estratificación es entrecruzada. Siguen hacia arriba arenas medianas y finas, limpias, con estratificación horizontal e intercalaciones mantiformes, de pocos centímetros de espesor, de arcillas grises. En la parte cuspidal de la secuencia se hace predominantemente pelítica, con arena muy fina y arcilla en capas intercaladas de espesor milimétrico.

Como se ha indicado en el mapa de la cuenca (Gráfico N° 6), el techo de la formación aflora o se encuentra a pocos metros de la superficie por debajo de cota 40 m. Su espesor es bastante regular, variando entre 20 y 30 m desde La Esmeralda hasta Piloto Avila, pero se reduce notablemente y la cota de su techo es más variable en la divisoria sudeste.

- **Formación Alvear** (Pleistoceno). A lo largo de la mayor parte de las barrancas del Río Paraná, desde La Paz hacia el sur, por encima de la Formación Ituzaingó hasta Paraná y de ahí en adelante sobre la Formación Paraná, aflora un horizonte, calcáreo cuyo espesor generalmente no sobrepasa los 5 m.

En el área de estudio el nivel de "tosca" se encuentra con regularidad entre cotas 35 y 40 m pero en el subsuelo es difícil detectar su presencia en perforaciones distanciadas a más de 20 km de la línea de ribera.

- **Formación Hernandarias** (Pleistoceno). Esta unidad está constituida fundamentalmente por arcillas montmorilloníticas y aflora en gran parte del territorio de la provincia, cubriendo en discordancia a formaciones de distinta edad.

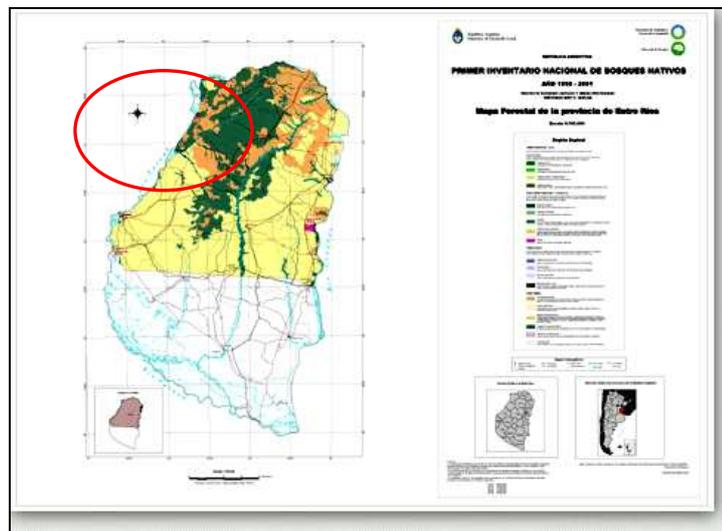
El perfil típico de la región está compuesto por una parte basal de arcillas predominantemente grises, algo arenosas, con concreciones calcáreas, una parte intermedia de arcillas marrones con abundante yeso, que llega a constituir yacimientos explotables. Finalmente, en los últimos 5 a 10 m superiores la secuencia es más limo-arcillosa, el carbonato de calcio forma grava, concreciones y agregados pulverulentos manchados por óxido de manganeso.

- **Depósito modernos y actuales.** Por encima de las unidades descritas, la culminación de la columna estratigráfica muestra, con distribución mucho menos importante y de reducido espesor, depósitos de loess pulverulento, depósitos agradacionales en los valles de los arroyos y arenas finas y muy finas de origen eólico.

2.1.3. Flora y fauna

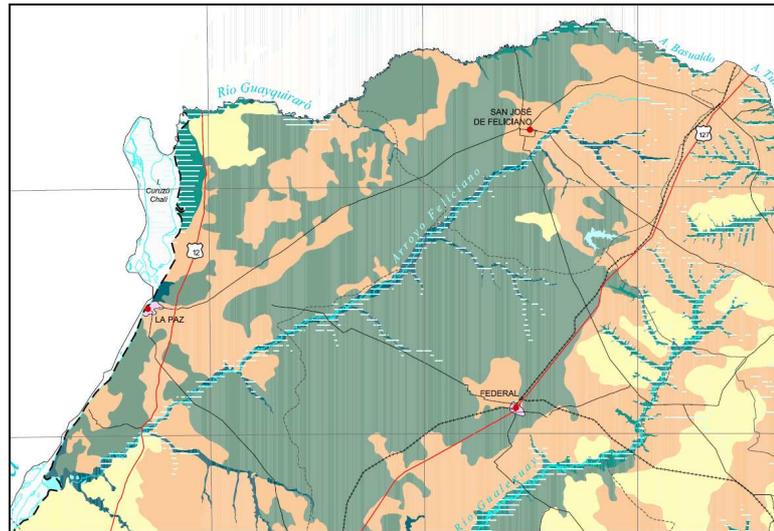
La Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación junto con la Dirección de Bosques, realizó durante el período 1998-2001 el "Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos, en el marco del Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas" (Préstamo BIRF N° 40985-AR), de donde se obtuvo la clasificación de la vegetación que se encuentra en la zona de la cuenca del A° Feliciano.

Gráfico N° 8. Primer Inventario de Bosques Nativos, provincia de Entre Ríos, Argentina. Años 1998–2001



En el Gráfico N° 8 se observa el mapa perteneciente a la región espinal de la provincia de Entre Ríos donde ha sido sintetizado el relevamiento; y en el Gráfico N° 9 se observa en detalle la cuenca del A° Feliciano.

Gráfico N° 9. Primer Inventario de Bosques Nativos, provincia de Entre Ríos, Argentina. Años 1998–2001, zona ampliada del área en estudio



El resultado del inventario ha sido organizado en cuatro categorías (Tierras Forestales, Otras Tierras Forestales, Tierras Mixtas y Otras Tierras), las cuales a su vez han sido subdivididas; como puede observarse a continuación:

- **Tierras forestales:** terrenos cubiertos con formaciones boscosas donde la cubierta de copa sobrepasa el 20 %
 - Caldenal cerrado
 - Caldenal abierto
 - Caldenal cerrado – caldenal abierto
 - Caldenal quemado
- **Otras tierras forestales:**
 - Bosques en galería (color verde oscuro): rodales que forman una franja estrecha a lo largo de los ríos
 - Caldenal muy abierto
 - Arbustal (color verde claro): tierras cubiertas por arbustos (plantas boscosas perennes sin una copa definida y con una altura que no alcanza los 7 m) y contiene a menudo árboles aislados o en pequeños manchones
 - Estepa arbustiva herbácea

-
- Palmar
 - **Tierras mixtas:** zona de transición muy dinámica ubicada entre el ambiente forestal y el ambiente agrícola. Se caracteriza por un conjunto de bosques alterados mezclados con Otras Tierras Forestales y Otras Tierras
 - Medianamente boscosas
 - Poco boscosas
 - Muy poco boscosas
 - Bosques rurales
 - **Otras tierras**
 - Tierras agropecuarias (color anaranjado): conjunto de tierras agrícolas y/o pecuarias de diversos niveles de desarrollo. Comprende igualmente las intrusiones de carácter puntual en medio de las Tierras Forestales
 - Cultivos extensivos (color amarillo): Zonas agrícolas donde se practica la agricultura sobre grandes unidades continuas de terreno con rendimiento generalmente bajo
 - Estepa herbácea arbustiva
 - Vegetación con construcciones
 - Complejo salino

En la cuenca del A° Feliciano, de acuerdo a este inventario, es posible encontrar: cultivos extensivos, tierras agropecuarias, bosques en galería y arbustales.

Entre las especies de árboles que pueden encontrarse se destacan: mistol (*Ziziphus mistol*), sombra de toro (*Jodina rhombifolia*), chañar (*Geoffroea decorticans*), espinillo o aromito (*Acacia caven*), algarrobo blanco y negro (*Prosopis alba* y *Prosopis nigra*), y ceibo (*Erythrina crista-galli*). En el departamento Federal se concentra la mayor superficie de montes espesos, donde se encuentran especies como ñandubayes (*Prosopis algarroBILLA*), espinillos o aromitos (*Acacia caven*), palmeras yatay (*Butia yatay*) y caranday (*Trithrinax campestris*), alternándose con bosques implantados de grandes eucaliptos (*Eucalyptus* sp.).

Respecto a la fauna de la cuenca, la misma es muy variada, se destaca la comadreja (overa y colorada) (*Fam. Mustela Novalis*), varias especies de roedores; entre ellos cuis (*Cavia aperea*), tucu-tucu (*Ctenormys magellanicus*), liebre (*Fam. Lepus*), vizcacha (*Lagidium viscacia*), carpincho (*Hydrochoerius hidrocaeris*). En la zona de bañados, se pueden encontrar pato sirirí (*Dendrocygna* sp.), macá (*Fam. Podicipedidae*), garza (*Fam. Ardeidae*) y otros. En los ríos y arroyos hay tortugas, bagres, anguilas, amarillitos, patí, surubies pintados y atigrados

(*Pseudoplatystoma coruscans* y *Pseudoplatystoma fasciatum*), bogas ((*Chondrostoma común*) y mandubé (*Sorubim lima*) (<http://www.entreriostotal.com.ar/lapaz/caracteristicas.php>).

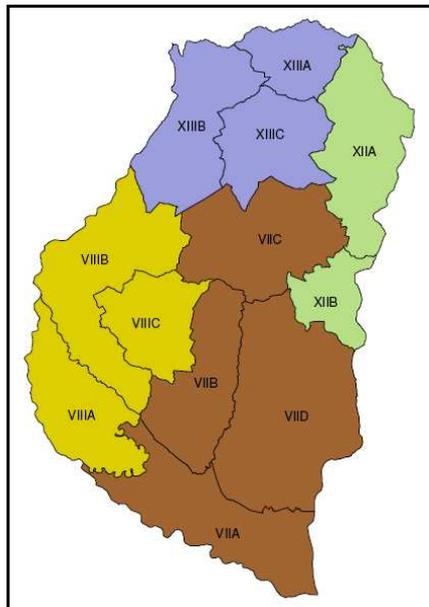
Si bien este inventario es de suma importancia para el conocimiento de la situación de la cuenca, respecto a sus bosques naturales; de acuerdo a los antecedentes relevados para este trabajo de Tesis, es posible pensar que desde el año 1998 (momento en el cual comienza el relevamiento de bosques naturales de la provincia de Entre Ríos) en la actualidad la superficie perteneciente a plantaciones naturales ha disminuido drásticamente. En el siguiente ítem se analiza el uso actual de suelo en la cuenca y se observa que el área de cultivos ha aumentado notablemente, por lo que es lógico pensar que ha disminuido el área correspondiente a bosques naturales. De todas formas, la información del relevamiento nacional de bosques es de suma utilidad y será contemplada en el ordenamiento de las actividades a realizar en las etapas posteriores de este trabajo.

2.1.4. Capacidad de uso del suelo

La provincia de Entre Ríos integra la Red de Información Agroeconómica para la Región Pampeana (RIAP) que tiene como objetivo relevar información económica y productiva de la región Pampeana para ponerla a disposición de los distintos actores de la cadena agroalimentaria (<http://www.inta.gov.ar/pro/radar/riap/riap.htm>).

Gráfico Nº 10. Zonas y Subzonas RIAP en Entre Ríos

Fuente: Caracterización de zonas y subzonas. RIAP. Entre Ríos. Paparotti y colaboradores



En el marco de este proyecto se han realizado delimitaciones de zonas agroeconómicas homogéneas (ZAH). La provincia de Entre Ríos ha sido dividida en cuatro ZAH, denominadas: VII, VIII, XII y XIII. La cuenca objeto de estudio de esta Tesis pertenece, como puede

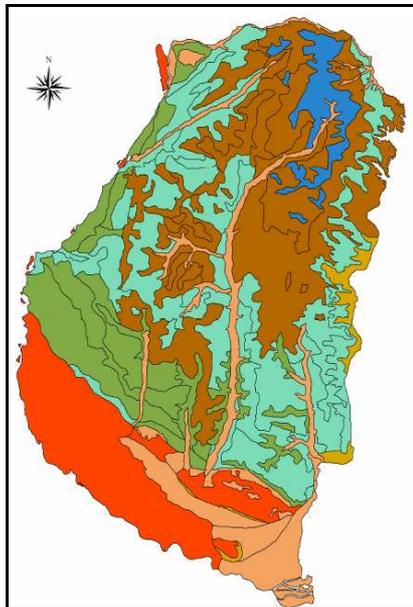
observarse en el Gráfico N° 10; pertenece a la zona XIII que a su vez se encuentra subdividida en tres subzonas coincidentes con la división política departamental (XIIIA, departamento Feliciano; XIIIB, departamento La Paz y XIIC departamento Federal).

Por otro lado, dentro del proyecto RIAP se realiza un relevamiento de Empresas Agropecuarias (EAP's), y las clasifica de acuerdo a sus dimensiones.

A continuación, en el Gráfico N° 11, se presentan las capacidades de uso del suelo en la cuenca del A° Feliciano, de acuerdo a los relevamientos realizados en torno al RIAP.

Gráfico N° 11. Aptitud agrícola de las tierras de la provincia de Entre Ríos

Fuente: Caracterización de zonas y subzonas. RIAP. Entre Ríos. Papparotti y colaboradores



Las clases de capacidad de uso¹, se dividen en ocho categorías indicadas mediante números romanos del I al VIII, en orden decreciente de aptitud. (<http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea21s/ch06.htm>). "Los métodos de clasificación por su capacidad de uso de la tierra básicamente hay dos que son conocidos y aplicados y son el método USDA que clasifica de I a VIII clases, y el otro método es la capacidad de uso mayor de la tierra que clasifica en cinco categorías de C1 a C5, los dos métodos lo clasifican tomando en cuenta sus potencialidades y limitaciones de los suelos. Vera (2001), menciona que los criterios técnicos para una clasificación de tierras como establece el Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA), existe una diversidad de conceptos tales como capacidad de uso, uso potencial, vocación de uso, aptitud

¹ Capacidad de uso de la tierra: es la capacidad potencial natural de una determinada clase de tierra para prestar sosteniblemente a largo plazo determinados bienes o servicios, incluyendo los de protección y ecológicos

de uso, uso mayor, que dan lugar a una variedad de interpretación, que resulta en una confusión alarmante" (<http://www.umss.edu.bo/epubs/earts/downloads/61.pdf>).

Entre los factores que se consideran como determinantes de la capacidad de uso del suelo están la profundidad efectiva del suelo y la pendiente del terreno, ambos varían en sus rangos dentro de las regiones en que se dividió al país. Adicionalmente se consideran la pedregosidad (superficial e interna) y el drenaje superficial como factores que en forma temporal o permanente pueden modificar la capacidad de uso de la tierra. Estos cuatro factores fueron considerados dentro del esquema adoptado en virtud de que, a juicio de expertos, son los que principalmente definen la aptitud física para el crecimiento, manejo y conservación, de una unidad de tierra cuando es utilizada para propósitos específicos como usos de naturaleza forestal y agroforestal (Marvin, 2004).

A los suelos integrantes de las clases I, II y III se los considera cultivables y arables y aptos para una amplia a moderada gama de cultivos adaptados ecológicamente. Los suelos de la clase IV son cultivables con restricciones, así como los de clase V (Tabla N° 4). Al respecto se hace notar que esta última clase indica suelos de relieve muy plano a cóncavo, con problemas de agua freática cercana o en superficie, o bien planos muy pedregosos o muy someros, situación que se presenta en forma muy reducida en su expresión dentro del área de estudio; por lo tanto esta clase queda involucrada dentro de las otras unidades de clasificación, debido a la escala de trabajo, y no aparece en las leyendas respectivas.

En la Tabla N° 4 se resumen las características de cada unos de capacidades de uso de suelo.

Tabla N° 4. Clasificación de clases de capacidades de uso del suelo

Clase	Descripción
I	Suelos con ninguna a leves limitaciones. Requieren medidas comunes de manejo para conservar y/o aumentar la productividad
II	Suelos con ligeras limitaciones. Exigen simples medidas de manejo
III	Apto para todo tipo de cultivos con moderadas limitaciones
IV	Apto para limitados cultivos con severas limitaciones
V	No apto para explotación comercial. Reservas de flora y fauna
VI	No apto para cultivos. Pasturas naturales con mejoras
VII	Suelos con muy graves limitaciones que los hacen ineptos para el cultivo, quedando restringidos al uso de pasturas naturales bosques, etc.

Clase	Descripción
VIII	Estos suelos, debido a las extremas limitaciones que presentan, carecen de valor agrícola o ganadero y su utilidad se reduce a la conservación de la fauna o recreación

El proyecto "Relación entre uso Agrícola y Aptitud de los suelos" de INTA – EEA Balcarce expone lo siguiente en relación a las aptitudes agrícolas del suelo: *"Una región puede ser clasificada en diversas clases y subclases dependiendo de la capacidad de uso de sus suelos. Las tierras aptas para todo tipo de cultivos incluyen tres clases: sin limitaciones para la agricultura (I), con ligeras limitaciones (II), y con moderadas limitaciones (III). Encontramos en la clase IV tierras aptas para limitados cultivos, con severas limitaciones. Las tierras generalmente no aptas para cultivos se clasifican en cuatro clases: con dificultad para el laboreo mecánico (V), aptas para praderas naturales con posibles mejoras (VI), aptas para praderas naturales (VII) y aptas para fauna y vida silvestre (VIII). A cada una de estas clases se la subdivide dependiendo del riesgo de erosión (e), drenaje deficiente (w), limitaciones en la zona radicular (s) y limitaciones climáticas (c)."* (http://www.inta.gov.ar/balcarce/gis/html/relacion_suelo_agricultura.htm).

En base a dicha información, es que más adelante, en la etapa de ordenamiento del sistema hídrico todos los suelos Clase VII y VIII no fueron considerados para explotaciones agropecuarias sino para reservas de flora y fauna.

Boschetti y colaboradores, en su trabajo de "Caracterización de los suelos de la cuenca del A° Feliciano" concluyen que: *"Debido al dominio de las características vérticas, en la cuenca encontramos suelos con marcadas limitaciones para el uso agrícola."*

El 34 % de la cuenca está ocupada por suelos Alfisoles, que tienen un horizonte superficial muy somero y con mala estructuración, que al encontrarse en un relieve plano produce condiciones de hidromorfismo que afecta el normal desarrollo de los cultivos.

Por otra parte los Vertisoles por sus características físicas adversas requieren de mayor tecnología para su uso en relación a los Molisoles.

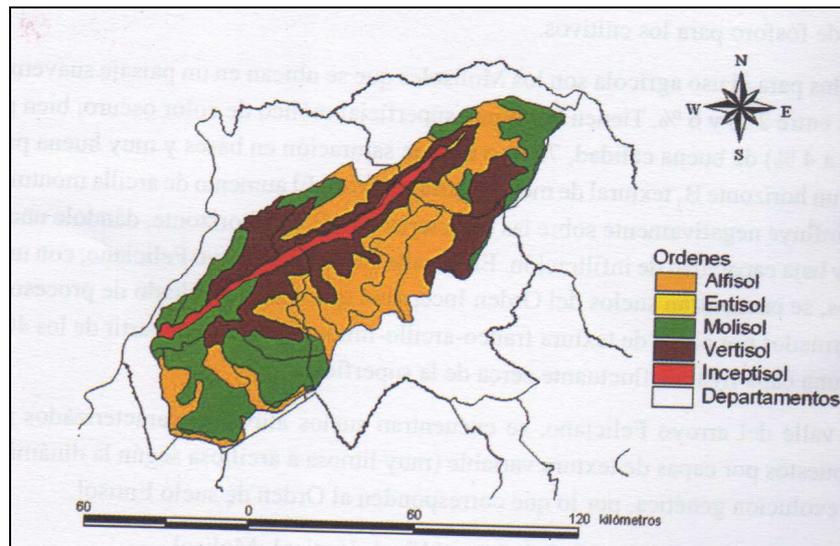
Los suelos Molisoles, si bien poseen características más favorables para los cultivos, como tienen características vérticas y B_t fuertemente desarrollados corren el peligro de erosión cuando se encuentran en pendientes superiores al 1,5 %"

Los resultados del trabajo de Boschetti y colaboradores se encuentran sintetizados en la Tabla N° 5 y en el Gráfico N° 12.

Tabla Nº 5. Proporción de los suelos de la cuenca del A° Feliciano a nivel taxonómico de orden según Soil Taxonomy. Fuente: Boschetti y colaboradores

Orden	%
Alfisol	34
Vertisol	30,7
Molisol	21,3
Inceptisol	13,5
Entisol	0,5

Gráfico Nº 12. Proporción de los suelos de la cuenca del A° Feliciano a nivel taxonómico de orden según Soil Taxonomy. Fuente: Boschetti y colaboradores



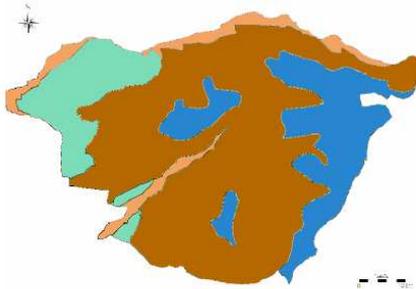
2.1.4.1. Clasificación de la capacidad del uso del suelo en cada departamento de la cuenca

⇒ Departamento Feliciano

El sistema productivo predominante es el ganadero, pero se observan fuertes avances de la agricultura de cultivos de verano. Los cereales ocupan 8.420 Ha y las oleaginosas 8.517 Ha, mientras que el arroz se produce en 5.353 Ha. La producción ganadera presenta 251.900 cabezas representando la zona de cría más tradicional de la provincia.

El Gráfico Nº 13 se observan las distintas capacidades de uso de suelo que se encuentran en este departamento.

Gráfico N° 13. Aptitud agrícola del departamento Feliciano. Fuente: Caracterización de zonas y subzonas. RIAP. Entre Ríos. Paparotti y colaboradores



SUBZONA	CLASE DE APTITUD DE LAS TIERRAS	SUPERFICIE	
		Ha.	%
XIII A	Clase III	41.725	12,91
	Clase IV	192.025	59,40
	Clase V	68.200	21,10
	Clase VII	21.325	6,60

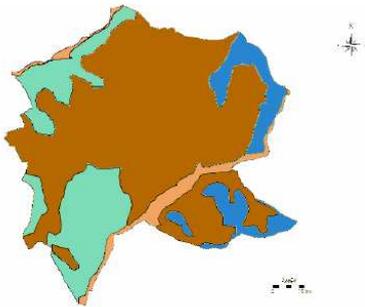
⇒ **Departamento La Paz**

El departamento cuenta con un total de 431.675 cabezas. La agricultura ocupa 148.929 Ha, siendo muy importante el aporte de la soja con 102.604 Ha (68 % de la superficie sembrada con oleaginosas). En esta zona se destaca la presencia de caprinos que representan el 27 % del stock provincial (2.455 cabezas).

El Gráfico N° 14 se observan las distintas capacidades de suelo que se encuentran en este departamento.

Gráfico N° 14. Aptitud agrícola del departamento La Paz

Fuente: Caracterización de zonas y subzonas. RIAP. Entre Ríos. Paparotti y colaboradores



SUBZONA	CLASE DE APTITUD DE LAS TIERRAS	SUPERFICIE	
		Ha.	%
XIII C	Clase III	102.850	20,08
	Clase IV	333.000	65,00
	Clase V	50.975	9,95
	Clase VII	25.500	4,98

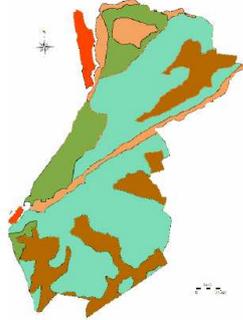
⇒ **Departamento Federal**

El sistema productivo predominante es el ganadero con 425.041 cabezas. La agricultura ocupa 31.187 Ha donde el arroz y la soja son las principales producciones.

En el Gráfico N° 15 se observan las distintas capacidades de suelo que se encuentran en este departamento.

Gráfico Nº 15. Aptitud agrícola del departamento Federal

Fuente: Caracterización de zonas y subzonas. RIAP. Entre Ríos. Paparotti y colaboradores



SUBZONA	CLASE DE APTITUD DE LAS TIERRAS	SUPERFICIE	
		Ha.	%
XIII B	Clase II	92.350	14,02
	Clase III	350.050	53,15
	Clase IV	138.875	21,09
	Clase VII	59.000	8,96
	Clase VIII	18.350	2,79

2.1.4.2. Incremento de la superficie sembrada

La frontera agrícola en la República Argentina avanza paulatinamente, y la cuenca del A° Feliciano no se encuentra ajena a esta realidad. En la Tabla Nº 6 se observa el incremento de la superficie sembrada entre el año 2000 y 2008. Considerando la superficie total de los tres departamentos que integran la cuenca, el incremento de la superficie en el periodo analizado es del 54 %. Como puede observarse el cultivo que más ha incrementado su superficie sembrada es la soja.

Tabla Nº 6. Incremento de la superficie sembrada entre las campañas 2000-2001 y 2007-2008Fuente: datos de www.bolsacer.com.ar, tabla elaboración propia

	Superficie Sembrada (Ha)					
	Feliciano		Federal		La Paz	
	2000 - 2001	2007- 2008	2000 - 2001	2007- 2008	2000 - 2001	2007- 2008
Arroz	4.010	5.100	5.630	7.260	4.150	6.200
Girasol	250	1.610	700	2.940	2.750	5.400
Lino	100	0	370	200	2.950	1.500
Maíz	1.200	2.640	2.650	3.970	13.800	17.800
Soja	6.200	12.040	9.100	34.040	55.700	103.090
Sorgo	1.400	1.350	3.800	2.270	6.800	10.880
Trigo	150	1.360	2.800	3.500	12.600	17.800
Superficie total	323.275		512.325		658.625	
Total superficie sembrada	13.310	24.100	25.050	54.180	98.750	162.670
% de superficie sembrada	4,12	7,45	4,89	10,58	14,99	24,70

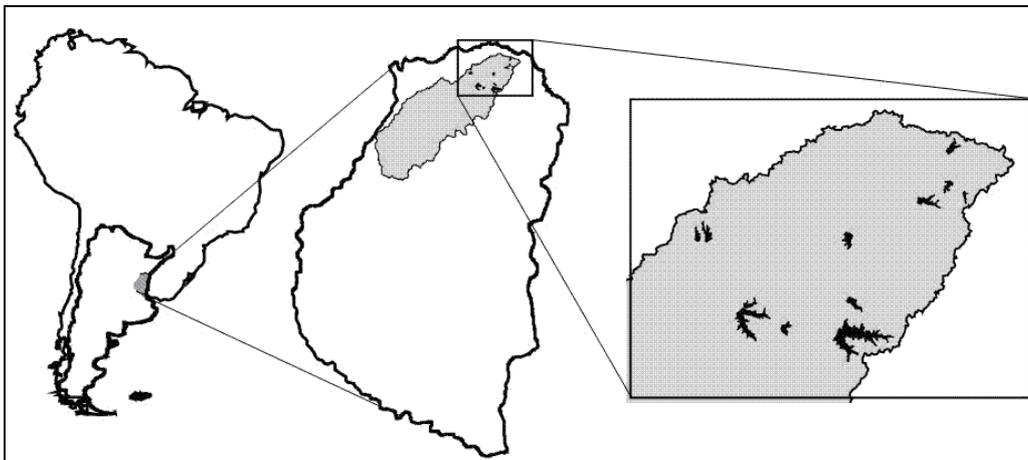
2.1.4.3. Zona arrocera. Embalses para riego

Desde mediados de la década de los `90 se ha comenzado a desarrollar la construcción de represas para almacenar los excedentes de escorrentía superficial con destino a riego, en la zona norte de la provincia de Entre Ríos. Existen, aproximadamente, más de 60 represas en uso y varias en proyecto. La gestión sustentable de los embalses involucra una particular atención de tales sistemas en relación a los destinos asignados al agua, tanto en el propio reservorio como aguas abajo de éstos (Trento y colaboradores, 2002 y Armengol y colaboradores, 2009). Se considera que el uso del agua superficial garantizaría la sustentabilidad de los sistemas acuíferos de la provincia y permitiría un adecuado crecimiento del área irrigada basado en recursos hídricos superficiales. (Duarte y colaboradores, 2005).

Los recursos hídricos superficiales del área en estudio son abundantes y de buena calidad, pero de muy irregular distribución. Las mejores condiciones para su uso posterior sólo se podrán lograr con represas de almacenamiento (Lenzi y colaboradores, 2005).

Duarte y colaboradores, en su trabajo "Gestión Integrada de cuencas hidrográficas: evaluación agrohidrológica de embalses de almacenamiento con destino a riego en la cuenca del A° Feliciano (Entre Ríos, Argentina)", afirman que los principales parámetros a tener en cuenta para la utilización del agua para riego son su contenido de sales y la concentración de sodio, con el correspondiente efecto osmótico y disminución del rendimiento de los cultivos. El riesgo de salinidad y sodicidad se basa en índices que expresan la concentración de sales del agua y los más utilizados son la Conductividad Eléctrica (CE) y la Relación Adsorción Sodio (RAS). El análisis bacteriológico de las aguas permite evaluar las condiciones actuales, establecer pautas y/o normas para su utilización. En el Gráfico N° 16 se observa la ubicación de las represas estudiadas por Duarte y colaboradores.

Gráfico N° 16. Ubicación relativa de las represas estudiadas por Duarte y colaboradores (2005)



En el mismo trabajo los autores, realizaron un relevamiento de los embalses y determinaron que la totalidad de las represas usadas para el riego agrícola son de material suelto (de tierra) con cuerpos homogéneos, impermeables, cumpliendo las condiciones de estanqueidad.

Duarte y colaboradores (2005) relevaron un total de doce represas del norte de la cuenca del A° Feliciano, en las áreas cercanas a las localidades de Los Conquistadores y Federal. En las mismas se obtuvieron muestras de agua para análisis físico-químico, y se seleccionaron dos de ellas, para monitorearlas a lo largo de tres años, a fin de realizar análisis bacteriológicos. Cada punto de muestreo fue posicionado geográficamente utilizando un GPS. Los parámetros físico-químico analizados fueron: cloruros, calcio, sodio, magnesio, carbonatos, bicarbonatos, conductividad eléctrica, pH y en cuanto al análisis bacteriológico, se observaron bacterias Coliformes Totales (CT) y Coliformes Fecales (CF). De los análisis físico-químicos y bacteriológicos obtenidos se observa que, a pesar de haber diferencias entre los valores hallados en los distintos muestreos, los mismos se hallan dentro de los parámetros de calidad de aguas para riego de represas. Las calidades físico-químicas y bacteriológicas de las agua de represas en la cuenca del A° Feliciano no presentan limitaciones para el uso agropecuario, pero sí limitaciones para uso recreativo, en cuanto a su contenido bacteriológico.

2.1.5. Aspectos socioeconómicos

2.1.5.1. Población

La población total de la provincia de Entre Ríos, según datos del Censo 2001 es de 1.156.799 habitantes; de los cuales 105.490, es decir aproximadamente un 9 %, habitan la cuenca del A° Feliciano. En la Tabla N° 7 se observa la distribución de la población de la cuenca por departamento; como puede observarse, el departamento La Paz concentra la mayor cantidad de población de la cuenca, alrededor del 62 %.

Tabla N° 7. Población por departamento, según Censo 2001

Fuente: <http://www.entrerios.gov.ar/dec/boletine/2002/boloct02.pdf>

Departamento	Habitantes
Feliciano	14.508
Federal	24.937
La Paz	66.045

2.1.5.1.1. Departamento Feliciano

El Departamento Feliciano, con una superficie de 299.800 Ha, forma parte del territorio más pobre de la Provincia de Entre Ríos, denominado Centro Norte, fitogeográficamente caracterizado por el dominante monte del espinal. En este contexto, este departamento se destaca por los altos índices de ruralidad. Según los últimos censos, su población se fue masculinizando y envejeciendo a

consecuencia de las fuertes migraciones hacia centros urbanos, como resultado de la pobreza estructural, desocupación, analfabetismo y desnutrición.

La actividad económica productiva tradicional es la ganadería de cría bajo monte nativo. Sin embargo, durante las décadas del '50 y '60 se produjo un auge del cultivo de algodón y arroz, lo que decayó por las recesiones de los mercados internacionales a mediados de los años 70, sumiendo a la región en un mayor deterioro, situación que se prolongó en el tiempo.

El proceso de globalización creciente, tanto económico como social y cultural, acentuó aún más la marginalidad de la población. Como fenómeno general en el país, la agriculturización en respuesta a los buenos precios internacionales y a la tecnología de siembra directa, generó una fuerte caída en los rodeos ganaderos. Si bien en el departamento Feliciano las condiciones agroecológicas permitieron que sólo un 15 % de la superficie agropecuaria se trasladara a la actividad agrícola, la presión sobre la tierra en ese y otros departamentos, operó en detrimento de la ganadería. La crisis en la producción característica de la región, la descentralización del Estado y las medidas de desregulación del mercado de trabajo entre otras, provocaron incrementos en los índices de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), desempleo, desnutrición y mortalidad. A consecuencia de ello, se incrementaron también las migraciones de jóvenes y mujeres fundamentalmente desde Feliciano hacia los centros urbanos de la Provincia de Entre Ríos y fuera de la misma. (http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/cecain/articulos/82807_061128_desa.htm)

2.1.5.1.2. Departamento Federal

La ciudad de Federal, cabecera del departamento del mismo nombre, se encuentra ubicada a 200 km de Paraná y a 500 km de la ciudad de Buenos Aires, tiene 19.000 habitantes

Por mucho tiempo, el ferrocarril, hasta que fue privatizado, constituía una gran fuente de trabajo para toda la población de Federal, además de transporte y comunicación.

El departamento Federal, es una región ganadera por excelencia. Las principales razas de bovinos en el departamento son: Aberdeen - Angus, Heresford y Shorton. La cría de ovinos, constituye otra actividad de gran importancia. En lo que a agricultura respecta, se produce arroz y, en menor escala, maíz, lino y girasol.

2.1.5.1.3. Departamento La Paz

El departamento La Paz es el quinto más extenso de la provincia, con una superficie de 6.500 km², y también el quinto más poblado, con 66.045 habitantes (censo de 2001 INDEC). Limita al oeste con la Provincia de Santa Fe, al norte con la Provincia de Corrientes, al sur con los departamentos de Paraná y Villaguay y al este con los departamentos de Feliciano y Federal.

La Ciudad de La Paz es la cabecera del Departamento del mismo nombre. Tiene una población total de 22.675 habitantes (censo 2001) y está ubicada sobre la RNN°12, al noroeste de la Provincia de Entre Ríos, sobre el Río Paraná.

Entre sus principales actividades productivas, se destacan el desarrollo turístico, la pesca deportiva y comercial, la agricultura (principalmente, soja, maíz, trigo y horticultura), la ganadería (con presencia de porcinos, vacunos, y aves), así como un sector comercial de gran relevancia y en expansión, con más de 1.300 comercios inscriptos en la Base de Seguridad e Higiene Municipal. La industria textil también resulta de envergadura en términos del empleo a nivel local, ocupando unas 300 personas aproximadamente. (<http://www.lapaz.gov.ar/>)

2.2. Etapa 2: Caracterización del sistema hídrico

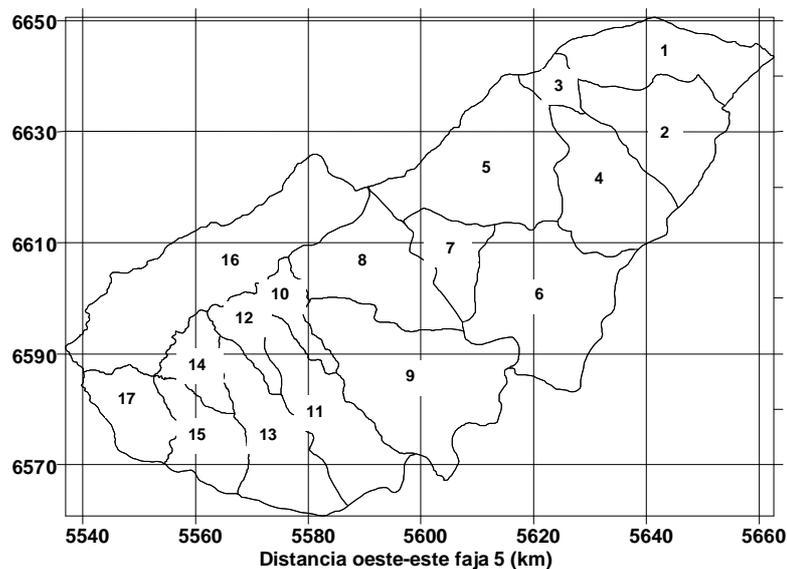
2.2.1. Recursos Hídricos

2.2.1.1. Recursos hídricos superficiales

El sistema hídrico del A° Feliciano, posee un área de 5.488 km² y está ubicado al noroeste de la provincia de Entre Ríos. El arroyo corre por una llanura aluvial de contornos irregulares, presentando un ancho variable entre 40 y 120 m y una longitud de 157 km hasta la sección de control en Paso Medina, con una pendiente media de 0,000256. Existen registros hidrométricos del A° Feliciano en Paso Medina, desde enero de 1975 hasta la fecha. El caudal medio de la serie es de 52,93 m³/s, con un máximo de 2.253 m³/s en 1998 (Estadística Hidrológica de la República Argentina, 2004). Los afluentes más importantes del A° Feliciano son, desde margen derecha es el A° Estacas; mientras que desde la margen izquierda se encuentran: A° Víboras, Quebracho, Puerto, Estacas, Achiras, Del Yeso, Grande, Don Gonzalo y Alcaraz.

Zucarelli y colaboradores (2006) A partir de un análisis de la dinámica hídrica superficial efectuado a partir de las cartas IGM (escala 1:100.000) y de fotografías aéreas, realizó una división de la cuenca en 17 subcuencas, tal como se observa en el **Gráfico N° 17**.

Gráfico N° 17. Subcuencas del A° Feliciano



Para efectuar la división en subcuencas y segmentos de cuenca, fueron consideradas características homogéneas de áreas, pendientes, cobertura vegetal, suelos y densidad de drenaje (Barrera y colaboradores, 2002). La Tabla N° 8 presenta las características principales de las 17 subcuencas.

Tabla N° 8. Características principales de las subcuencas

Subcuenca	Área (km ²)	Longitud Curso principal (km)	Pendiente Media Subcuenca (E-02)	Pendiente Media Curso Principal (E-03)
1	314,90	38,00	0,37	0,50
2	327,10	30,90	0,38	0,69
3	66,70	7,00	0,25	0,21
4	369,00	38,20	0,15	0,60
5	555,70	36,10	0,25	0,32
6	563,20	33,20	0,25	0,70
7	164,70	18,80	0,32	0,34
8	386,10	25,80	0,46	0,21
9	642,40	47,40	0,47	0,54
10	89,80	8,50	0,51	0,16
11	33450	38,30	0,47	0,82
12	113,40	12,10	0,75	0,19
13	320,70	28,10	0,52	1,21
14	127,00	15,90	0,81	0,17
15	198,60	23,80	0,60	1,46
16	738,50	56,00	0,48	0,66
17	175,80	13,30	0,70	0,22

La cuenca cuenta con un total de 19 pluviómetros. En la Tabla N° 9 se puede observar su ubicación.

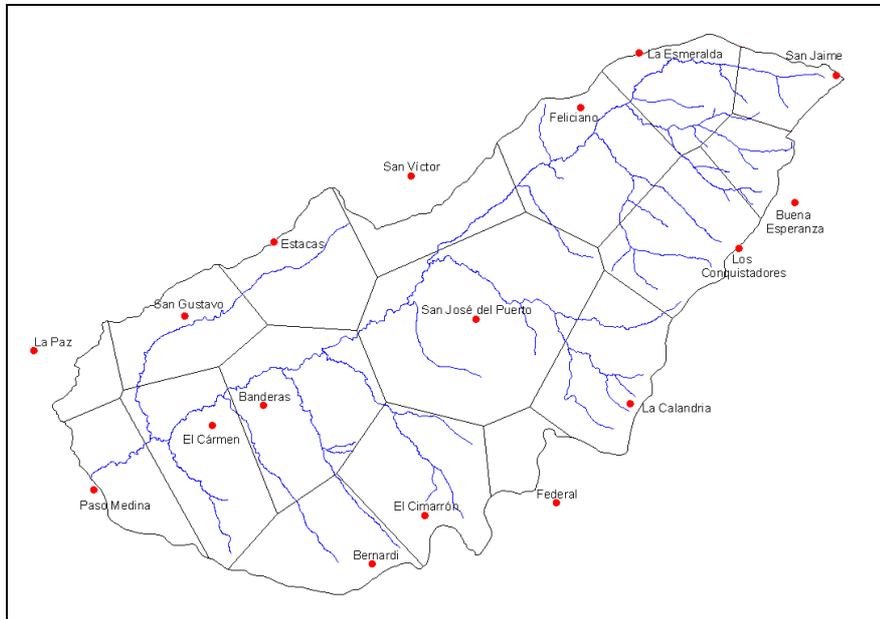
Tabla N° 9. Ubicación de las estaciones pluviométricas de la cuenca

Estación	Localidad	Latitud	Longitud
Estacas	Estacas	30°35' 02"	59°16' 08"
San Gustavo	San Gustavo	30°41' 28"	59°23' 14"

Estación	Localidad	Latitud	Longitud
Estancia Santa María	Estancia Santa María	30°35' 27"	58°43' 00"
San Juan del Puerto	San Juan del Puerto	30°41' 28"	58°54' 27"
La Calandria	La Calandria	30°45' 49"	58°36' 44"
El Cimarrón	El Cimarrón	30°59' 27"	58°58' 41"
La Esmeralda	La Esmeralda	30°17' 33"	58°39' 21"
Feliciano	Feliciano	30°23' 00"	58°44' 00"
Atencio	Atencio	30°37' 53"	58°38' 37"
Las Garzas	Las Garzas	31°26' 00"	59°44' 00"
Alcaraz N	Alcaraz N	31°19' 00"	59°45' 00"
Banderas	Banderas	30°49' 29"	59°14' 01"
El Carmen	El Carmen	30°51' 00"	59°22' 00"
Yeso Oeste	Yeso Oeste	31°01' 00"	59°26' 00"
La Verbena	La Verbena	31°25' 11"	58°33' 59"
Colonia Avigdor	Colonia Avigdor	31°11' 04"	59°24 ' 02"
Centenario	Centenario	30°32' 00"	59°08' 00"
Paso Medina	Paso Medina	30°55' 00"	59°33' 00"
La Lila	La Lila	31°06' 21"	59°30' 10"

Morresi y colaboradores (2006) en su trabajo "*Identificación de pluviómetros críticos en una red densa*" analizaron cuales son los puntos críticos de la red pluviométrica de la cuenca del A° Feliciano. En el Gráfico N° 18 se observa la ubicación de los pluviómetros y los polígonos de Thiessen determinados en el trabajo antes mencionado.

El trabajo consistió en tomar datos pluviométricos diarios de 17 estaciones de la cuenca según se detalla: La Paz, Paso Medina, San Gustavo, San Víctor, Estacas, El Carmen, Conscripto Bernardi, Banderas, El Cimarrón, Federal, San Juan Del Puerto, La Calandria, Los Conquistadores, Buena Esperanza, San Jaime, Feliciano, La Esmeralda; proporcionados por la Dirección Provincial de Obras Hidráulicas de Entre Ríos, (DPOHER), con una longitud de registro de 1958-2003. La estación Feliciano pertenece al Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y posee un periodo de registro de 1986-2003.

Gráfico N° 18. Red pluviométrica y polígonos de Thiessen de la cuenca del A° Feliciano**Fuente: Morresi y colaboradores (2006)**

Del análisis se seleccionaron 12 tormentas con redes densas que variaban desde los 17 pluviómetros hasta 12 pluviómetros, cuyas características se muestran en la **Tabla N° 10**.

Tabla N° 10. Características de las tormentas analizadas

Fecha/duración	Precipitación media areal (mm)	Cantidad de pluviómetros (red densa)	Pluviómetro de mayor precipitación	Pluviómetro de mayor área de influencia
29-3-87 al 1-4-87 (4 días)	124	17	C. Bernardi 203 mm	S. J. del Puerto 890 km ²
21-9-88 al 27-9-88 (7 días)	99	17	El Carmen 140 mm	S. J. del Puerto 890 km ²
7-4-02 al 12-4-02 (6 días)	144	14	El carmen 211 mm	Banderas 714 km ²
5-1-98 al 8-1-98 (4 días)	98	12	Federal 201 mm	Federal 1.013 km ²
26-1-98 al 30-1-98 (5 días)	180	12	Paso medina 274 mm	Federal 1013 km ²
5-3-98 al	303	12	San Víctor	Federal

Fecha/duración	Precipitación media areal (mm)	Cantidad de pluviómetros (red densa)	Pluviómetro de mayor precipitación	Pluviómetro de mayor área de influencia
9-3-98 (5 días)			404 mm	1.013 km ²
26-6-99 al 29-6-99 (4 días)	168	15	Banderas 244 mm	Banderas 650 km ²
23-1-94 al 25-1-94 (3 días)	92	14	El Carmen 180 mm	La Calandria 666 km ²
29-10-93 al 1-11-93 (3 días)	159	14	Federal 247 mm	La Calandria 666 km ²
4-6-84 al 8-6-84 (5 días)	56	14	San Jaime 19 mm	S. J. del Puerto 1.141 km ²
31-3-84 al 2-4-84 (3 días)	134	14	Federal 198 mm	S. J. del Puerto 1.141 km ²
20-2-84 al 25-2-84 (6 días)	120	14	San Gustavo 212 mm	S. J. del Puerto 1.141 km ²

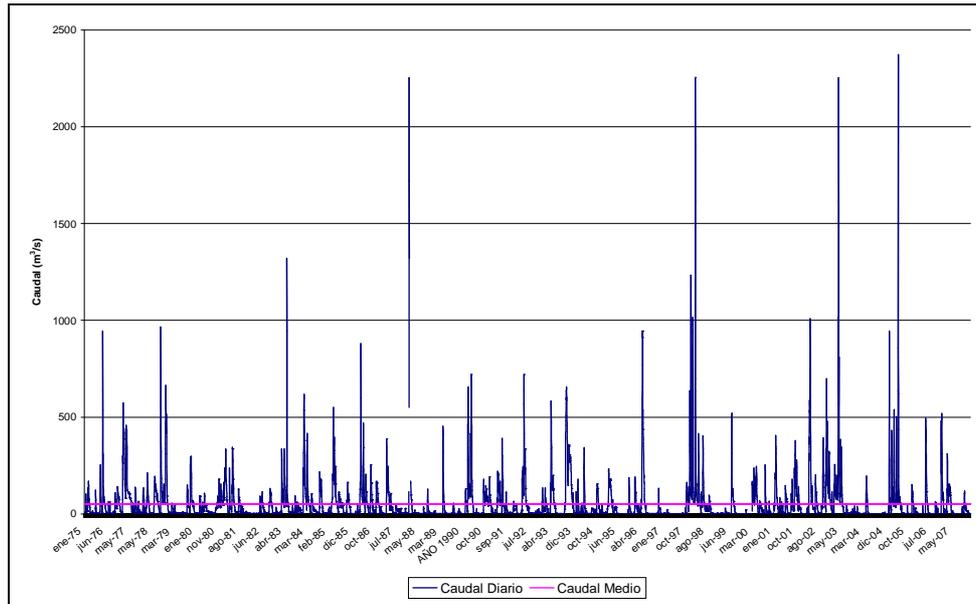
En el mencionado trabajo de Morresi y colaboradores (2006) se concluyó lo siguiente: *“La identificación de los puntos críticos de la red es de gran utilidad a la hora de implementar una red de monitoreo para la planificación y gestión futura de los recursos hídricos. Mediante la aplicación de un método sencillo de estimación de la incertidumbre asociada a los datos de precipitación, se detectaron los puestos pluviométricos de mayor influencia en la cuenca del arroyo Feliciano. Es fundamental la información proveniente del centro de la cuenca. Se observa una relación directa entre el área de influencia del pluviómetro y el error relativo en el hietograma medio de la cuenca cuando es un dato faltante. El análisis permitió acotar los errores relativos y agrupar tormentas que mostraban un comportamiento similar.”*

La cuenca posee una sección de aforo en Paso Medina, localizada a 20 km de la desembocadura del A° Feliciano al Río Paraná (esta ubicación permite evitar la influencia del remanso en situaciones de crecidas del Río Paraná), perteneciente la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación (SSRH) y operada actualmente por el empresa EVARSA. En dicha sección se realizan mediciones diarias de nivel del arroyo desde el año 1975, por lo que se cuenta con esos datos para calcular el caudal que el arroyo aporta el Paraná. En la se observan sintetizados los datos relacionados a la sección de medición y en el Gráfico N° 19 se observa la serie completa de datos, en año hidrológico; y en el Gráfico N° 19 el caudal obtenido a partir de la serie de altura, también en año hidrológico.

Tabla Nº 11. Datos hidrométricos. Fuente: Lenzi (2009)

Curso de agua Paso Medina	Lugar de medición	Variable	Período de Registro
A° Feliciano	Paso Medina	Caudal diario	1975 – Al Presente

Gráfico Nº 19. Caudales en Paso Medina, A° Feliciano, obtenidos a partir de la serie de niveles del arroyo, 1975 – 2007



Como puede observarse en el Gráfico Nº 19 la cuenca ha tenido varios valores de caudal que superan los 2.000 m³/s, en al menos 4 oportunidades (1988, 1998, 2003 y 2005). En la Tabla Nº 12 y en el se observan los valores anuales extremos máximos, mínimos y medios de la serie.

Tabla Nº 12. Valores de caudales anuales extremos y medios de la serie completa

	Caudal (m ³ /s)		
	Máximo	Mínimo	Medio
1975	169,86	1,24	23,96
1976	945,01	0,96	45,12
1977	573,09	1,89	89,56
1978	965,40	0,48	95,79
1979	298,62	1,24	28,58
1980	178,79	1,69	26,45
1981	343,64	1,00	55,12
1982	132,46	1,29	17,25
1983	1.321,38	0,61	51,46
1984	618,24	1,24	69,53
1985	550,85	0,96	58,26

	Caudal (m ³ /s)		
	Máximo	Mínimo	Medio
1986	881,06	0,61	70,00
1987	388,37	0,79	26,93
1988	2.253,90	1,00	28,40
1989	453,30	0,92	14,99
1990	721,43	0,61	75,93
1991	390,09	0,61	42,70
1992	721,43	0,45	46,29
1993	656,73	0,45	99,82
1994	342,26	0,68	28,00
1995	234,42	0,42	28,61
1996	945,01	0,45	57,94
1997	637,05	0,29	21,61
1998	2.253,90	0,54	118,29
1999	521,35	0,21	16,88
2000	253,26	0,16	43,36
2001	406,26	0,25	65,02
2002	1.007,96	0,25	114,41
2003	2.253,90	0,455	87,86
2004	195,74	0,02	6,88
2005	2.373,64	0,00	83,20
2006	518,54	0,00	32,70
2007	310,83	0,10	31,26

Gráfico N° 20. Valores de caudales anuales de la serie 1975 - 2007

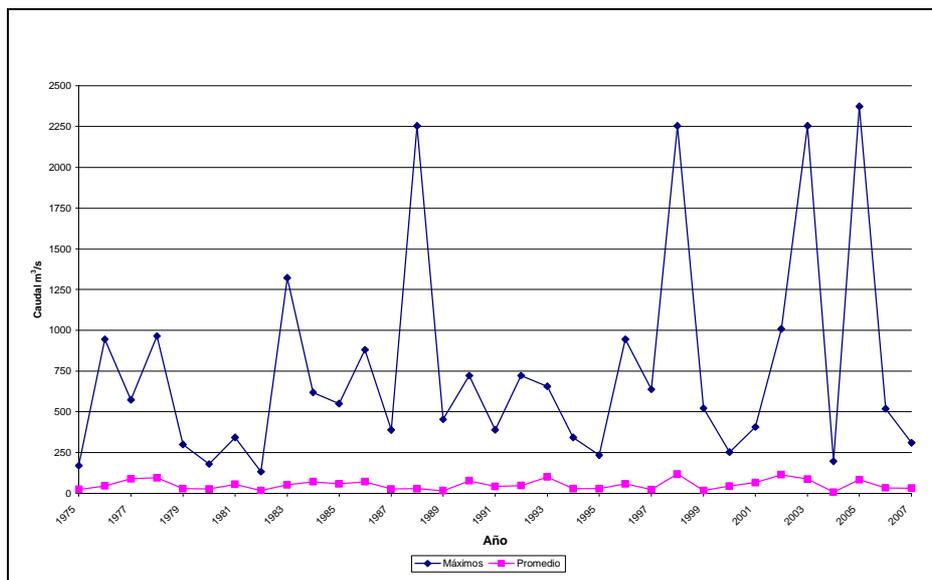
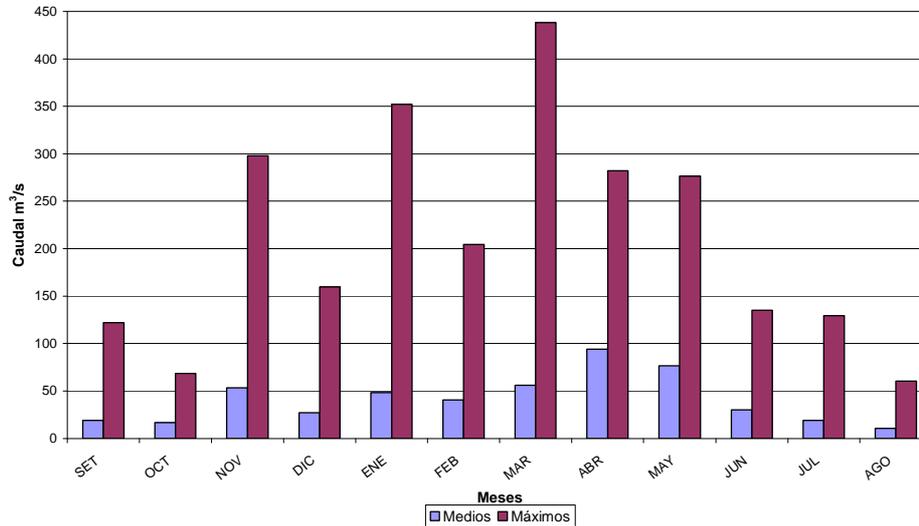


Gráfico N° 21. Valores caudales mensuales de la serie

Por su parte en la Tabla N° 13, organizada a partir del año hidrológico, y en el Gráfico N° 21 se observan los valores mensuales máximos, mínimos y medios de la serie disponible.

Tabla N° 13. Caudales medios mensuales (m³/s). A° Feliciano en Paso Medina

	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
MED	19,00	16,60	53,2	26,90	48,30	40,50	55,90	94,10	76,50	29,90	19,20	10,60
MAX	122,10	68,50	297,8	159,60	352,00	204,40	438,20	282,10	276,60	134,90	129,30	60,30
MIN	0,30	0,30	0,4	0,50	0,60	0,40	0,60	0,50	0,50	0,40	0,50	0,40

2.2.1.2. Recursos hídricos subterráneos

Conforme Tujchneider y Fili (1986), Hidrogeología de la Cuenca del A° Feliciano, provincia de Entre Ríos.

- **Unidad hidrogeológica A:** Esta unidad se corresponde totalmente con las areniscas y basaltos de la Formación Solari. Dentro de ella pueden distinguirse tres subunidades:

- **A₁:** Compuesta por areniscas. Los antecedentes más cercanos provienen de las perforaciones de Guaviyú, Daymán y Arapey, entre otras, realizadas en el oeste de la República Oriental del Uruguay. Allí se explota el acuífero constituido por las areniscas de la Formación Tacurembó (equivalente a Solari), localizadas por debajo de basaltos a profundidades que varían entre 500 y 1.000 m; las aguas son mesotermales (39°- 42°C), bicarbonatadas sódicas, con salinidad media de 500 ppm, Surgentes y con rendimientos actuales del orden de 120 a 150 m³/h; la

recarga de este acuífero se produce en la parte centro-norte del territorio uruguayo, donde las areniscas se encuentran aflorando, unos 200 km al este del Río Uruguay. Hacia el norte, este acuífero se continúa en el subsuelo de Brasil con similares características hasta la latitud de Uruguayana, correspondiéndose con lo que en ese país se denominan Areniscas de Botucatu. De existir condiciones geológicas semejantes en la región estudiada y de acuerdo a los antecedentes de la vecina orilla, la zona con mayores probabilidades de detectar paquetes importantes de arenisca se localizaría en el extremo noreste de la provincia, entre las nacientes de la cuenca del A° Feliciano y el Río Uruguay, pero a profundidades superiores a los 1.000 m.

- **A₂**: Compuesta por basaltos fisurados y alterados; aflora o está a poca profundidad en las proximidades del Río Uruguay; esta subunidad es acuífera por permeabilidad secundaria y, por ser un medio hidráulico discontinuo, la producción de los pozos es de moderada a baja, no superando por lo general los 20 m³/h; las aguas son de baja salinidad, predominantemente bicarbonatadas calcicas y sódicas. En las áreas periféricas de los cuerpos basálticos suele haber continuidad de acuíferos en fisuras a acuíferos en medios porosos.
- **A₃**: Compuesta por basaltos masivos y potentes; constituye un pasaje en profundidad y hacia el este de la subunidad anterior y se comporta como el basamento acuífugo de la región.

- **Unidad hidrogeológica B**: Esta unidad se corresponde en su totalidad con lo descrito como Formación Yeruá, compuesta principalmente por material sarnítico. De características predominantemente acuíferas, probablemente está integrada por varios horizontes productivos; su extensión es regional pero, como puede apreciarse en el esquema hidrogeológico, a medida que se va haciendo más profundo hacia el oeste sus condiciones hidráulicas e hidroquímicas desmejoran.

En San Jaime de la Frontera, la perforación Arrocería El Yacaré alcanzó el techo de la unidad aproximadamente a cota -15 y penetró 22 m en el acuífero; el nivel de agua ascendió hasta 4 m bajo boca de pozo, es decir un nivel piezométrico de aproximadamente +65 m; el pozo fue bombeado ininterrumpidamente por el lapso de 48 días a un caudal de 250 m³/h sin que se observaran disminuciones en su rendimiento.

En San José de Feliciano el techo del acuífero profundo se encuentra aproximadamente a cota -57 m y la perforación N° 3 del Servicio Provincial de Agua Potable penetró en él unos 14 m; el nivel estático ascendió hasta 15 m bajo boca de pozo, siendo el nivel piezométrico aproximado +53; esta capa se explota en forma conjunta con otras localizadas más arriba porque su rendimiento es bajo; probablemente esto se deba más que a las características hidráulicas de la formación a la baja eficiencia de la obra de captación.

En Estacas el techo de la unidad se encuentra a cota -220 m y se detectó un acuífero con 65 m de espesor con agua ascendente hasta 25 m bbb, es decir un nivel estático de aproximadamente +40 m.

No se poseen datos sobre las características hidráulicas de la unidad pero por las características granométricas y los rendimientos en la zona de cabecera de la cuenca las permeabilidades son relativamente altas (35-45 m/d) y decrecen marcadamente hacia el oeste por disminución del tamaño de grano y aumento de la densidad.

Como puede observarse los niveles piezométricos descienden de este a oeste; la recarga debe producirse en las proximidades del Río Uruguay donde la unidad se encuentra muy próxima a la superficie; la descarga natural seguramente opera por escurrimiento profundo en el valle aluvial del Río Paraná.

La composición química de las aguas es bicarbonatada sódica en San Jaime de la Frontera y San José de Feliciano y clorurada sódica en Estacas y la salinidad total que en la primera localidad es de alrededor de 800 ppm y en Feliciano algo más de 1.000 ppm, que pasa en Estacas a más de 65.000 ppm.

- **Unidad hidrogeológica C:** Esta unidad integra a las Formaciones Pay Ubre, Fray Bentos y al miembro basal de la Formación Paraná. El conjunto constituye un paquete sedimentario que aumenta su potencia notablemente de este a oeste y su comportamiento hidráulico varía en el mismo sentido desde predominantemente acuitado, con intercalaciones de algunas capas acuíferas de poco espesor, hasta francamente acuicludo en el extremo occidental.

En San Jaime de la Frontera el techo de la unidad se localiza aproximadamente a cota 45 m; tiene una potencia de casi 60 m y solo se detectó la presencia de capas acuíferas de algunos decímetros en la parte más profunda.

En Los Conquistadores comienza alrededor de cota 40 m pero no se conoce el espesor total. Aquí se localizó una capa acuífera también en la parte predominantemente calcárea (cota 20 m, aproximadamente), con 10 m de potencia y el nivel ascendió hasta 26 m bajo boca de pozo, es decir un nivel piezométrico de +49 m.

En San José de Feliciano la unidad se encuentra entre cotas 34 m y -57 m, con un espesor de algo más de 90 m; presenta tres capas productivas, la mayor de casi 10 m de potencia, separadas por sedimentos acuitados de similar espesor y el agua asciende hasta 15 m bajo boca de pozo, conformando el conjunto un acuífero multiunitario.

En Estacas la unidad comienza a cota -12 m y tiene una potencia de casi 180 m compuesta fundamentalmente por arcillas verdes y pardas con yeso en los dos tercios superiores y calcáreos y areniscas calcáreas en la parte inferior; en esta última se localizó una capa acuífera de 2 m a cota aproximada -200 m y el agua ascendió hasta 44 m bajo boca de pozo.

A orillas del Río Paraná, entre Pueblo Brugo y La Paz, el techo de la unidad se encuentra entre cotas -37 m y -55 m y su potencia supera los 400 m.

En los niveles piezométricos de las capas acuíferas detectadas en esta unidad también se observa sentido general del escurrimiento hacia el valle del Río Paraná.

El análisis de agua realizado en Los Conquistadores da una constitución bicarbonatada sódica con 780 ppm de sales totales; según el control efectuado cuando se realizó la perforación en Estacas, el agua es clorurada sódica, con casi 70 g/l de sales totales.

- **Unidad hidrogeológica D:** Integran esta unidad la parte superior de la Formación Paraná y las Formaciones Salto Chico e Ituzaingó, compuestas predominantemente por arenas; ellas conforman el cuerpo acuífero más importante de la mayor parte de la región considerada.

Como puede observarse en el esquema hidrogeológico, la unidad aumenta su espesor moderadamente hasta aproximadamente el meridiano 59° y desde allí hacia el oeste con la incorporación de la Formación Paraná se incrementa notoriamente. Alcanza en la ribera del Río Paraná un máximo de 50 m.

El techo se encuentra a cotas que varían desde 55 m en San Jaime de la Frontera hacia valores del orden de 25 m en las orillas del Paraná; los mínimos se registran entre Conscripto Bernardi y Bovril.

La secuencia completa de la unidad está integrada por arenas finas a muy finas con intercalaciones de arcilla en capas milimétricas, concreciones calcáreas y niveles de arena fina cementada. Hacia abajo se pasa a arenas finas y medianas, limpias, con tamaño de grano en aumento hasta llegar a niveles delgados, gravillosos.

En algunos lugares puede observarse un pase gradual de arenas amarillas, predominantemente medianas, a arenas grises y blanquecinas finas, con capas delgadas y discontinuas de arcillas verdes. Continúan luego arenas donde predomina el tamaño mediano y grueso; en otros casos se presentan, directamente por debajo, habría dos sentidos principales del escurrimiento subterráneo desde la cuenca, uno hacia el Río Paraná y otro hacia el Río Gualaguay.

En lo que hace a la recarga, se considera que ésta es local y se produce fundamentalmente en aquellos lugares en que la erosión ha degradado fuertemente o eliminado la capa confinante.

Prevalecen dos tipos de agua: bicarbonatadas sódicas y sulfatadas sódicas. Las primeras se encuentran presentes en un 80 % del área y las segundas se localizan en la porción centro meridional e inferior de la cuenca, coincidentemente con la presencia en esos lugares de abundante cantidad de yeso en la Formación Hemandarías. El agua bicarbonatada cálcica se encuentra en perforaciones próximas a cursos de agua en los que el techo de la unidad aflora o está muy cercano a la superficie y siempre subordinada a las dos grandes familias definidas precedentemente.

- **Unidad hidrogeológica E:** Con esta unidad, que comprende a las Formaciones Alvear, Hernandarias y demás sedimentos sobrepuestos, culmina la columna hidrogeológica.

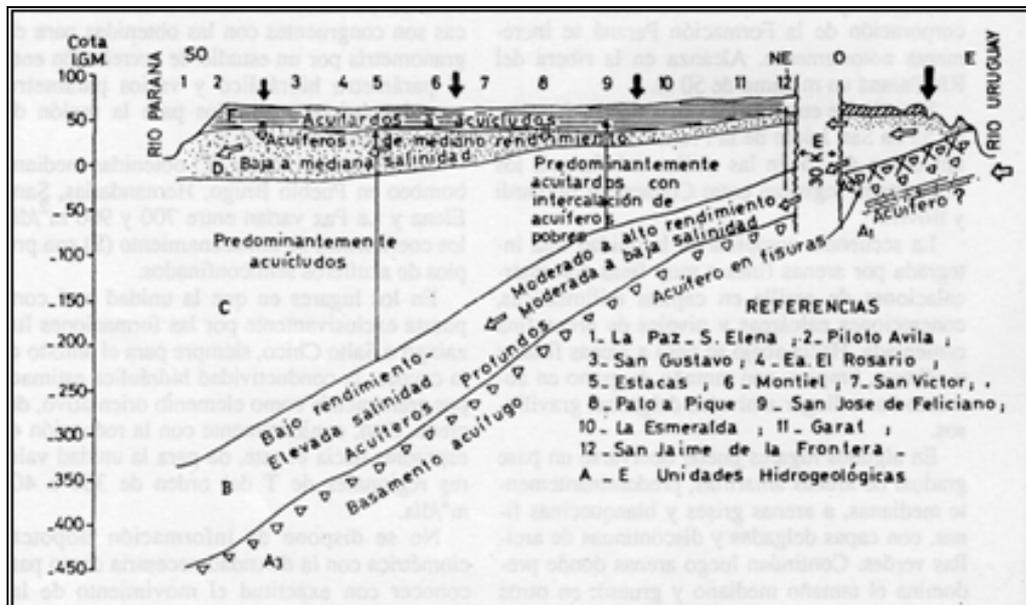
Por su extensión areal, potencia, constitución y posición en la columna, tiene una importancia fundamental en la hidrología superficial y subterránea de la cuenca.

En lo que respecta al comportamiento hidráulico, a diferencia de lo que ocurre en la unidad infrayacente, predominan las variaciones verticales sobre las areales, de tal modo que puede dividirse en dos partes. La parte superior, con un espesor medio que varía entre 5 y 10 m es predominantemente acuitarda y contiene a un acuífero freático de muy bajo rendimiento; la parte inferior, más potente va acentuando en profundidad su carácter acuícludo y actúa como capa semiconfinante hasta confinante del acuífero principal.

La presencia abundante de material calcáreo, yeso y cenizas volcánicas en la constitución tiene, como se ha visto, marcada influencia en la composición química de las aguas subterráneas de toda la región.

En el Gráfico N° 22 se observa el esquema hidrogeológico regional.

Gráfico N° 22. Esquema Hidrogeológico Regional. Fuente: Tujchneider y Fili, 1986



2.3. Etapas 3: Objetivos de la ordenación del sistema hídrico

A continuación se detalla la problemática de la cuenca:

- Avance de la frontera agrícola, esto se ve reflejado en el aumento de la superficie sembrada (aproximadamente del 55 % en menos de 10 años).
- Disminución de la superficie de bosques y montes nativos

- Traslado de la zona ganadera por avance de la frontera agrícola
- Envejecimiento de la población, provocado por el éxodo de la población joven hacia centros urbanos

Los objetivos de ordenación del sistema hidrológico son los siguientes:

- Regulación del uso del suelo
- Protección de la calidad del suelo
- Disminución del avance de la frontera agrícola
- Conservación y protección de flora y fauna regional
- Disminución de éxodos innecesarios de población

En la Tabla N° 14 se listan los objetivos de ordenación planteados para la cuenca. Básicamente los objetivos serán de tres tipos:

- de carácter agrohidrológico (protección del suelo, disminución de la erosión),
- de sostenibilidad (aumento de la biodiversidad, conservación de ecosistemas);
- socioeconómicos (ordenación ganadera, mantenimiento del uso agrícola)

Tabla N° 14. Objetivos de la ordenación

Objetivos	
De carácter hidrológico forestal	Protección del suelo
	Regulación del uso del suelo
	Control de erosión
De conservación de ecosistemas y aumento de la biodiversidad	Aumento de la biodiversidad
	Conservación y/o restauración de ecosistemas
De carácter socioeconómico	Ordenación ganadera
	Mantenimiento del uso agrícola
	Evitar éxodos innecesarios de población

2.4. *Etapa 4: Definición de actividades para alcanzar los objetivos planteados*

Las actividades a desarrollar en la cuenca, para lograr la ordenación planteada se encuentran detalladas en la Tabla N° 15. Las actividades propuestas son en total 11 y su ejecución permitirá el cumplimiento de los objetivos planteados.

Tabla N° 15. Actividades propuestas

Objetivos		Actividades
De carácter hidrológico forestal	Protección del suelo	1. Repoblación forestal protectora, con especies autóctonas
	Regulación del uso del suelo	2. Evitar avance de frontera agrícola
		3. Monitoreo de embalses existentes para riego
		4. Regulación de la construcción de nuevos embalses
Control de erosión	5. Control de erosión	
De conservación de ecosistemas y aumento de la biodiversidad	Aumento de la biodiversidad	6. Restauración de riberas
	Conservación y/o restauración de ecosistemas	7. Fomentar el turismo ecológico
		8. Determinar áreas de protección de flora y fauna, como por ejemplo reservas ecológicas
De carácter socioeconómico	Ordenación ganadera	9. Acotación de áreas de pastoreo
	Mantenimiento del uso agrícola	10. Mantenimiento del uso agrícola
	Evitar éxodos innecesarios de población	11. Incentivo / mejora actividad rural, calidad de vida

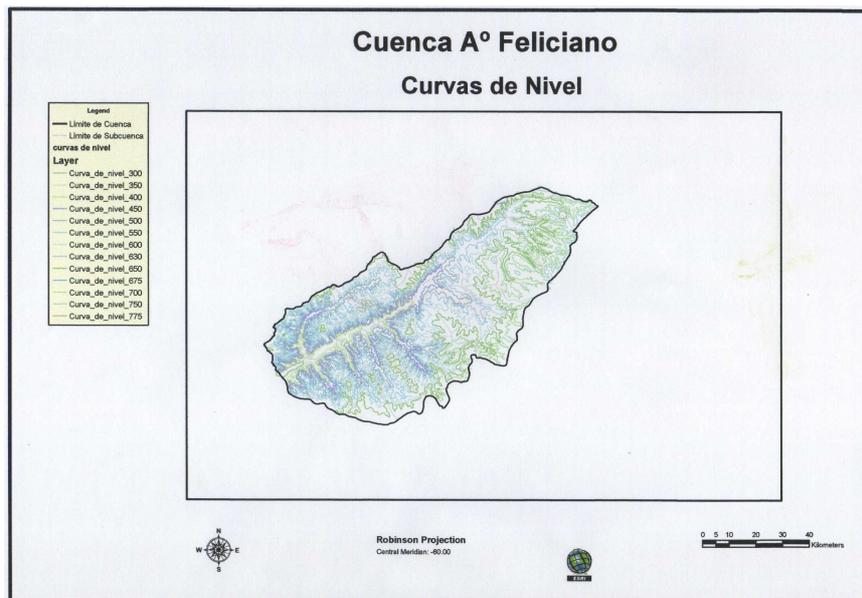
2.5. *Etapa 5: Elaboración de una cartografía temática*

Para el desarrollo de esta etapa se realizaron diferentes capas en un Sistema de Información Geográfica (GIS) utilizando el programa ArcInfo 9.2, de manera de tener disponible la información que sería utilizada en las etapas subsiguientes (Zeiler, 1999; Johnston y colaboradores, 2001). A modo de ejemplo, el Gráfico N° 23 muestra las curvas de nivel. (Sapino, 2008; Olivera y colaboradores, 2006).

La información ingresada, siempre georreferenciada en Datum WGS84 (World Geodetic System 1984), sistema Transversa Mercator y sistema de coordenadas Gauss-Krüger – faja 5, en el GIS ha sido la siguiente:

- Curvas de nivel
- Capacidad de uso de suelo
- Uso de suelo actual
- Pendientes
- Poblaciones
- Límite de cuenca y subcuencas
- Cursos de agua

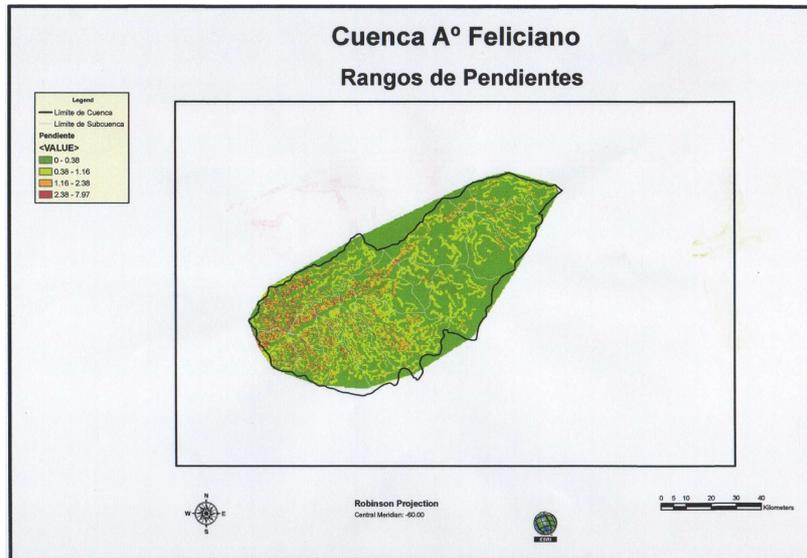
Gráfico N° 23. Curvas de Nivel



A partir de las curvas de nivel se realizó la canalización de los cursos de agua de la cuenca, y luego se obtuvieron dichos cursos. Una vez obtenida esta canalización, uso la información previa de la que se disponía; esto es la subdivisión de cuencas y los cursos de agua (información que se encontraba disponible en formato digital), y se pudo corroborar la coincidencia de ambas (Olivera, 2001).

Nuevamente, con la utilización de las curvas de nivel, fue posible generar un mapa de rangos de pendientes, como se observa en el Gráfico N° 24.

Gráfico N° 24. Rangos de pendientes

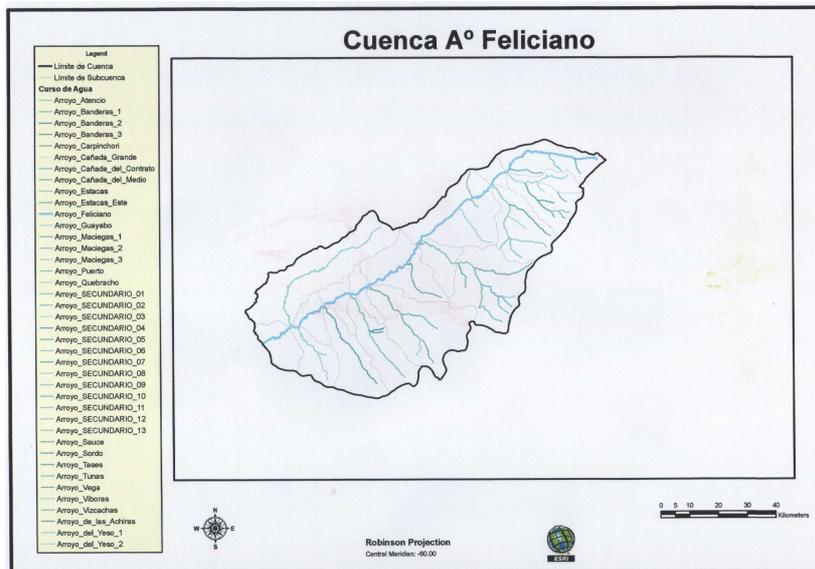


Los rangos de pendientes generados fueron:

- 0 – 0,38
- 0,38 – 1,16
- 1,16 – 2,38
- 2,38 – 7,97

Finalmente, en el Gráfico N° 25 se puede observar la cuenca del A° Feliciano y los cursos de agua. (Aguirre y colaboradores, 2003; Arbuet y colaboradores, 2008; Villalta, 2009)

Gráfico N° 25. Cuenca y cursos de agua



En el Gráfico N° 26 y Gráfico N° 27 se observan las capacidades de uso y usos actuales de suelos, respectivamente, cargados en el GIS, a partir de la digitalización obtenida de los mapas correspondientes.

Toda esta información será de suma importancia para las próximas etapas, ya que en base a la cartografía temática planteada en esta etapa se podrán asignar las áreas para las distintas actividades seleccionadas para el logro de objetivos planteados.

En el Anexo se puede observar, con mejor detalle, la información recopilada en el GIS.

Gráfico N° 26. Capacidades de uso de suelo

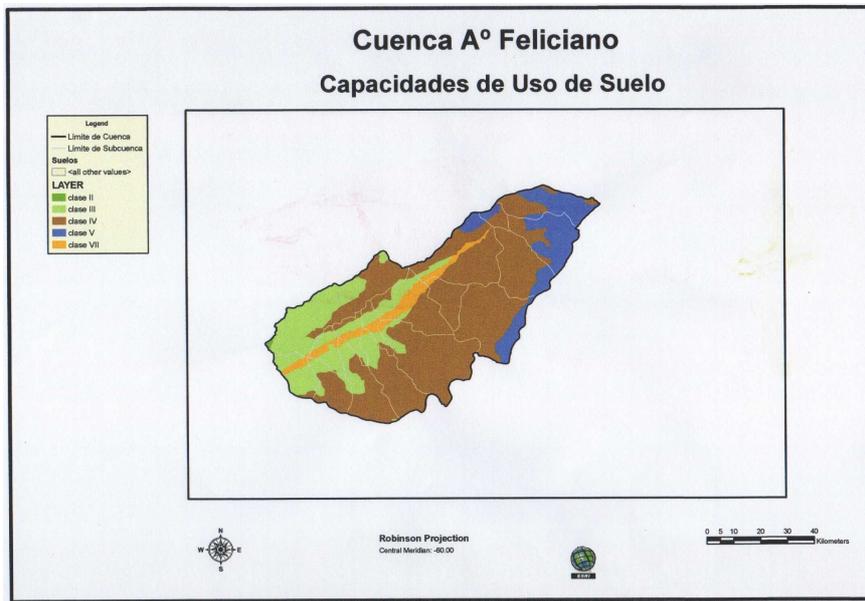
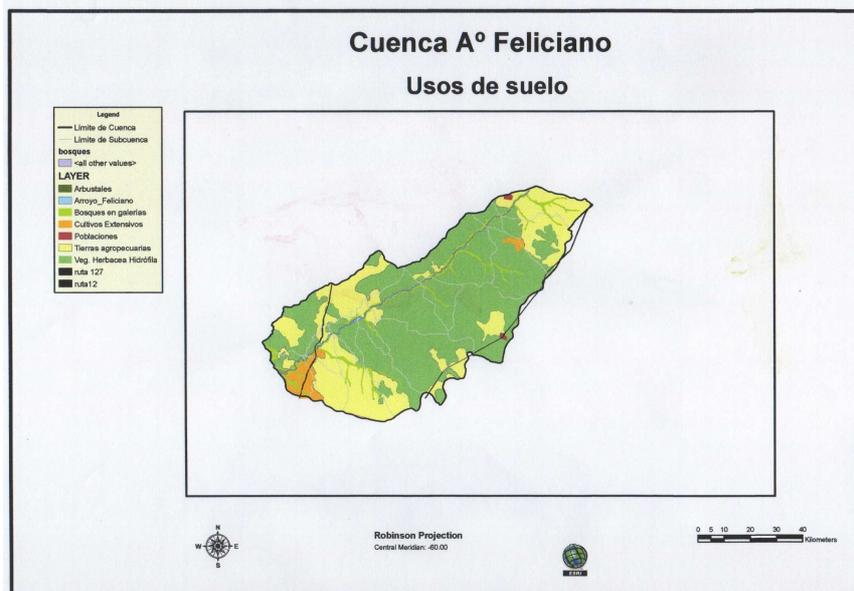


Gráfico N° 27. Usos actuales de suelo



2.6. ***Etapa 6: Estudio de la capacidad de acogida de las actividades. Matriz de capacidad***

La relación entre los elementos² del medio y las actividades³, desde el punto de vista de asignación de usos del suelo, se concretan en dos conceptos: capacidad y grado de conveniencia.

Los elementos del medio tienen un significado distinto según las actividades a desarrollar; por ejemplo, la precipitación podría determinar con que tipo de especies es más conveniente realizar una repoblación forestal. Teniendo en cuenta el conjunto de los elementos se puede determinar la capacidad del medio para llevar a cabo en él determinada actividad; es decir la "aptitud" del medio para admitir cada actividad.

Del total de elementos y procesos que definen el medio físico se consideraron los que eran claves para la actividad (es decir los que posean aptitudes positivas, negativas, o excluyentes para el desarrollo de la actividad). La evaluación de la actividad se realiza en dos subetapas.

La primer subetapa consistió en establecer la relación (**R**) elementos (**e_j**) del medio – actividades (**a_i**). Es preciso establecer las relaciones; **e_j R a_i**; entre los elementos y las actividades, de manera que el resultado de esta relación signifique la capacidad de admisión del territorio para sostener cada una de las actividades. Esta etapa se encuentra sintetizada en una matriz.

La segunda subetapa consistió en establecer la relación conjunto del medio – actividades. A cada sector del territorio le corresponde un tipo de cada elemento (una capacidad de uso de suelo, uso de suelo actual, pendiente de la cuenca, etc.), por lo tanto le corresponde un vector columna por cada actividad. Este vector representa el valor que adopta cada tipo de cada elemento ante la actividad que se consideró. El siguiente paso fue convertir este vector en un escalar que represente la aptitud global del medio para asimilar dicha actividad. Para esto se realizó una suma ponderada en la cual se le asigna un peso w_j^i a cada elemento del medio **j** ante cada una de las actividades **i**.

La capacidad del tipo **j** del elemento **h** ante la actividad **i** estará dada por el producto $w_j^i \cdot p_{jh}^i$. De esta forma se puede obtener la expresión general para obtener la capacidad para una actividad en una unidad territorial homogénea será, como lo expresa la Ecuación N° 1:

$$C_i = \sum_{j=1} w_j^i \cdot p_{jh}^i$$

Ecuación N° 1

donde:

² Ejemplo de elementos: pendiente, uso del suelo, pérdida de suelo, etc

³ Ejemplo de actividades: repoblación forestal protectora, restauración de riberas, mantenimiento de uso agrícola, repoblación para aumentar la biodiversidad, etc

C_i es la capacidad para la actividad i

p_{jh}^i es el valor asignado al tipo h del elemento j ante la actividad i

w_j^i es el peso asignado a cada elemento del medio j ante la actividad i

De esta forma se obtuvo el primer resultado de la metodología: un listado en el que se asigna a cada unidad territorial homogénea m valores indicativos de su capacidad para las m actividades propuestas. Ahora, se agruparon los valores de capacidad obtenidos en un número de clases que pudieran ser manejables. Estas clases definidas permitieron obtener recintos equivalentes de capacidad de asimilación de la actividad considerada. Estas clases se encuentran detalladas en la Tabla N° 16.

Tabla N° 16. Matriz de capacidad

Capacidad	Clase
Baja	valores comprendidos hasta el percentil 25 %
Media	valores comprendidos entre el 25 y el 75 %
Alta	valores superiores al 75 %
Excluyente	no existe capacidad para la actividad

La capacidad ha sido cuantificada para cada tipo o clase de cada elemento, según la escala de valores, p_{jh}^i . La escala de valores se presenta en la Tabla N° 17.

Tabla N° 17. Capacidad, escala de valores, p_{jh}^i

Excluyente	- ∞
Negativo	- 1
Indiferente	0
Positivo	+ 1
Muy positivo	+ 2

La relación de elementos del medio y las actividades, que como se ha mencionado anteriormente, se expresa mediante una matriz de dimensión $m \times n$, donde m corresponde a las actividades propuestas y n a los elementos del medio; es decir que m corresponde a las 11 actividades propuestas en la Tabla N° 14 y n a las 37 clases en las que han sido divididos los 10 elementos (h) seleccionados (Tabla N°18). En el Anexo se detallan cada uno de los valores sintetizados en la matriz de capacidad.

Tabla N°18. Matriz de capacidad

Elementos (h)	Clase (j)	Actividades (i)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Pendiente	0,15 – 0,30	2	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0
	0,30 – 0,60	2	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0
	0,60 – 1,00	2	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0
	1,00 – 1,46	2	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0
Usos de suelo	Cauces	2	2	2	2	2	2	2	2	-∞	0	2
	Arroz	0	-1	2	2	2	-∞	0	-∞	-∞	2	2
	Cereales	0	-1	2	1	2	-∞	0	-∞	-∞	2	2
	Oleaginosas	-1	-1	2	1	2	-∞	0	-∞	-∞	1	2
	Ganadería	1	1	2	1	2	-∞	1	-∞	2	2	2
	Improductivo	-∞	0	0	0	1	1	2	0	0	0	-∞
	Monte natural	2	2	0	-∞	2	2	1	2	-1	-1	2
Capacidad de uso de suelo	III	-1	-1	1	1	2	1	0	-∞	-1	2	2
	IV	-1	-1	1	1	2	1	0	-∞	-1	2	2
	V	2	2	1	-∞	1	1	1	2	0	-1	2
	VII	2	2	1	-∞	1	1	1	-1	2	-1	2
	VIII	2	2	1	-∞	1	1	2	2	0	-1	2
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	1	1	0	0	1	1	0	1	0	-1	0
	Moderada	1	2	0	0	2	2	0	1	-1	-1	-1
	Alta	2	2	0	0	2	2	0	1	-1	-1	-1
Litología	Cretácico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oligoceno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mioceno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Plioceno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pleistoceno	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1
	Depósitos modernos y actuales	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	2
Hidrología Superficial	Calidad	2	2	2	2	2	1	1	2	2	-1	2
	Cantidad	2	2	2	2	2	1	1	2	2	-1	2
Hidrogeología	Calidad	2	2	2	1	2	1	1	2	2	-1	2
	Cantidad	2	2	2	1	2	1	1	2	2	-1	2
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	1	1	0	-1	2	0	2	2	2	0	2

Elementos (h)	Clase (j)	Actividades (i)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Defectiva 40 a 80 %	2	2	0	-1	2	0	1	1	2	0	2
	Ralo < 40 %	2	2	0	-1	-1	0	0	1	2	0	1
Clima	Subtropical húmedo de llanura	1	0	0	0	0	0	2	2	0	1	2
	Templado húmedo de llanura	2	-1	0	0	0	0	2	2	0	1	2
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	2	1	2	-∞	0	1	2	2	-1	2	2
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	2	1	2	-∞	0	1	2	2	-1	2	2
	Población mayor a 30.000 habitantes	2	1	2	-∞	0	1	2	2	-1	2	2

Una vez asignados cada uno de los p_{jh}^i se procedió a la asignación de los pesos a cada celda de la matriz para luego realizar una suma ponderada por columna.

Se asignaron pesos iguales a todas las componentes de cada columna y los elementos con capacidad excluyentes no fueron tenidos en cuenta dentro de la asignación de pesos. Así se obtuvo el siguiente vector como resultado

$$C_j = \sum w_j^i \times p_{jh}^i = (1,22; 0,81; 0,89; 0,67; 1,24; 0,97; 0,73; 1,09; 0,30; 2,16; 1,28)$$

donde C_j es el valor de la capacidad para la actividad i .

Para la obtención de los cuartiles se ordenan los valores del vector de menor a mayor; luego se efectúa la suma acumulada de los valores y por último se busca el lugar que ocupa cada cuartil mediante la Ecuación N°2:

$$Q = \frac{k \cdot N}{4}$$

Ecuación N°2

Donde:

Q= cuartil

$k= 1, 2, 3$

N= sumatoria acumulada

De esta forma, se determina el grado de capacidad de cada actividad, el cual se resume en la Tabla N° 19

Tabla N° 19. Grado de capacidad de cada actividad

Capacidad	Clase	Actividad
Baja	valores comprendidos hasta el percentil 25 %	2. Evitar avance de frontera agrícola 4. Regulación de la construcción de nuevos embalses 7. Fomentar el turismo ecológico 9. Acotación de áreas de pastoreo
Media	valores comprendidos entre el 25 % y el 75 %	3. Monitoreo de embalses existentes para riego 6. Restauración de riberas 8. Determinar áreas de protección de flora y fauna, como por ejemplo reservas ecológicas
Alta	valores superiores al 75 %	1. Repoblación forestal protectora 5. Control de erosión 10. Mantenimiento del uso agrícola 11. Incentivo / mejora actividad rural, calidad de vida
Excluyente	no existe capacidad para la actividad	-

2.7. Etapa 7: Estudio del grado de conveniencia de dichas actividades para el medio. Matriz de grado de conveniencia

El grado de conveniencia debe vincularse con la sustentabilidad de la zona, es decir; promover y localizar actividades compatibles con un desarrollo sustentable. Para obtener el grado de conveniencia se deben relacionar los elementos del medio con las actividades, así se determina la conveniencia que cada actividad tiene sobre el territorio.

La evaluación del grado de conveniencia se realizó en dos subetapas. La primera determinó la relación elementos del medio – actividades. Aquí se determina la conveniencia que cada actividad tiene sobre el territorio, en función de los distintos tipos en que se hayan dividido los elementos del medio. La segunda consiste en obtener la relación conjunto del medio – actividades y esto se logra a partir del vector que representa la relación de cada elemento del medio con una actividad.

Para determinar el grado de conveniencia se le asigna a cada elemento del medio j para cada una de las actividades i un valor r_{jh}^i , de acuerdo con la Tabla N° 20

Tabla N° 20. Grados de conveniencia, r_{jh}^i

Muy conveniente	2
Conveniente	1
Indiferente	0
Poco conveniente	-1
Muy poco conveniente	-2
No conveniente	∞
El elemento j no influye en el desarrollo de la actividad i o no existe capacidad del territorio para la actividad, por lo que no se evalúa el grado de conveniencia	-

Luego, se propone nuevamente realizar una suma ponderada por lo que se deben asignar pesos k_j^i a cada uno de los elementos del medio **j** para cada una de las actividades **i**.

Así se obtiene el grado de conveniencia t_i para la actividad **i**, el cual queda definido por la Ecuación N° 3:

$$t_i = \sum_{j=1} k_j^i \cdot r_{jh}^i$$

Ecuación N° 3

En este punto se obtiene un listado de **m** valores indicativos de los **m** grados de conveniencia producidos por las actividades. En la Tabla N° 21 se observan los valores r_{jh}^i asignados a cada actividad.). En el Anexo se detallan cada uno de los valores sintetizados en la matriz.

Tabla N° 21. Matriz de conveniencia

Elementos (h)	Clase (j)	Actividades (i)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Pendiente	0,15 – 0,30	2	2	2	1	2	2	0	0	0	1	2
	0,30 – 0,60	2	2	2	1	2	2	0	0	0	1	2
	0,60 – 1,00	2	2	2	1	2	2	0	0	0	1	2
	1,0 – 1,46	2	2	2	1	2	2	0	0	0	1	2

		Actividades (i)										
Elementos (h)	Clase (j)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Usos de suelo	Cauces	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	2
	Arroz	1	-1	2	2	1	-	0	-	-	2	2
	Cereales	1	-1	1	1	1	-	0	-	-	2	2
	Oleaginosas	1	-1	1	1	1	-	0	-	-	1	2
	Ganadería	1	2	1	1	1	-	0	-	2	-	2
	Improductivo	-	0	1	1	1	1	0	1	0	-	-
	Monte natural	2	2	1	-	1	1	2	2	2	-	2
Capacidad de uso de suelo	III	2	-2	1	-1	2	1	1	-	-2	2	2
	IV	2	2	1	-1	2	1	1	-	-2	2	2
	V	2	2	1	-	1	1	1	2	-1	-2	2
	VII	2	2	1	-	1	1	1	2	2	-2	2
	VIII	2	2	1	-	1	1	1	2	-1	-2	2
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	Moderada	2	2	0	1	1	2	0	2	2	1	1
	Alta	2	2	0	1	2	2	0	2	2	1	1
Litología	Cretácico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oligoceno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mioceno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Plioceno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pleistoceno	2	2	2	0	1	1	0	0	1	-	-
	Depósitos modernos y actuales	2	2	2	0	1	1	0	0	1	-	-
Hidrología Superficial	Calidad	2	2	2	2	1	2	1	1	0	1	2
	Cantidad	2	2	2	2	1	2	1	1	0	1	2
Hidrogeología	Calidad	2	2	2	2	0	2	1	1	0	1	2

		Actividades (i)										
Elementos (h)	Clase (j)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Cantidad	2	2	2	2	0	2	1	1	0	1	2
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	1	1	0	1	1	0	1	1	1	∞	2
	Defectiva 40 a 80 %	2	2	0	1	1	0	1	2	2	∞	2
	Ralo < 40 %	2	2	0	2	2	0	1	2	2	∞	2
Clima	Subtropical húmedo de llanura	2	0	1	1	-	0	2	1	-	2	2
	Templado húmedo de llanura	2	0	1	1	-	0	2	1	-	2	2
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	2	2	2	-	1	0	0	2	-	2	2
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	2	2	2	-	1	0	0	2	-	2	2
	Población mayor a 30.000 habitantes	2	2	2	-	1	0	0	2	-	2	2

Una vez obtenidos cada uno de los r_{jh}^i , se realiza nuevamente la suma ponderada de cada actividad; de la misma manera que se realizó con la matriz de capacidades, para obtener un vector que sintetice toda la información de la matriz de conveniencia. El resultado de la suma ponderada es siguiente vector:

$$t_i = \sum_{j=1} k_j^i \cdot r_{jh}^i = (1,61; 1,51; 1,31; 1,03; 1,08; 0,97; 0,54; 1,06; 0,75; 1,20; 1,68)$$

Cada uno de estos valores sintetiza la conveniencia de desarrollar o no la actividad en la cuenca en la que nos encontramos trabajando.

Nuevamente se obtuvieron los cuartiles de los componentes del vector t_i y se realizó la calificación que se observa en la Tabla N° 22.

Tabla N° 22. Grado de conveniencia de cada actividad

Conveniencia	Clase	Actividad
Poco conveniente	Valores comprendidos hasta el percentil 25 %	6. Restauración de riberas 7. Fomentar el turismo ecológico 9. Acotación de áreas de pastoreo
Conveniente	Valores comprendidos entre el 25 y el 75 %	2. Evitar avance de frontera agrícola 3. Monitoreo de embalses existentes para riego 4. Regulación de la construcción de nuevos embalses 5. Control de erosión 8. Determinar áreas de protección de flora y fauna, como por ejemplo reservas ecológicas 10. Mantenimiento del uso agrícola
Muy conveniente	Valores superiores al 75 %	1. Repoblación forestal protectora 11. Incentivo / mejora actividad rural, calidad de vida
Excluyente	No existe capacidad para la actividad	-

**2.8. Etapa 8: Adecuación del medio para la realización de las actividades.
Matriz de adecuación**

En esta etapa se determinó, en primer lugar, qué actividades podrían ser realizadas dentro de una misma área por ser compatibles y cuales no podrían ser desarrolladas simultáneamente por no ser compatibles. La compatibilidad o no de actividades se observa en la Tabla N° 23.

Tabla N° 23. Compatibilidad de actividades

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Repoblación forestal protectora	-	C	I	I	C	C	C	C	C	I	C
2. Disminución del avance de frontera agrícola	C	-	I	I	C	C	C	C	C	I	I
3. Monitoreo de embalses existentes para riego	I	I	-	C	C	I	C	I	I	C	C
4. Regulación de la construcción de nuevos embalses	I	I	C	-	C	I	C	I	I	C	C

Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5. Control de erosión	C	C	C	C	-	C	C	C	I	I	C
6. Restauración de riberas	C	C	I	I	C	-	C	C	C	I	C
7. Promoción de turismo ecológico	C	C	I	I	C	C	-	C	I	I	C
8. Determinación de áreas de protección de flora y fauna, como por ejemplo reservas ecológicas	C	C	I	I	C	C	C	-	I	I	C
9. Acotación de áreas de pastoreo	I	C	I	I	C	C	I	I	-	I	C
10. Mantenimiento del uso agrícola	I	I	C	C	I	I	I	I	I	-	C
11. Incentivo / mejora actividad rural, calidad de vida	C	I	C	C	C	C	C	C	C	C	-

Una vez que se ha determinado la compatibilidad o incompatibilidad de las actividades, se determinará la adecuación de cada una de ellas, de acuerdo a la clasificación de la Tabla N°24.

Tabla N°24. Clases de adecuación establecidas

Clase	Adecuación
NA	No Adecuado
	Poco Adecuado
Media	Medianamente adecuado
Alta	Bastante adecuado
	Muy adecuado

En forma sintética, lo que se ha realizado hasta el momento fue compilado en una única matriz, que es la de adecuación, y que dio lugar a la asignación de actividades, a continuación se observa un diagrama que permite resumir los pasos seguidos:



La Tabla N° 25 es la matriz de adecuación de las actividades a realizar:

Tabla N° 25. Matriz de Adecuación

		Conveniencia			
		Muy conveniente	Conveniente	Poco Conveniente	No Conveniente
Capacidad		1 y 11	2, 3, 4, 5, 8 y 10	6, 7 y 9	-
Alta	1, 5, 10 y 11	Muy Adecuado	Bastante Adecuado	Medianamente Adecuado	No adecuado
Media	3, 6 y 8	Bastante Adecuado	Medianamente Adecuado	Poco Adecuado	No adecuado
Baja	2, 4, 7 y 9	Medianamente Adecuado	Poco Adecuado	No adecuado	No adecuado
Nula	-	No adecuado	No adecuado	No adecuado	No adecuado

La determinación de la combinación de actividades a desarrollar debe estar basada en la Tabla N° 23 y la Tabla N° 25, de forma de no desarrollar actividades que se anulen entre sí.

2.9. Etapa 9: Plan de ordenamiento del sistema hídrico

El Plan de Ordenamiento del Sistema Hídrico se basó en la determinación de grandes áreas donde se podrían llevar a cabo diferentes tipos de actividades que fueron reclasificadas en tres grandes grupos:

- Ganadería
- Agricultura
- Protección de especies

Esta reclasificación coincide con los objetivos planteados en la Etapa 4, que fueron:

- De carácter hidrológico forestal
- De conservación de ecosistemas y aumento de la biodiversidad
- De carácter socioeconómico

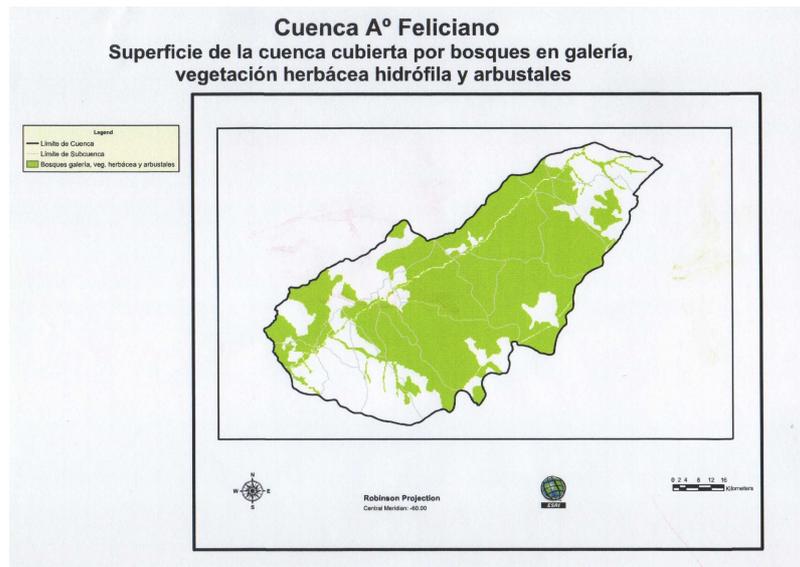
Para iniciar esta etapa, se ha realizado una determinación de áreas disponibles para explotación agrícola, con el objetivo de detallar paso a paso la metodología empleada en la acotación de áreas para diferentes actividades.

2.9.1. Determinación de áreas disponibles para explotación agrícola

En base a la información disponible del censo de bosques naturales, Gráfico N° 8. Primer Inventario de Bosques Nativos, provincia de Entre Ríos, Argentina. Años 1998–2001 Gráfico N° 8 ,

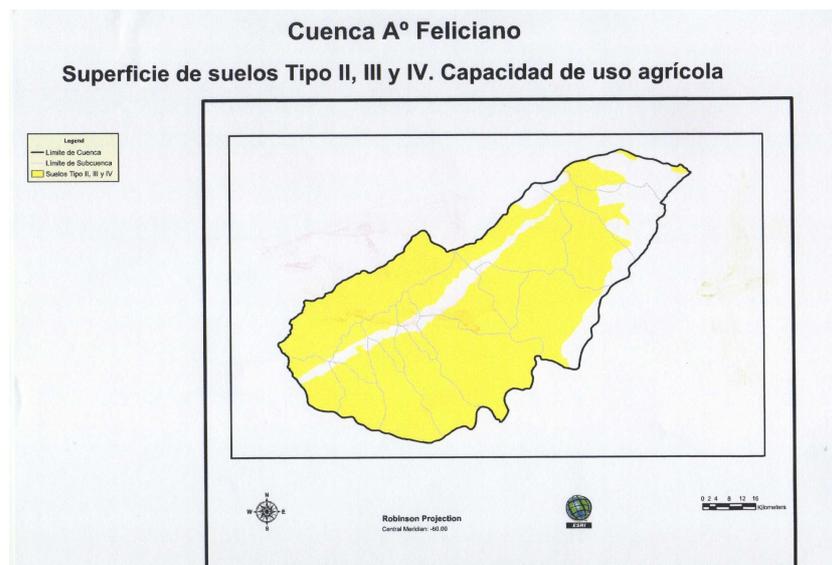
se extrajo la superficie que corresponde a bosques en galería, arbustales y vegetación herbácea hidrófila. Dicha superficie puede observarse en el Gráfico N° 28. La misma tiene una extensión, aproximada, de 3600 km², lo que equivale al 65% de la superficie de la cuenca.

Gráfico N° 28. Superficie de la cuenca cubierta por bosques en galería, vegetación herbácea hidrófila y arbustales



Seguidamente se aislaron los suelos que pueden ser utilizados para explotación agrícola; estos son suelos II, III y IV; los cuales se observan en el Gráfico N° 29. Estos suelos, ocupan, aproximadamente, el 80% de la superficie de la cuenca (4500 km²)

Gráfico N° 29. Superficie de suelos II, III y IV; aptos para agricultura



En el Gráfico N° 30 se puede apreciar, al superponer el Gráfico N° 28 y el Gráfico N° 29, que existen bosques naturales que se encuentran localizados en suelos que podrían ser de uso agrícola.

Gráfico N° 30. Superposición de suelos aptos para agricultura y bosques naturales

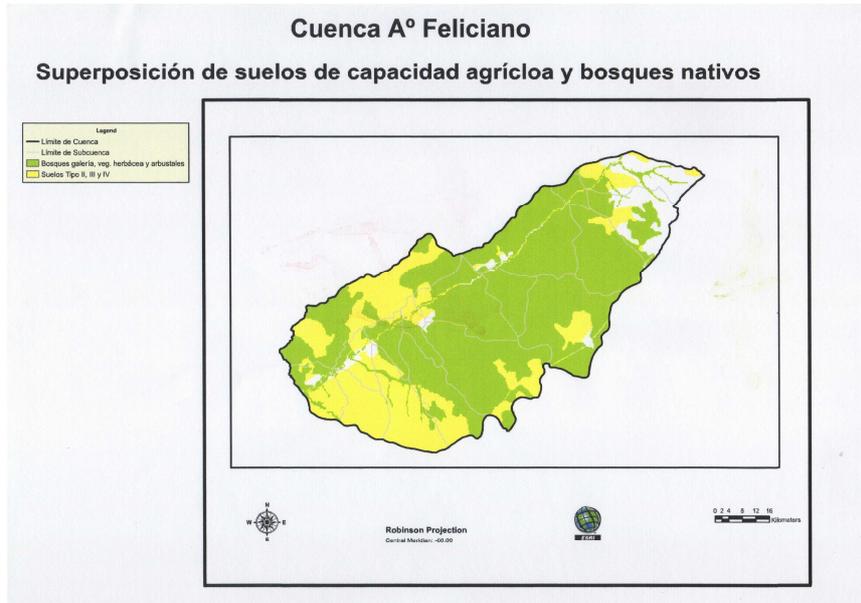
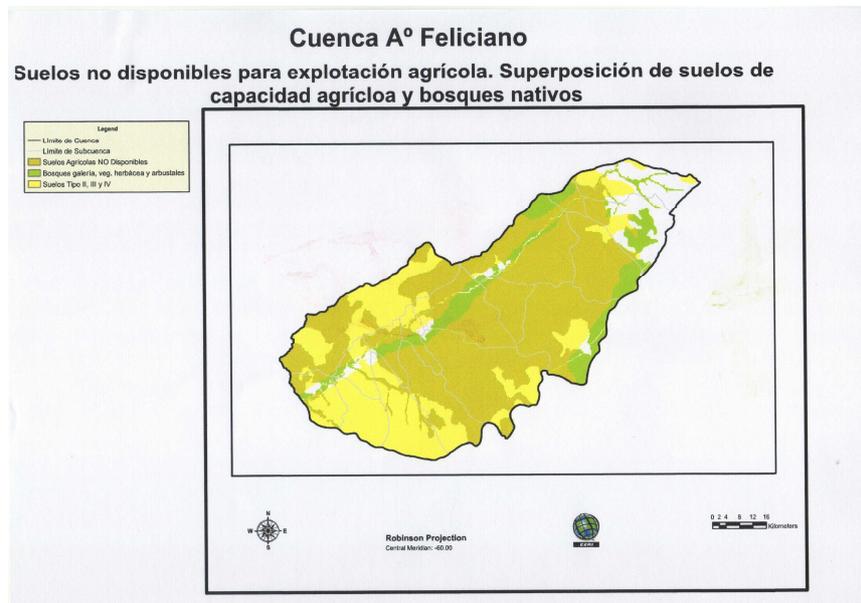


Gráfico N° 31. Suelos no disponibles para explotación agrícola. Superposición de suelos aptos para agricultura y bosques naturales

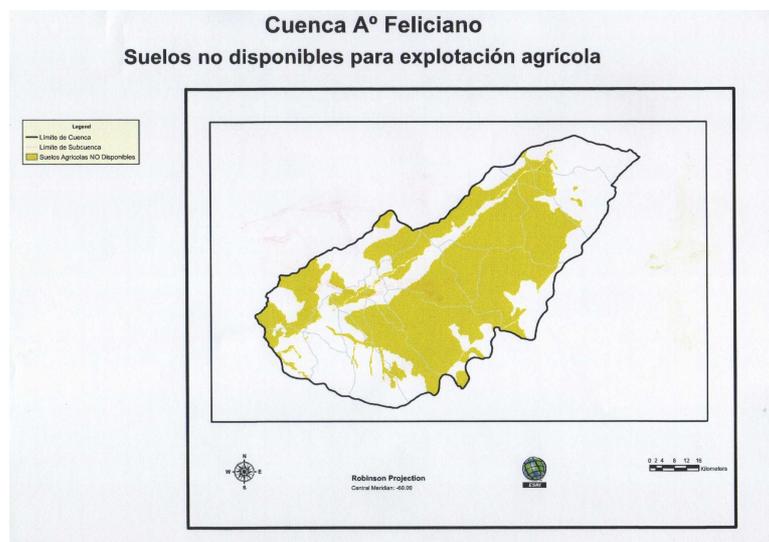


Actualmente, se considera de suma importancia, comenzar a revertir la tendencia de desmonte de bosques naturales para ganar tierras agrícolas; en consecuencia con esta necesidad es que se generan los Gráfico N° 31 y Gráfico N° 32, donde se muestra que a pesar de existir suelo

que podría ser utilizado para agricultura, en el mismo se encuentra la vegetación natural de la cuenca y la misma no debe ser extraída.

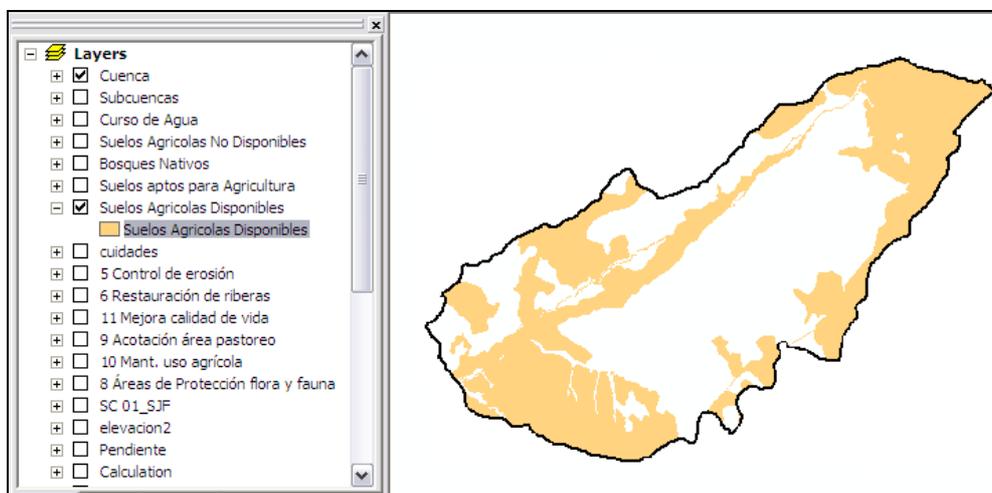
En el Gráfico N° 32 se observa con mayor claridad cual es la superficie de la cuenca donde los suelos aptos para explotación agrícola coinciden con la vegetación natural de la cuenca que no debería ser extraída, es decir el uso del suelo no debería ser alterado en esos sectores. La superficie que corresponde a suelos no disponibles para agricultura es de 3027,24 km² (aproximadamente un 55% de la superficie total de la cuenca)

Gráfico N° 32. Superficie de suelos II, III y IV; no disponibles para explotación agrícola



Ahora, realizando un análisis inverso, se puede determinar cuales son las áreas de suelos aptos para agricultura que se encontrarían disponibles para explotación, que se observan en el Gráfico N° 33. El área de suelos aptos para agricultura disponibles representa el 17% de la superficie total de la cuenca, es decir 940 km².

Gráfico N° 33. Superficie de suelos II, III y IV; disponibles para explotación agrícola

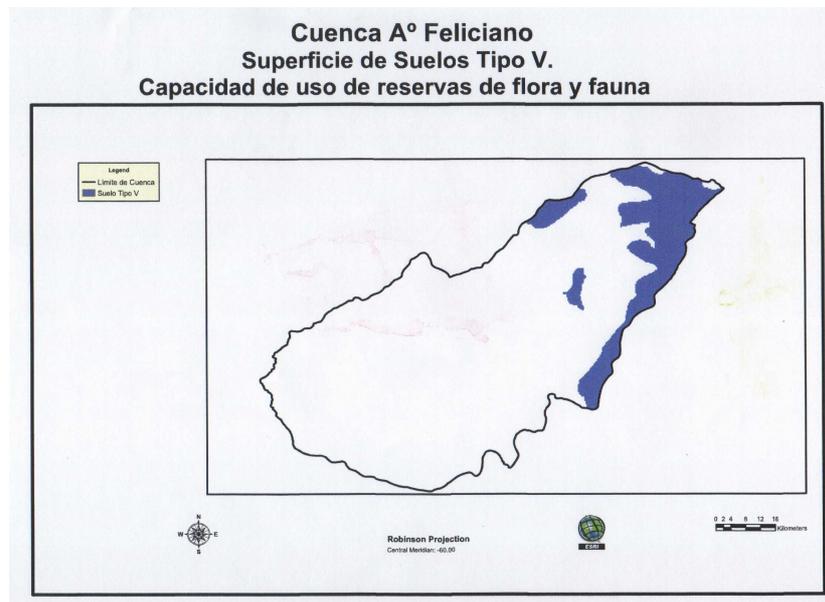


2.9.2. Determinación de áreas de reserva de flora y fauna

Nuevamente, en base a la información de capacidades de uso de suelos se seleccionaron los suelos que son aptos para ser utilizados para reservas de flora y fauna debido a que no son aptos para explotación agropecuaria.

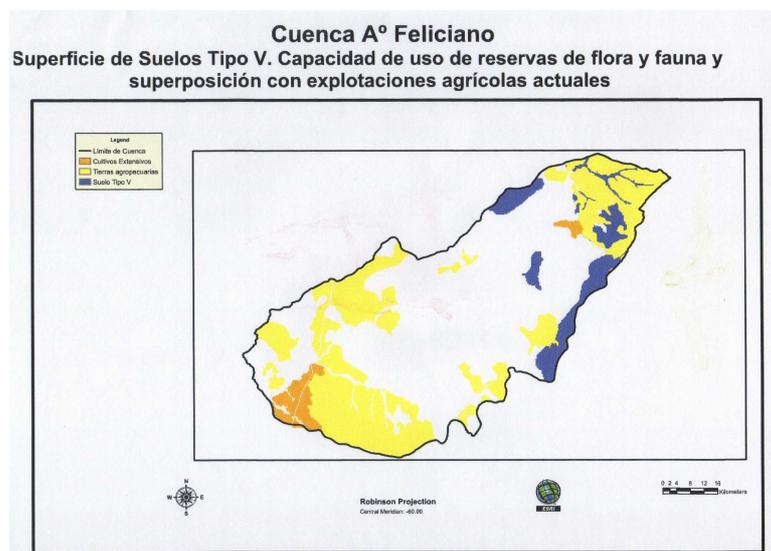
Los suelos V, suelos no aptos para explotación comercial, que se observan en el Gráfico N° 34 representan el 13% de la superficie total de la cuenca, es decir 750 km².

Gráfico N° 34. Superficie de suelos V; no aptos para explotación comercial. Reservas flora y fauna



En el Gráfico N° 35 se observa una superposición de los suelos que deberían utilizarse como reservas y los que actualmente se utilizan para agricultura.

Gráfico N° 35. Suelos V. Reservas flora y fauna; y superposición con explotaciones agrícolas actuales

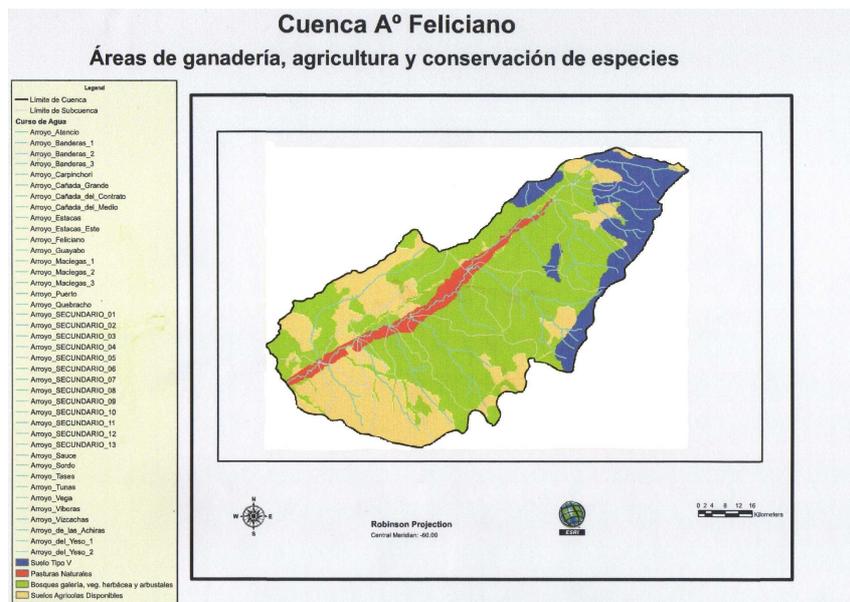


Como puede observarse, existe superposición de ambas actividades; es decir, actualmente se realizan actividades agrícolas en suelos no aptos, que sólo son aptos para reservas naturales. Tal vez la situación actual sea difícilmente reversible, aunque gradualmente debería intentarse, es importante tener presente las características de los suelos y evitar por todos los medios que nuevas explotaciones agrícolas sean desarrolladas en suelos que no son aptos.

2.9.3. Determinación de áreas para ganadería, agricultura y conservación de especies en la cuenca

Siguiendo con la metodología anteriormente descrita, superponiendo y operando con la información disponible, realizando análisis visuales y de conceptuales; se obtuvo el Gráfico N° 36, donde se observan cuales son las áreas que deberían ser utilizadas para ganadería, agricultura, reserva naturales y las de bosques nativos.

Gráfico N° 36. Áreas de ganadería, agricultura y conservación de especies



2.9.4. Asignación de áreas y actividades en la subcuenca de la localidad de San José de Feliciano

En esta instancia, se ha tomado una subcuenca; la que contiene a la localidad de San José de Feliciano, y se han determinado posibles áreas donde podrían desarrollarse actividades, de acuerdo las actividades descritas en la Tabla N° 15.

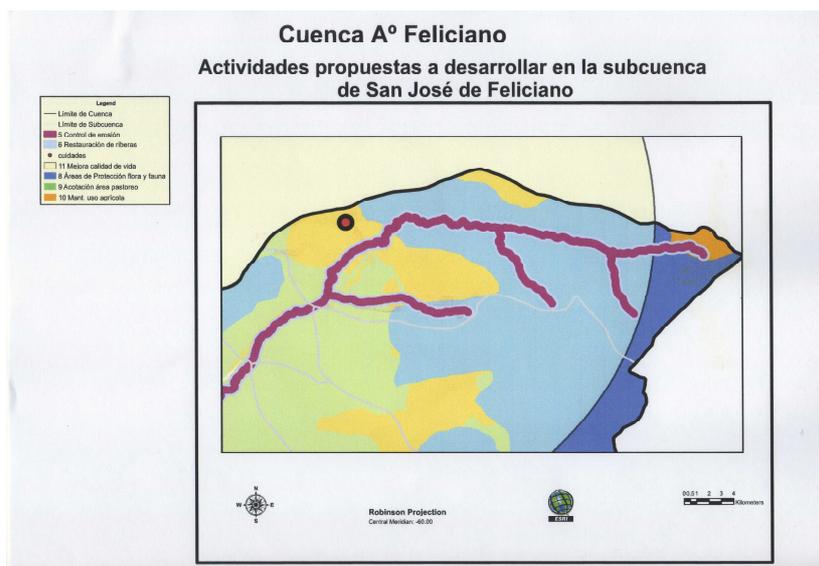
Gráfico N° 37. Actividades propuestas a desarrollar en la subcuenca de San José de Feliciano



Las áreas han sido asignadas utilizando la misma metodología descrita anteriormente; mediante análisis de la información disponible. De esta forma, se obtuvo el Gráfico N° 37, donde se destacan algunas de las actividades que podrían desarrollarse en la subcuenca.

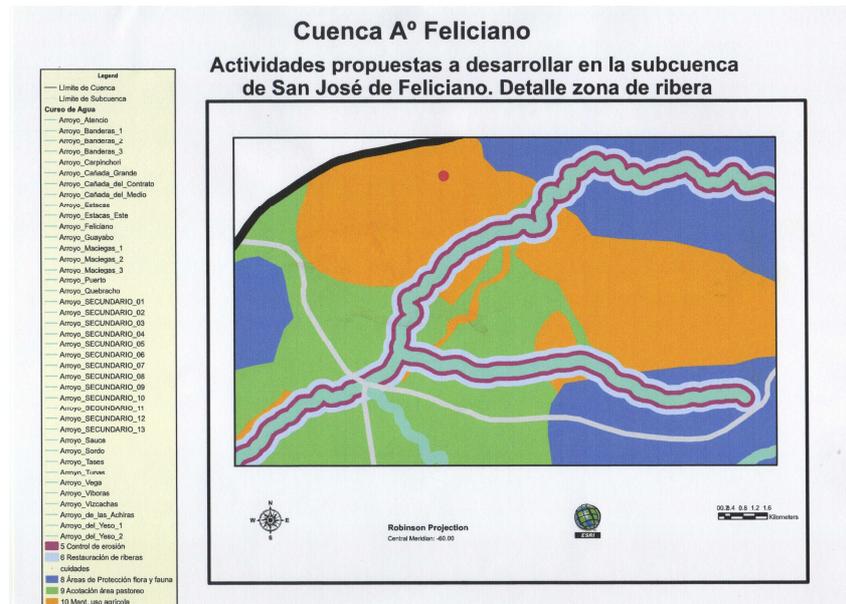
El Gráfico N° 38 muestra un zoom de la zona, donde se distinguen las actividades agrega al anterior un radio de influencia a la localidad, donde se considera relevante el desarrollo de la Actividad 11: Mejora de la calidad de vida rural; ya que en esta zona de la cuenca la actividad económica más importante es la agrícola ganadera.

Gráfico N° 38. Actividades propuestas a desarrollar en la subcuenca de San José de Feliciano, considerando la Actividad 11. Incentivo / Mejora actividad rural y calidad de vida



En el Gráfico N° 39 se observa un detalle de la subcuenca, donde se pueden distinguir las actividades a desarrollar próximas al curso de agua.

Gráfico N° 39. Actividades propuestas a desarrollar en la subcuenca de San José de Feliciano. Detalle zona de ribera



2.10. Etapa 10: Elaboración de conclusiones y recomendaciones

Actualmente, las actividades desarrolladas en la cuenca del A° Feliciano se realizan sin ningún tipo de ordenamiento y sin considerar las capacidades de la cuenca. Esta práctica implica riesgo, ya que existe la posibilidad de que los recursos naturales se agoten a mediano plazo como consecuencia de una sobreexplotación de los mismos.

El ordenamiento propuesto en las etapas anteriores es una herramienta que puede ser utilizada como lineamiento para la toma de decisiones sobre el tipo de actividades que son más convenientes de ser llevadas a cabo en la cuenca.

Las actividades propuestas en la Etapa 4, fueron seleccionadas en función de los objetivos planteados en la Etapa 3. Estos objetivos cuales surgen del relevamiento realizado en las Etapas 1 y 2.

Las actividades a desarrollar en la cuenca podrían ir cambiando a lo largo del tiempo por diferentes motivos; tales como cambios en las condiciones ambientales (como ser regímenes de precipitación, cambio en las condiciones de suelo, etc.); en dicho caso será necesario plantear los nuevos objetivos y las actividades necesarias para su cumplimiento y realizar nuevamente el análisis detallado de la situación.

La utilización de un sistema de información geográfica permitió determinar áreas óptimas para la realización de cada actividad, por consiguiente se considera relevante la realización de un GIS con mayor grado de detalle que permita obtener estas áreas óptimas.

3. Conclusiones

En la actualidad, uno de los principales problemas de la región es el aumento de la superficie destinada a agricultura en varias cuencas de la región, lo que hace necesario plantear un manejo de la cuenca. La cuenca del A° Feliciano, en la provincia de Entre Ríos, no ha escapado a esta realidad donde en los últimos 15 años, el incremento de la actividad agrícola se ha realizado sin tener en cuenta la capacidad del sistema para soportar esta actividad.

Por otra parte, la sobreexplotación del suelo con prácticas de monocultivo puede llegar a ser contraproducente a corto plazo, debido a que los recursos son sobreexplotados, aumentando el riesgo de su agotamiento.

Este Trabajo de Tesis presenta una metodología, que, contemplando aspectos hidrológicos, hidrogeológicos y de conservación de los recursos naturales, propone un manejo del sistema hídrico del A° Feliciano.

En este contexto, pueden mencionarse las siguientes principales conclusiones:

La información de clima, geología, flora, fauna, capacidades y uso actual de suelo actual y aspectos socioeconómicos permitió realizar una descripción cuali-cuantitativa de la zona de estudio.

La información disponible permitió la implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) en el cual se incorporaron elementos fundamentales para hacer el manejo de la cuenca, tales como pendiente, capacidad de uso de suelo, etc. Demostrando la importancia del uso del SIG como herramienta para la gestión de los recursos hídricos.

La cuenca del A° Feliciano fue tratada como un sistema, abarcando los aspectos biofísicos y socioeconómicos integrados.

A efectos de la ordenación del sistema hidrológico y luego de analizar la problemática se plantearon diversos objetivos, de carácter hidrológico-forestal, de conservación de ecosistema y económico, con el objeto de dar solución principalmente, al avance de la frontera agrícola, que se ha visto incrementada en un 55% en menos de 10 años.

Las actividades que se plantearon para cumplir con los objetivos del ordenamiento, incorporan el concepto de sustentabilidad y el concepto de "capacidad de carga".

Mediante el empleo del SIG se pudieron determinar las áreas de la cuenca disponibles para la explotación agrícola, ganadería y la conservación de especies.

Se determinaron las áreas de la cuenca con vegetación natural, con la recomendación de que dichas áreas no sean alteradas.

En partícula se proponen actividades para desarrollar en la cuenca, en particular, en la subcuenca de San José de Feliciano. Las actividades para esta subcuenca son: control de erosión, restauración de riberas, acotación de áreas de pastoreo, mantenimiento del uso agrícola en aquellas áreas donde actualmente se desarrolla esta actividad, protección de flora y fauna.

El ordenamiento propuesto es una herramienta que puede ser utilizada como lineamiento para la toma de decisiones definiendo cuáles son las actividades que son más convenientes de realizar en la cuenca.

Dado que los sistemas hidrológicos presentan características que pueden ir variando en el tiempo y en el espacio, podrá ser necesario hacer un replanteo de nuevos objetivos y actividades, en relación a este punto se podría plantear a futuro la sistematización de la metodología, con el objetivo de actualizar el SIG y consecuentemente las diferentes asignaciones de actividades en cada área de la cuenca.

En la medida en que se dispone de un mayor grado de detalle en la información de base, la delimitación de las áreas aptas para diferentes actividades será más precisa.

Los resultados presentados en este Trabajo de Tesis, constituyen una base para generar un programa de gestión de los recursos hídricos de la cuenca del A° Feliciano.

4. Bibliografía

Aguirre N., M.; Torres, H.; Ruiz, R. (2003) "*Manual de Procedimientos para la debilitación y codificación de cuencas hidrográficas del Perú*". Manual de Procedimientos para la debilitación y codificación de cuencas hidrográficas.

Albarado Castro, B. (2001) "*Contribución a la gestión integral de cuencas mediante la creación de esquemas para el pago por el servicio ambiental (mantenimiento del recurso hídrico) a través del manejo o conservación de cobertura vegetal de las cuencas altas de los valles de la costa peruana*" Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), Lima, Perú.

Albuquerque Rocha, G. (2000) "*Gestión de Cuencas: Agua, Gente y Ambiente*" II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental. Capítulo 10. UNESCO. Uruguay.

Arbuet, A.; Pusineri, G.; Pedraza, R. (2008). "*Utilización de técnicas SIG para la modelación hidrológica. Experiencias en la generación del modelo digital de elevación y delimitación de cuencas*" Workshop Internacional de Aplicaciones de SIG en la Hidrología.

Armengol, J.; Rodríguez, J.; García, J.; Ordóñez, J.; Marcé, R. (2009) "*La gestión de los embalses en relación a la calidad del agua en condiciones de sequía extrema*". Revista Ingeniería del Agua. Volumen 16, N° 4. Páginas 285 – 294.

Barrera, D.; Ceirano, E.; Zucarelli, G. (2002). "*Determinación de precipitación por subcuencas en el A° Feliciano a partir de imágenes del satélite GOES-8*". Actas del Congreso Nacional del Agua 2002, Carlos Paz (Córdoba), 2002.

Barrera, D.; Zucarelli, G. V.; Ceirano, E. (2003), "*Una técnica satelital de estimación de lluvia como herramienta de pronóstico hidrológico. Aplicación a la tormenta del 22 al 25 de abril de 2003 sobre Santa Fe y Entre Ríos*". XV Simposio Brasileiro de Recursos Hídricos. Curitiba, Brasil.

Boschett, N. y Quintero, C. (2009) "*Características de los suelos de la cuenca del A° Feliciano*" Seminario Hispano – Argentino sobre temas en la gestión de las aguas subterráneas. Página 143 - 150

Cacik, P. (2002) "*Evaluación Preliminar de la Red Pluviométrica en la cuenca del A° Feliciano, Entre Ríos, Argentina*" Departamento Hidrología, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral, Paraje "El Pozo", 3000 – Santa Fe – Argentina.

Ceirano, E.; Morin, J.; Zucarelli, G.; Morresi, M.; Cacik, P. (1991). "*Modelo de Onda Cinemática OCINE2: Actualización y adaptación a computadores personales*". Publicación F.

Ceirano, E.; Molina P.; Morin, J.; Paoli, C. (1988). "*Estudio de la influencia de la atenuación numérica en los resultados del modelo OCINE*". Publicación FICH/UNL N° 030/86.

Ceirano, E.; Morín, J.; Zucarelli, G.; Morresi, M y Fabiano, L. (1992). "*Cuenca arroyo Feliciano: segmentaciones diferentes, resultados y conclusiones*". Publicación FICH – UNL. N° 47/92.

Dölling, O. (2001) "*Sistemas de apoyo a la gestión integral de cuencas hidrográficas*". Universidad Nacional de San Juan. Tesis doctoral presentada en la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile, para la obtención del grado académico de Doctor en Ciencias de la Ingeniería.

Dourojeanni, A.; Jouravlev, A.; Chávez, G. (2002) "*Gestión del agua a nivel cuencas: Teoría y práctica*" Serie Recursos Naturales e Infraestructura. CEPAL, División Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile, Chile

Duarte, O.; Romero, E.; Paz Gonzáles, A.; Vidal Vázquez, E. (2005) "*Gestión Integrada de cuencas hidrográficas: evaluación agrohidrológica de embalses de almacenamiento con destino a riego en la cuenca del A° Feliciano (Entre Ríos, Argentina)*" Universidad Nacional de Entre Ríos (Argentina) y Universidad de La Coruña (España)

Estrada, R.; Quintero, M. (2002) "*Propuesta metodológica para el análisis de cuenca: Una alternativa para corregir las deficiencias detectadas en la implementación del pago por servicios ambientales*" Consejo para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina CONDESAN – Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT

Estadística Hidrológica de la República Argentina, 2004

Fernández, R. L. (1998). "*Aplicación de metodologías para la estimación de erosión hídrica. Trabajo Final*". Universidad Nacional de Córdoba. República Argentina.

Johnston, K.; Ver hoef, J.; Krivoruchko, K.; Lucas N. (2002) "*Using ArcGis Geostatistical Analysis*" GIS by ESRI

Köppen, W. (1936) "*Das geographische System der Klimate*" (Handbuch der limatologie, Bd. 1, Teil C).

Lenzi, L; Diaz, E y Duarte, O. (2005) "*Recursos hídricos superficiales con destino a riego en una cuenca del centro-este de Entre Ríos*". CONAGUA 2005 XX. Mendoza-Argentina. Pp 303

Lenzi, L 2009. "*Recursos hídricos superficiales de la cuenca del A° Feliciano*" Seminario Hispano – Argentino sobre temas en la gestión de las aguas subterráneas. Página 135 - 141

Manejo Integrado de Recursos Hídricos (2000) Asociación Mundial para el Agua (GWP), Comité de Consejo Técnico (TAC). TAC Background Papers N° 4 (2000)

Marvin, Melgar Ceballos (compilador del manual) (2004) "*Proyecto: Manejo y Conservación de los recursos naturales de la cuenca alta del río Yaque del Norte*" PROCARYN. Manual 2: Metodología de estudio de capacidad de uso de tierra (ECUT). Ordenamiento territorial de la cuenca alta del río Yaque del Norte y del municipio de Jarabacoa. Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ayuntamiento de Jarabacoa. Cooperación Financiera Dominico - Alemana. República Dominicana

Montes León, M.A.; Dominguez Cortazar, M.; Ventura Ramos, E. (2000) "*Metodología para la estimación del riesgo de erosión hídrica en cuencas hidrográficas utilizando un SIG*" Facultad de Ingeniería – División del Posgrado, Universidad Autónoma de Queretaro. México

Montico, S.; Di Leo, N. (2007) "*Cambio de la sostenibilidad biofísica en cuencas hidrográficas: tres décadas de reemplazo de pastizales naturales por agricultura*". Cuadernos del CURIHAM. Volumen 13 – N°1. Primer semestre. 2007. Páginas 1 – 7.

Morresi, M.; Barrera, D.; Zucarelli, G.; Ceirano, E. (2006) "*Identificación de pluviómetros críticos en una red densa*". XXII Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Ciudad Guyana, Venezuela

Morresi, M.; Zucarelli, G. (2005) "*Estimación de la Erosión Hídrica en La Cuenca del Arroyo Feliciano (Entre Ríos, Argentina)*". CURIHAM. Reporte. Vol 10.

Morresi, M.; Zucarelli, G. (2004) "*Estimación de la degradación específica en la cuenca del arroyo Feliciano, Entre Ríos*". Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Paraná, Entre Ríos.

Morresi, M.; Zucarelli, G. (2006) "*Influencia de la densidad de la red pluviométrica en la estimación del histograma medio*". XXII Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Ciudad de Guyana, Venezuela

Morresi, M.; Zucarelli, G.; Hämmerly; R. (2008) "*Determinación de la degradación específica en cuencas de la República Argentina*". Revista del CURIHAM. (Actualmente en prensa).

Morin, J.; Lenzi, L.; Zucarelli, G.; Paoli, C.; Ceirano, E.; Fabiano, L. (1989) "*Aplicación del modelo OCINE a la cuenca del A° Feliciano*". Publicación FICH/UNL N° 031/89.

Morin, J.; Zucarelli, G.; Morresi, M. (1993) "*Influencia de la distribución de la lluvia y las condiciones de infiltración en la respuesta del modelo OCINE2*". X Simposio Brasileiro de Recursos Hídricos el Cono Sur, Gramado, 1993. pp. 186-195.

Nini, M.; Zucarelli, G. V. (2003) "*Caracterización de la cuenca del A° Feliciano (Entre Ríos, Argentina)*" Séptimo Encuentro de Jóvenes Investigadores de la UNL.

Olivera, F.; Koka, S.; Nelson, J. (2006) "*WaterNet: A GIS application for analysis in hydrologic networks using vector spatial data*" The Authors. Journal compilation. Blackwell Ltd.

Olivera, F. (2001) "*Extracting hydrologic information from spatial data for HMS modeling*" Journal of Hydrologic Engineering.

Paparotti, O.; Gvozdenovich, J. (2006) "Caracterización de zonas y subzonas" RIAP Entre Ríos. RIAN-RIAP Centro Regional Entre Ríos.

Pedraza; R. (2005) Curso de Postgrado: "*Análisis Hidrológico II: Agua Superficial – Año 2005*" Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. Universidad Nacional del Litoral.

Rascón Ramos, A. (2007) "*Metodología para la elaboración de la línea de base y para la implementación del monitoreo biofísico y socioambiental de la cogestión de cuencas en América Central*" Tesis de Magister Scientiae en Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas. Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica

Rees, W. E. (1988) "A role for environmental assessment in achieving sustainable development". *An Environmental Impact Assessment Review*. Núm 8

Rojas, Alicia E.C.; y Saluso, José H. (1987). "*Informe Climático de la Provincia de Entre Ríos*" INTA Paraná – Entre Ríos. Publicación Técnica nº 14.

Saborío, J. (2004) "*Metodología para la gestión de cuencas hidrográficas siguiendo el enfoque del riesgo integral – cambio climático y la adaptación*"

Sánchez, K.; Jiménez, F.; Velázquez, S.; Piedra, M.; Romero, E. (2004) "*Metodología de análisis multicriterio para la identificación de áreas prioritarias de manejo del recurso hídrico en la cuenca del río Sarapiquí, Costa Rica*" Comunicación técnica. Revista Recursos Naturales y Ambiente.

Sapino, V. (2008) "*Uso del DEM del SRTM para el estudio de las inundaciones en el departamento San Martín, Provincia de Santa Fe, Argentina*" Workshop Internacional de Aplicaciones de GIS en la Hidrología

Schultz, B. (2001) "*Manejo del agua*" Gestión Sostenible del Agua y Control de Inundaciones en el Área Pampeana Central y los Bajos Submeridionales. Sesiones Paralelas Pampeana Central.

Tejera-Gimeno, R.; García-Rodríguez, J. L. (2006) "*Metodología para la ordenación de cuencas hidrográficas: un enfoque basado en criterios de sostenibilidad*". *Revista de Ingeniería Hidráulica en México*, vol XXI, núm 1, pp 43-58, enero-marzo 2006.

Tramaglia, J.; Chrobak, R. (2005) "*Lineamientos metodológicos para una gestión ambiental*". Cuadernos del CURIHAM. Volumen 11. Nº 1. Primer Semestre, 2005. Páginas 11 – 28.

Trento, A; Alvarez, A; de Abramovich, BL.. & Haye, M. (2002) "Distribución espacial de bacterias coliformes en La Laguna Setubal" Cuadernos del CURIHAM. Vol. 8 N° 1 pp 49-63. UNR Editora.

Tujchneider, O. y Filí, M. (1986) "Hidrogeología de la Cuenca del A° Feliciano, provincia de Entre Ríos". Publicado en la Revista de la Asociación Geológica Argentina, Rev. XLIII (2): 163-174)

Vargas, J. R. (1999) Sistema de gestión y Ordenamiento Territorial a través de la Teledetección y Sistemas de Información Geográfica para el Municipio de Cercado - Cochabamba. Tesis de grado Ing.Agr. FCAYP. UMSS. p5-15

Villalta García, V. (2009) "Manual para la delimitación de cuencas hidrográficas" http://www.gispoint.es/manual_cuencas.pdf

Zeiler, M. (1999) "Modeling our world. The ESRI guide to geodatabase design" Environmental System Research Institute, Inc.

Zárate, F.; Segeren, W. (2001) "Manejo del agua. Un abordaje argentino-holandés para la gestión del agua". Gestión Sostenible del Agua y Control de Inundaciones en el Área Pampeana Central y los Bajos Submeridionales. Sesiones Paralelas Pampeana Central.

Zucarelli, G. V.; Ceirano; E.; Barrera, D. (2005) "Determinación de caudales con precipitaciones obtenidas a partir de sensoramiento remoto en el A° Feliciano, Entre Ríos", V Seminario Internacional CYTED XVII "Un enfoque integrado para la Gestión Sustentable del agua: experiencia en zonas húmedas". Buenos Aires. <http://www.cyted.agua.uba.ar/>

Zucarelli, G.; Ceirano, E.; Morresi, M.; Barrera, D. (2004) "Modificación del método de Curva Número del SCS. Aplicación a la cuenca del A° Feliciano (Entre Ríos, Argentina)". XXI congreso latinoamericano de hidráulica. Sao Pedro, Brasil.

Zucarelli, G. V.; Ceirano; E. B.; Barrera, D. F.; Morresi, M. (2005a) "Estimación de la Retención Potencial Máxima de Humedad en el Suelo del Método del CN en la cuenca del A° Feliciano". XX Congreso Nacional del agua III Simposio de recursos hídricos del Cono S.

Zucarelli, G. V.; Ceirano, E. B.; Barrera, D. (2005b) "Modelación matemática hidrológica usando precipitaciones obtenidas a partir de sensoramiento remoto". Primeras Jornadas "La Ingeniería y el Medio Ambiente, FI-UBA". <http://www.fi.uba.ar/eventos/medioambiente2005/agenda.htm>

Zucarelli, G. V.; Barrera, D.; Ceirano, E.; Morresi, M. (2005c) "Methodologies for the runoff calculation in the Feliciano Basin (Entre Ríos, Argentina)". Congreso Internacional de la Comisión para la Sustentabilidad del agua de la Unión Geográfica Internacional (UGI) "Uso Racional del Agua y Cambios del Medioambiente". Buenos Aires.

Zucarelli, G. V.; Seluy, S. G. (2005) “*Modelo OCINE2: una herramienta matemática para uso en Ingeniería de los Recursos Hídricos*”. XII Encuentro Nacional – IV Encuentro Internacional “Educación Matemática en carreras de ingeniería”.

Zucarelli, G.; Barrera, D.; Ceirano, E.; Morresi, M. (2006) “*Metodologías para el cálculo del escurrimiento en la cuenca del A° Feliciano (Entre Ríos)*”. XXII Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Ciudad Guyana, Venezuela

www.bolsacer.com.ar Gentileza Ing. Agr. Gladis Eguía

http://es.wikipedia.org/wiki/Arroyo_Feliciano

http://www.hidraulica.gov.ar/gis_googleearth.php

<http://www2.medioambiente.gov.ar/bosques/umsef/cartografia/mapa.asp?mapa=entrierios>

<http://www.entrierios.gov.ar/dec/boletine/2002/bolooct02.pdf>

<http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea21s/ch06.htm>

http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/cecaïn/articulos/82807_061128_desa.htm

http://www.inta.gov.ar/balcarce/gis/html/relacion_suelo_agricultura.htm).

<http://www.umss.edu.bo/epubs/earts/downloads/61.pdf>

Maestría en Ingeniería de los Recursos Hídricos

“Aplicación de una metodología para la ordenación de cuencas hidrográficas, con criterios de sustentabilidad, en la cuenca del A° Feliciano”

TESIS DE MAESTRÍA

ANEXO



Tesista: Ing. Flavia J. Visentin
Directora: Mag. Ing. Graciela Viviana ZUCARELLI

Santa Fe, Agosto de 2010

Índice

A. MATRICES	4
A.1. MATRIZ DE CAPACIDAD	4
A.2. MATRIZ DE CONVENIENCIA	24

Índice de Tablas

Tabla N° A.1. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 1: Repoblación forestal protectora, con especies autóctonas	4
Tabla N° A.2. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 2: Evitar el avance de la frontera agrícola	6
Tabla N° A.3. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 3: Monitoreo de embalses existentes para riego	8
Tabla N° A.4. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 4: Regulación de la construcción de nuevos embalses	9
Tabla N° A.5. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 5: Control de erosión	11
Tabla N° A.6. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 6: Restauración de riberas	13
Tabla N° A.7. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 7: Fomentar el turismo ecológico	15
Tabla N° A.8. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 8: Determinar áreas de protección de flora y fauna, como por ejemplo reservas ecológicas	16
Tabla N° A.9. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 9: Acotación de áreas de pastoreo	18
Tabla N° A.10. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 10: Mantenimiento del uso agrícola	20
Tabla N° A.11. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 11: Incentivo / mejora actividad rural, calidad de vida	22
Tabla N° A.12. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 1: Repoblación forestal protectora	24
Tabla N° A.13. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 2: Evitar el avance de la frontera agrícola	25
Tabla N° A.14. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 3: Monitoreo de embalses existentes para riego	28
Tabla N° A.15. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 4: Regulación de la construcción de nuevos embalses	29
Tabla N° A.16. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 5: Control de erosión	31
Tabla N° A.17. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 6: Restauración de riberas ..	33
Tabla N° A.18. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 7: Fomentar el turismo ecológico	35

Tabla N° A.19. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 8: Determinar áreas de protección de flora y fauna, como por ejemplo reservas ecológicas	37
Tabla N° A.20. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 9: Acotación de áreas de pastoreo.....	40
Tabla N° A.21. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 10: Mantenimiento del uso agrícola.....	42
Tabla N° A.22. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 11: Incentivo / mejora actividad rural, calidad de vida.....	44

A. Matrices

A.1. Matriz de capacidad

Tabla N° A.1. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 1: Repoblación forestal protectora, con especies autóctonas

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 1: Repoblación forestal protectora, con especies autóctonas	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	2	La reforestación permite proteger el suelo de posibles erosiones, para todo el rango de pendientes presentes en la cuenca es favorable la protección del suelo
	0.30 – 0.60	2	
	0.60 – 1.00	2	
	1.0 – 1.46	2	
Usos de suelo	Cauces	2	La reforestación permite proteger evitar el arrastre excesivo de sedimentos al curso de agua
	Arroz	0	La reforestación no afectaría la producción actual de estos cultivos
	Cereales	0	
	Oleaginosas	-1	La reforestación podría limitar el actual incremento anual de la superficie destinada a oleaginosas
	Ganadería	1	La reforestación puede favorecer la actividad ganadera
	Improductivo	-∞	El suelo improductivo no permitirá la reforestación, debido a que no posee las características adecuadas para el desarrollo de especies
	Monte natural	2	Reforestar mejoraría notablemente la situación actual del monte natural
Tipo de suelo	III	-1	Estos suelos son aptos, con moderadas limitaciones, para agricultura; la reforestación limitaría su explotación
	IV	-1	A pesar de ser un suelo con limitaciones, es posible realizar ciertos cultivos; reforestar

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 1: Repoblación forestal protectora, con especies autóctonas	Descripción del grado de capacidad seleccionado
			en ese tipo de zona no permitiría otro tipo de explotación agrícola
	V	2	Esto tipos de suelos no son aptos para explotación agrícola. Son destinados a reservas de flora y fauna, y pasturas; por lo tanto la reforestación en el mismo es beneficiosa
	VII	2	
	VIII	2	
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	1	La reforestación es una alternativa que permite disminuir la pérdida de suelo
	Moderada	1	
	Alta	2	
Litología	Cretácico	0	Las formaciones que corresponden a estos períodos, se encuentran a una profundidad tal que no interaccionarían con esta actividad
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	
	Pleistoceno	1	La actividad será influencia por las formaciones, siempre y cuando estas se encuentren en superficie
	Depósitos modernos y actuales	1	La actividad será influenciada por estos depósitos, ya que los mismos son superficiales
Hidrología Superficial	Calidad	2	La reforestación es un elemento importante en el ciclo hidrológico; afectando tanto su cantidad como calidad.
	Cantidad	2	
Hidrogeología	Calidad	2	
	Cantidad	2	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	1	La reforestación es siempre positiva para completar la espesura arbórea
	Defectiva 40 a 80 %	2	
	Ralo < 40 %	2	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	1	El tipo de clima de la cuenca permite la

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 1: Repoblación forestal protectora, con especies autóctonas	Descripción del grado de capacidad seleccionado
	Templado húmedo de llanura	2	reforestación
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	2	La recuperación de espacios verdes, y bosques naturales mejora la permeabilidad del suelo y en consecuencia la calidad de vida de la población
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	2	
	Población mayor a 30.000 habitantes	2	

**Tabla N° A.2. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 2: Evitar el avance de la
frontera agrícola**

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 2: Evitar avance de frontera agrícola	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	1	Evitar el avance indiscriminado de la frontera agrícola es positivo para la preservación de las propiedades del suelo
	0.30 – 0.60	1	
	0.60 – 1.00	1	
	1.0 – 1.46	1	
Usos de suelo	Cauces	2	El desarrollo de esta actividad evitará mayores escurrimiento a los cauces
	Arroz	-1	Evitar el avance de la frontera agrícola no permitirá mantener el aumento de las cosecha anuales
	Cereales	-1	
	Oleaginosas	-1	
	Ganadería	1	El avance de la frontera agrícola ha desplazado a la actividad ganadera, por lo que su control será positivo para la ganadería
Improductivo	0	Este tipo de suelo no es utilizado para ninguna actividad productiva	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 2: Evitar avance de frontera agrícola	Descripción del grado de capacidad seleccionado
	Monte natural	2	Es sumamente positivo recuperar los montes naturales de la cuenca
Tipo de suelo	III	-1	Estos son los únicos suelo de la cuenca donde es posible realizar actividades agrícolas
	IV	-1	
	V	2	Estos suelos son aptos para ganadería y/o reservas naturales, por lo que es necesario evitar que avance la frontera agrícola en ellos.
	VII	2	
	VIII	2	
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	1	El avance de la frontera agrícola es uno de los factores que produce perdidas de suelo, al controlar el avance de la agricultura se podría evitar las pérdidas de suelo
	Moderada	2	
	Alta	2	
Litología	Cretácico	0	La actividad no tendría relación directa con este elemento
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	
	Pleistoceno	0	
	Depósitos modernos y actuales	0	
Hidrología Superficial	Calidad	2	Evitar el avance indiscriminado de la frontera agrícola afecta directamente sobre el recurso hídrico
	Cantidad	2	
Hidrogeología	Calidad	2	
	Cantidad	2	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	1	Evitar el avance indiscriminado de la frontera agrícola permite controlar la desaparición continua de los bosques naturales
	Defectiva 40 a 80 %	2	
	Ralo < 40 %	2	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	0	Este clima es menos apto para la actividad agrícola
	Templado húmedo de llanura	-1	Este clima es apto para el cultivo en seco, forraje y cría de ganado

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 2: Evitar avance de frontera agrícola	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	1	Evitar el avance de la frontera agrícola, permitirá que las poblaciones mantengas sus actividades económicas tradicionales
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	1	
	Población mayor a 30.000 habitantes	1	

**Tabla Nº A.3. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 3: Monitoreo de embalses
existentes para riego**

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 3: Monitoreo de embalses existentes para riego	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	1	Todos los embalses deben ser monitoreados, independientemente del lugar donde se encuentren construidos
	0.30 – 0.60	1	
	0.60 – 1.00	1	
	1.0 – 1.46	1	
Usos de suelo	Cauces	2	El desarrollo de esta actividad, permite la regulación del uso del recurso
	Arroz	2	Para todas las actividades productivas, el control de los embalses existentes es importante
	Cereales	2	
	Oleaginosas	2	
	Ganadería	2	
	Improductivo	0	Los embalses se encuentran construidos en cercanías de suelos que son explotados por la agricultura, no en suelos improductivos
Monte natural	0	El control de los embalses existentes no influirá considerablemente sobre el monte natural	
Tipo de suelo	III	1	Para todas los tipos, el control de los embalses existentes es importante
	IV	1	
	V	1	
	VII	1	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 3: Monitoreo de embalses existentes para riego	Descripción del grado de capacidad seleccionado
	VIII	1	
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	0	El control de embalses no afectaría directamente a la pérdida de suelo
	Moderada	0	
	Alta	0	
Litología	Cretácico	0	La actividad no tendría relación directa con este elemento
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	
	Pleistoceno	0	
	Depósitos modernos y actuales	0	
Hidrología Superficial	Calidad	2	El control de embalses afecta directamente a la cantidad y calidad de agua disponible para las actividades económicas de la cuenca
	Cantidad	2	
Hidrogeología	Calidad	2	
	Cantidad	2	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	0	El control de embalses no afectaría directamente a la espesura arbórea
	Defectiva 40 a 80 %	0	
	Ralo < 40 %	0	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	0	El control de embalses no afectaría directamente tipo de clima
	Templado húmedo de llanura	0	
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	2	El control de embalses es fundamental para evitar posibles accidentes que afecten a poblaciones
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	2	
	Población mayor a 30.000 habitantes	2	

Tabla Nº A.4. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 4: Regulación de la construcción de nuevos embalses

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 4: Regulación de la construcción de nuevos embalses	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	2	La pendiente es un factor a considerar en construcción de nuevos embalses
	0.30 – 0.60	2	
	0.60 – 1.00	2	
	1.0 – 1.46	2	
Usos de suelo	Cauces	2	El desarrollo de esta actividad, permite la regulación del uso del recurso
	Arroz	2	Los embalses construidos en esta cuenca se utilizan, casi exclusivamente, para riego de este cultivo
	Cereales	1	Nuevos embalses permitirían el riego de más cultivos y abastecimiento para ganado
	Oleaginosas	1	
	Ganadería	1	
	Improductivo	0	Para un suelo improductivo, nuevos embalses no serían de relevancia
Monte natural	-∞	En zonas de montes naturales, no deberían construirse nuevos embalses, para evitar que en dichas zonas se reemplace el monte natural por cultivos intensivos	
Tipo de suelo	III	1	Estos tipos de suelo son aptos para cultivos, por lo que se podrían construir nuevos embales en este tipo de suelos
	IV	1	
	V	-∞	Estos tipos de suelos no es apto para cultivos, por lo que no se deberían construir nuevos embalses con fines de riego en estos tipos de suelo
	VII	-∞	
	VIII	-∞	
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	0	La construcción de nuevos embalses no afectaría significativamente a la pérdida de suelo
	Moderada	0	
	Alta	0	
Litología	Cretácico	0	La actividad no tendría relación directa con este elemento
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	
	Pleistoceno	0	
	Depósitos modernos y	0	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 4: Regulación de la construcción de nuevos embalses	Descripción del grado de capacidad seleccionado
	actuales		
Hidrología Superficial	Calidad	2	La construcción de nuevos embalses permitiría regular la disponibilidad de agua, así como también monitorear su calidad
	Cantidad	2	
Hidrogeología	Calidad	1	
	Cantidad	1	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	-1	La construcción de nuevos embalses podría agravar la situación de los desmontes
	Defectiva 40 a 80 %	-1	
	Ralo < 40 %	-1	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	0	La construcción de pequeños embalses para riego no afectaría considerablemente a la condiciones climáticas de la cuenca
	Templado húmedo de llanura	0	
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	-∞	En las áreas urbanizadas, no sería posible la construcción de embalses
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	-∞	
	Población mayor a 30.000 habitantes	-∞	

Tabl Tabla N° A.5. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 5: Control de erosión

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 5: Control de erosión	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	2	El control de erosión es una actividad de relevancia, para todos los rangos de pendientes
	0.30 – 0.60	2	
	0.60 – 1.00	2	
	1.0 – 1.46	2	
Usos de suelo	Cauces	2	El control de erosión es fundamental para los cauces, ya que de no realizarse el curso de agua recibe aportes considerables de sedimentos
	Arroz	2	El control de erosión es muy importante en

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 5: Control de erosión	Descripción del grado de capacidad seleccionado
	Cereales	2	las actividades agropecuarias
	Oleaginosas	2	
	Ganadería	2	
	Improductivo	1	Aún en un suelo improductivo, el control de erosión debe realizarse, para evitar que el material erosionada sea dispuesto en forma inadecuada
	Monte natural	2	Este tipo de montes es un controlador natural de la erosión
Tipo de suelo	III	2	El control de erosión debe ser realizado estrictamente en los suelos que son explotados con agricultura
	IV	2	
	V	1	Si bien estos suelos no son totalmente aptos para agricultura, de todas formas el control de erosión deber ser llevado a cabo
	VII	1	
	VIII	1	
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	1	El control de erosión es fundamental en zonas donde se ya se ha determinado que existen pérdidas de suelo
	Moderada	2	
	Alta	2	
Litología	Cretácico	0	Las formaciones que corresponden a estos períodos, se encuentran a una profundidad tal que no interaccionarían con esta actividad
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	
	Pleistoceno	1	Las formaciones superficiales, se verían favorecidas por el desarrollo de esta actividad
	Depósitos modernos y actuales	1	
Hidrología Superficial	Calidad	2	El control de erosión es de suma importancia para la calidad y cantidad de agua, tanto superficial como subterránea
	Cantidad	2	
Hidrogeología	Calidad	2	
	Cantidad	2	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	2	Una buena espesura arbórea, es un buen elemento para el control de erosión
	Defectiva 40 a 80 %	2	
	Ralo < 40 %	-1	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 5: Control de erosión	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Clima	Subtropical húmedo de llanura	0	El clima no influiría en un mecanismo de control de erosión
	Templado húmedo de llanura	0	
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	0	En zonas impermeabilizadas, el control de erosión no sería necesario
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	0	
	Población mayor a 30.000 habitantes	0	

Tabla Nº A.6. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 6: Restauración de riberas

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 6: Restauración de riberas	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	2	Estos valores de pendientes permiten la restauración de riberas
	0.30 – 0.60	2	
	0.60 – 1.00	2	
	1.0 – 1.46	2	
Usos de suelo	Cauces	2	Si bien en el cauce propiamente dicho, no será posible realizar la restauración de riberas, sí en sus márgenes, y esto será muy positivo para el cauce
	Arroz	-∞	En las zonas donde se realizan explotaciones agrícolas - ganaderas, no será posible llevar a cabo esta actividad
	Cereales	-∞	
	Oleaginosas	-∞	
	Ganadería	-∞	
	Improductivo	1	En este suelo podrían aplicarse ciertas técnicas de restauración de riberas
Monte natural	2	El monte natural es un ámbito que permitiría restauración de riberas con forestación, por ejemplo	
Tipo de suelo	III	1	La restauración de riberas podrá ser

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 6: Restauración de riberas	Descripción del grado de capacidad seleccionado
	IV	1	aplicada en cualquier tipo de suelo
	V	1	
	VII	1	
	VIII	1	
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	1	La restauración de riberas es una actividad de suma importancia para detener las pérdidas de suelo
	Moderada	2	
	Alta	2	
Litología	Cretácico	0	Las formaciones que corresponden a estos períodos, se encuentran a una profundidad tal que no interaccionarían con esta actividad
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	
	Pleistoceno	1	Es posible que esta formación interactúe con esta actividad en zonas donde se encuentre en superficie
	Depósitos modernos y actuales	1	Sobre estos depósitos se desarrollará esta actividad, y permitirá proteger dichos depósitos
Hidrología Superficial	Calidad	1	La cantidad y calidad del agua, tanto superficial como subterránea, no limitarían la realización de esta actividad. Por el contrario, la realización de esta actividad afectaría positivamente al recurso agua
	Cantidad	1	
Hidrogeología	Calidad	1	
	Cantidad	1	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	0	La espesura arbórea no influiría en la realización de esta actividad
	Defectiva 40 a 80 %	0	
	Ralo < 40 %	0	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	0	El tipo de clima no influiría en el desarrollo de la actividad
	Templado húmedo de llanura	0	
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	1	En las zonas urbanizadas la restauración de riberas permitirá proteger a las

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 6: Restauración de riberas	Descripción del grado de capacidad seleccionado
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	1	poblaciones que se encuentran a orillas de los cursos de agua
	Población mayor a 30.000 habitantes	1	

Tabla N° A.7. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 7: Fomentar el turismo ecológico

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 7: Fomentar el turismo ecológico	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	0	Los diferentes rangos de pendientes no influirían en el desarrollo de esta actividad
	0.30 – 0.60	0	
	0.60 – 1.00	0	
	1.0 – 1.46	0	
Usos de suelo	Cauces	2	Los cursos de agua son un elemento que podría favorecer esta actividad
	Arroz	0	En las zonas donde se realiza agricultura, no sería posible desarrollar esta actividad
	Cereales	0	
	Oleaginosas	0	
	Ganadería	1	La ganadería podría incorporar alguna actividad relacionada al turismo ecológico
	Improductivo	2	El suelo improductivo podría ser utilizado para desarrollar esta actividad, por ejemplo para instalación de cabañas para alojamiento
Monte natural	1	El monte natural podría ser utilizado por el turismo ecológico, por ejemplo para recorridos, cabalgatas, ect	
Tipo de suelo	III	0	Estos tipos de suelo que permite su explotación agrícola, no debería utilizarse para otros fines
	IV	0	
	V	1	Estos tipos de suelos, escasamente productivos podrían ser utilizados para la
	VII	1	
	VIII	2	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 7: Fomentar el turismo ecológico	Descripción del grado de capacidad seleccionado
			actividad
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	0	La pérdida de suelo no afectaría a la realización de esta actividad
	Moderada	0	
	Alta	0	
Litología	Cretácico	0	La litología no interaccionarían con esta actividad
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	
	Pleistoceno	0	
	Depósitos modernos y actuales	0	
Hidrología Superficial	Calidad	1	La calidad y cantidad de agua es un elemento de importancia en el desarrollo de esta actividad
	Cantidad	1	
Hidrogeología	Calidad	1	
	Cantidad	1	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	2	La cantidad de espacios verdes condiciona la realización de esta actividad; la situación de máxima espesura será más adecuada para la actividad
	Defectiva 40 a 80 %	1	
	Ralo < 40 %	0	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	2	El tipo de clima es favorable para esta actividad, ya que los inviernos no son tan crudos y los veranos son cálidos para el desarrollo de actividades al aire libre
	Templado húmedo de llanura	2	
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	2	Las poblaciones de la cuenca son poblaciones que favorecerían a esta actividad, porque permitiría realizar un turismo ecológico - regional
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	2	
	Población mayor a 30.000 habitantes	2	

Tabla N° A.8. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 8: Determinar áreas de protección de flora y fauna, como por ejemplo reservas ecológicas

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 8: Determinar áreas de protección de flora y fauna, como por ejemplo reservas ecológicas	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	0	La pendiente no influiría en el desarrollo de esta actividad
	0.30 – 0.60	0	
	0.60 – 1.00	0	
	1.0 – 1.46	0	
Usos de suelo	Cauces	2	Ciertos tramos de cauces podrían ser considerados para formar parte de las áreas de protección
	Arroz	-∞	Las zonas de explotación agropecuaria no podrían ser utilizadas para áreas de protección
	Cereales	-∞	
	Oleaginosas	-∞	
	Ganadería	-∞	
Improductivo	0	Los suelos improductivos no serían aptos para áreas de protección	
Monte natural	2	La determinación de áreas de protección es una muy buena medida para la protección de la flora y la fauna autóctona	
Tipo de suelo	III	-∞	Estos tipos de suelos, aptos para agricultura, deberían utilizarse para dicha explotación; y no para áreas de protección
	IV	-∞	
	V	2	Estos tipos de suelos, no son para la explotación agrícola, sólo son adecuados para la instalación de áreas de protección
	VII	-1	Este tipo de suelo puede ser utilizados para pasturas.
	VIII	2	Estos tipos de suelos, no son para la explotación agrícola, sólo son adecuados para la instalación de áreas de protección
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	1	La pérdida de suelo no afectaría al desarrollo de esta actividad. Sin embargo, determinar áreas de protección podría favorecer a disminuir la pérdida de suelo
	Moderada	1	
	Alta	1	
Litología	Cretácico	0	

Las formaciones que corresponden a estos

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 8: Determinar áreas de protección de flora y fauna, como por ejemplo reservas ecológicas	Descripción del grado de capacidad seleccionado
	Oligoceno	0	períodos, se encuentran a una profundidad tal que no interaccionarían con esta actividad
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	
	Pleistoceno	1	El desarrollo de estas actividades interacciona directamente con estas formaciones; y permitiría su protección
	Depósitos modernos y actuales	1	
Hidrología Superficial	Calidad	2	La calidad y cantidad de agua es un elemento fundamental para el desarrollo de actividades de protección de biodiversidad
	Cantidad	2	
Hidrogeología	Calidad	2	
	Cantidad	2	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	2	El espesor de la cubierta arbórea favorecerá el desarrollo de esta actividad. Debido a que donde exista mayor diversidad de flora, existirá mayor diversidad de fauna
	Defectiva 40 a 80 %	1	
	Ralo < 40 %	1	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	2	Este tipo de clima es muy favorable para el desarrollo de diversas especies de flora y fauna. Propiciará el desarrollo de esta actividad
	Templado húmedo de llanura	2	
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	2	Las poblaciones cumplen un rol muy importante en la protección de las áreas de reservas; y por lo general poblaciones más pequeñas suelen comprometerse más fácilmente con el cuidado de sus recursos
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	2	
	Población mayor a 30.000 habitantes	2	

Tabla N° A.9. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 9: Acotación de áreas de pastoreo

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 9: Acotación de áreas de pastoreo	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	0	La pendiente no sería un elemento que influya notablemente en la selección de las áreas de pastoreo
	0.30 – 0.60	0	
	0.60 – 1.00	0	
	1.0 – 1.46	0	
Usos de suelo	Cauces	-∞	Esta actividad no podrá ser desarrollada en los cauces
	Arroz	-∞	Las áreas que se utilizan para agricultura, no podrán desarrollar esta actividad
	Cereales	-∞	
	Oleaginosas	-∞	
	Ganadería	2	Las áreas de ganadería serán las más favorables para el desarrollo de esta actividad
	Improductivo	0	El suelo improductivo no permitirá el desarrollo de la actividad
Monte natural	-1	El monte natural no debería ser utilizado para esta actividad	
Tipo de suelo	III	-1	Los suelos de este tipo tienen características que sirven para la explotación agrícola, por lo que no deberían ser utilizados para pasturas
	IV	-1	
	V	0	Este tipo de suelo sólo puede ser utilizado para reservas naturales.
	VII	2	Este tipo de suelo es el más adecuado para la pastura
	VIII	0	Este tipo de suelo sólo puede ser utilizado para reservas naturales.
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	0	Las zonas donde existe pérdidas de suelo no deberían ser utilizadas para pastoreo
	Moderada	-1	
	Alta	-1	
Litología	Cretácico	0	Las formaciones que corresponden a estos períodos, se encuentran a una profundidad tal que no interaccionarían con esta actividad
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	
	Pleistoceno	0	Este elemento no sería determinante para la acotación de las áreas de pastoreo
	Depósitos modernos y actuales	0	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 9: Acotación de áreas de pastoreo	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Hidrología Superficial	Calidad	2	La calidad y cantidad de agua es un elemento muy importante a considerar a la hora de acotar áreas de pastoreo
	Cantidad	2	
Hidrogeología	Calidad	2	
	Cantidad	2	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	2	Este elemento es de importancia relevante a la hora de determinar áreas de pastoreo
	Defectiva 40 a 80 %	2	
	Ralo < 40 %	2	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	0	El clima no sería un elemento determinante para la acotación de áreas de pastoreos en esta cuenca
	Templado húmedo de llanura	0	
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	-1	Las áreas de pastoreo no podrán ser localizadas en las zonas pobladas
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	-1	
	Población mayor a 30.000 habitantes	-1	

Tabla Nº A.10. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 10: Mantenimiento del uso agrícola

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 10: Mantenimiento del uso agrícola	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	0	Los rangos de pendientes de la cuenca no son una limitante para el mantenimiento del uso agrícola
	0.30 – 0.60	0	
	0.60 – 1.00	0	
	1.0 – 1.46	0	
Usos de suelo	Cauces	0	Dentro de los cauces no se realizan actividades agrícolas
	Arroz	2	El mantenimiento del uso agrícola actual es muy importante, sin embargo es totalmente necesario aplicar las técnicas
	Cereales	2	
	Oleaginosas	1	
	Ganadería	2	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 10: Mantenimiento del uso agrícola	Descripción del grado de capacidad seleccionado
			agrícolas adecuadas para la cuenca, con el objetivo de evitar el agotamiento de los recursos
	Improductivo	0	Un suelo improductivo no podría ser utilizado para agricultura
	Monte natural	-1	El monte natural no debería ser utilizado con fines agrícolas
Tipo de suelo	III	2	Estos suelos son aptos para la continuidad del uso agrícola
	IV	2	
	V	-1	Estos tipos de suelo no son aptos para la actividad agrícola
	VII	-1	
	VIII	-1	
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	-1	La actividad agrícola es una de las responsables de la pérdida de suelo
	Moderada	-1	
	Alta	-1	
Litología	Cretácico	0	Las formaciones que corresponden a estos períodos, se encuentran a una profundidad tal que no interaccionarían con esta actividad
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	El mantenimiento del uso agrícola no afectaría a la litología
	Pleistoceno	0	
	Depósitos modernos y actuales	0	
Hidrología Superficial	Calidad	-1	La calidad y cantidad de agua, tanto superficial como subterránea, están siendo afectadas por la actividad agrícola tal como se la realiza en la actualidad, de mantenerse estas prácticas la situación actual empeoraría
	Cantidad	-1	
Hidrogeología	Calidad	-1	
	Cantidad	-1	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	0	La espesura arbórea no sería afectada por el mantenimiento del uso agrícola
	Defectiva 40 a 80 %	0	
	Ralo < 40 %	0	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	1	El clima de la cuenca favorece el desarrollo agrícola

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 10: Mantenimiento del uso agrícola	Descripción del grado de capacidad seleccionado
	Templado húmedo de llanura	1	
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	2	La población de la cuenca necesita que la actividad agrícola se mantenga, ya que es la principal actividad productiva de la zona; pero debe considerarse seriamente la necesidad de mejoras en las técnicas agrícolas que se utilizan actualmente
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	2	
	Población mayor a 30.000 habitantes	2	

Tabla N° A.11. Matriz de Capacidad. Columna de la Actividad 11: Incentivo / mejora actividad rural, calidad de vida

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 11: Incentivo / mejora actividad rural, calidad de vida	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	0	La pendiente no influiría directamente en el desarrollo de esta actividad
	0.30 – 0.60	0	
	0.60 – 1.00	0	
	1.0 – 1.46	0	
Usos de suelo	Cauces	2	El uso adecuado del suelo es fundamental para lograr que la calidad de vida de la población sea adecuada y sostenida en el tiempo
	Arroz	2	
	Cereales	2	
	Oleaginosas	2	
	Ganadería	2	
	Improductivo	-∞	
Tipo de suelo	Monte natural	2	El tipo de suelo es un elemento de importancia para la mejora de la calidad de vida de la población. Los tipos de suelo de la cuenca en estudio permiten la realización de diferentes actividades agropecuarias y de conservación
	III	2	
	IV	2	
	V	2	
	VII	2	
Pérdidas de suelo	VIII	2	La pérdida de suelo no favorecen a la mejora de la calidad de vida; es por eso que se deben tomar las medidas
	Ninguna o ligera	0	
	Moderada	-1	
	Alta	-1	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 11: Incentivo / mejora actividad rural, calidad de vida	Descripción del grado de capacidad seleccionado
			adecuadas para evitar la pérdida de suelo
Litología	Cretácico	0	Las formaciones que corresponden a estos períodos, se encuentran a una profundidad tal que no interaccionarían con esta actividad
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	
	Pleistoceno	1	Las formaciones más cercanas a la superficie son las que interactúan más fluidamente con las actividades humanas diarias
	Depósitos modernos y actuales	2	
Hidrología Superficial	Calidad	2	La disponibilidad de agua en cantidad y calidad adecuadas es un factor determinante para la mejora de la calidad de vida de una población
	Cantidad	2	
Hidrogeología	Calidad	2	
	Cantidad	2	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	2	La espesura de cubierta arbórea es un elemento que influya positivamente a la mejora de la calidad de vida
	Defectiva 40 a 80 %	2	
	Ralo < 40 %	1	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	2	El tipo de clima de la cuenca favorece a los asentamientos poblacionales, debido a que es un clima agradable
	Templado húmedo de llanura	2	
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	2	La mejora de la calidad de vida es importante para todas las poblaciones, más allá de su tamaño
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	2	
	Población mayor a 30.000 habitantes	2	

A.2. Matriz de conveniencia

Tabla N° A.12. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 1: Repoblación forestal protectora

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 1: Repoblación forestal protectora	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	2	Para todo el rango de pendientes, la repoblación forestal protectora es conveniente
	0.30 – 0.60	2	
	0.60 – 1.00	2	
	1.0 – 1.46	2	
Usos de suelo	Cauces	2	La repoblación forestal es muy conveniente para los cauces ya que evitaría excesos de escorrentía
	Arroz	1	
	Cereales	1	
	Oleaginosas	1	
	Ganadería	1	
	Improductivo	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
Monte natural		2	Es muy conveniente el desarrollo de esta actividad en relación al monte natural, ya que la reforestación se puede realizar con especies autóctonas y así mejora la calidad y cantidad de monte natural que se ha perdido en el último tiempo
Tipo de suelo	III	2	El desarrollo de esta actividad es conveniente para todo tipo de suelo, ya que esta actividad cumple un rol muy importante en la protección del suelo
	IV	2	
	V	2	
	VII	2	
	VIII	2	
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	1	La pérdida de suelo podría ser detenida, en parte, con la implementación de esta actividad en la cuenca
	Moderada	2	
	Alta	2	
Litología	Cretácico	0	Las formaciones que corresponden a estos períodos, se encuentran a una profundidad tal que no interaccionarían con esta actividad
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 1: Repoblación forestal protectora	Descripción del grado de capacidad seleccionado
	Pleistoceno	2	La repoblación forestal protectora es muy importante para la protección y conservación de la superficie del suelo
	Depósitos modernos y actuales	2	
Hidrología Superficial	Calidad	2	La repoblación forestal protectora es un factor de influencia directa en la calidad y cantidad de agua, tanto superficial como subterránea
	Cantidad	2	
Hidrogeología	Calidad	2	
	Cantidad	2	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	1	Reforestar zonas donde la espesura arbórea es escasa será una buena forma de recuperar parte de los bosques y montes naturales que se han perdido
	Defectiva 40 a 80 %	2	
	Ralo < 40 %	2	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	2	El clima de la cuenca es apto para la repoblación forestal
	Templado húmedo de llanura	2	
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	2	La repoblación forestal aumenta la capacidad de intercepción de la cuenca, contrarrestando la superficie impermeabilizada
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	2	
	Población mayor a 30.000 habitantes	2	

Tabla N° A.13. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 2: Evitar el avance de la frontera agrícola

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 2: Evitar avance de frontera agrícola	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	2	Evitar el avance de la frontera agrícola es fundamental para todo el rango de pendientes presentes en la cuenca
	0.30 – 0.60	2	
	0.60 – 1.00	2	
	1.0 – 1.46	2	
Usos de suelo	Cauces	2	

Es muy conveniente que se evite el avance

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 2: Evitar avance de frontera agrícola	Descripción del grado de capacidad seleccionado
			de la frontera agrícola, sobre todo al ritmo actual de avance, para evitar mayores problemas de origen hídrico, como ser inundaciones por exceso de escurrimiento
	Arroz	-1	Evitar el avance de la frontera agrícola no sería conveniente, si se pretende continuar aumentando considerablemente , año a año, la producción de la cuenca
	Cereales	-1	
	Oleaginosas	-1	
	Ganadería	2	Evitar el avance de la frontera agrícola es muy conveniente para la ganadería, ya que permitiría retomar la actividad tradicional de la cuenca, que era justamente la cría de ganado
	Improductivo	0	Para un suelo improductivo, es totalmente indiferente el desarrollo de esta actividad
	Monte natural	2	Para el monte natural es muy conveniente detener el avance de la frontera agrícola, debido a que si la frontera continúa avanzando se perderá cada vez más superficie de monte natural
Tipo de suelo	III	-2	Este es el único tipo de suelo de la cuenca sobre el cual la frontera agrícola podría avanzar, ya que es un suelo apto para agricultura
	IV	2	Debido a que estos tipos de suelo no son aptos para explotación agrícola, es muy conveniente que se evite el avance de la frontera agrícola sobre ellos, y utilizarlos para las actividades para las cuales son aptos realmente
	V	2	
	VII	2	
	VIII	2	
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	1	El avance desmedido de la frontera agrícola, es en parte, el gran responsable
	Moderada	2	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 2: Evitar avance de frontera agrícola	Descripción del grado de capacidad seleccionado
	Alta	2	de la pérdida de suelo en la cuenca; por lo tanto evitar que la frontera avance sería muy conveniente para detener la pérdida de suelo
Litología	Cretácico	0	Las formaciones que corresponden a estos períodos, se encuentran a una profundidad tal que no interaccionarían con esta actividad
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	
	Pleistoceno	2	Evitar el avance de la frontera agrícola impacta directamente sobre las formaciones más recientes, debido a que son las que se encuentran en superficie
	Depósitos modernos y actuales	2	
Hidrología Superficial	Calidad	2	El desarrollo de esta actividad es muy conveniente para preservar la calidad y cantidad de agua de la cuenca
	Cantidad	2	
Hidrogeología	Calidad	2	
	Cantidad	2	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	1	Evitar el avance de la frontera agrícola es conveniente para el mantenimiento y recuperación de la espesura arbórea
	Defectiva 40 a 80 %	2	
	Ralo < 40 %	2	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	0	Evitar el avance de la frontera agrícola es indiferente respecto al clima
	Templado húmedo de llanura	0	
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	2	Evitar el avance de la frontera agrícola es conveniente para la cuenca debido a que mantiene las características originales de escurrimiento
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	2	
	Población mayor a 30.000 habitantes	2	

Tabla N° A.14. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 3: Monitoreo de embalses existentes para riego

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 3: Monitoreo de embalses existentes para riego	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	2	El control de los embalses existentes es muy conveniente, independientemente del rango de pendientes
	0.30 – 0.60	2	
	0.60 – 1.00	2	
	1.0 – 1.46	2	
Usos de suelo	Cauces	2	El monitoreo de embalses es muy conveniente para poder comprender de forma integral el comportamiento del sistema hidrológico
	Arroz	2	Estos embalses se utilizan casi con exclusividad para riego de arroz, por lo que resulta muy conveniente su monitoreo
	Cereales	1	Si bien en la actualidad estos embalses se utilizan para riego de cultivos de arroz, es importante su monitoreo ya que podrían utilizarse para riego de otros cultivos y para bebida de ganado
	Oleaginosas	1	
	Ganadería	1	
	Improductivo	1	
Monte natural	1		
Tipo de suelo	III	1	El monitoreo debe realizarse independientemente del tipo y uso suelo donde se encuentre localizado el embalse
	IV	1	
	V	1	
	VII	1	
	VIII	1	
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	0	El monitoreo de embalses no interaccionaría directamente con la pérdida de suelo
	Moderada	0	
	Alta	0	
Litología	Cretácico	0	Las formaciones que corresponden a estos períodos, se encuentran a una profundidad tal que no interaccionarían con esta actividad
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	
	Pleistoceno	2	Es muy conveniente la ejecución de esta actividad en relación a las formaciones más
	Depósitos	2	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 3: Monitoreo de embalses existentes para riego	Descripción del grado de capacidad seleccionado
	modernos y actuales		recientes, debido a la intensa interacción que se produce
Hidrología Superficial	Calidad	2	El monitoreo de embalses es muy conveniente para conocer el estado de la calidad y cantidad de agua del sistema
	Cantidad	2	
Hidrogeología	Calidad	2	
	Cantidad	2	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	0	El monitoreo de embalses no interaccionaría directamente con la espesura arbórea
	Defectiva 40 a 80 %	0	
	Ralo < 40 %	0	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	1	El clima es un factor de incidencia sobre el estado de los embalses, por lo tanto es conveniente que se desarrolle esta actividad
	Templado húmedo de llanura	1	
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	2	Es muy conveniente que se realice el monitoreo de embalses para mantener protegidas las poblaciones que se encuentran cercanas a dichos embalses, ante cualquier tipo de falla que pueda ser ocasionada en estas obras hidráulicas
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	2	
	Población mayor a 30.000 habitantes	2	

Tabla N° A.15. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 4: Regulación de la construcción de nuevos embalses

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 4: Regulación de la construcción de nuevos embalses	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	1	Independientemente del rango de pendientes, la regulación de la construcción de nuevos embalses debería ser realizada
	0.30 – 0.60	1	
	0.60 – 1.00	1	
	1.0 – 1.46	1	
Usos de suelo	Cauces	2	

La regulación de la construcción de nuevos embalses es muy conveniente para la los cauces de la cuenca; ya que los embalses

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 4: Regulación de la construcción de nuevos embalses	Descripción del grado de capacidad seleccionado
			intervienen en el escurrimiento, y demás componentes del ciclo hidrológico
	Arroz	2	Los embalses en esta cuenca son utilizados, en su mayoría, para el riego de este cultivo
	Cereales	1	Nuevos embalses podrían ser utilizados para riego de otros cultivos y para bebida de ganado
	Oleaginosas	1	
	Ganadería	1	
	Improductivo	1	
Monte natural	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia	
Tipo de suelo	III	-1	No sería conveniente utilizar este tipo de suelo, que es el suelo productivo de la cuenca, para la construcción de embalses
	IV	-1	
	V	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	VII	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	VIII	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	1	La regulación en la construcción de nuevos embalses es conveniente respecto a las pérdidas de suelo debido a que un embalse podría modificar líneas de drenaje, niveles freáticos; entre otros
	Moderada	1	
	Alta	1	
Litología	Cretácico	0	Las formaciones que corresponden a estos
	Oligoceno	0	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 4: Regulación de la construcción de nuevos embalses	Descripción del grado de capacidad seleccionado
	Mioceno	0	períodos, se encuentran a una profundidad tal que no interaccionarían con esta actividad
	Plioceno	0	
	Pleistoceno	0	Indiferente
	Depósitos modernos y actuales	0	Indiferente
Hidrología Superficial	Calidad	2	La regulación en la construcción de nuevos embalses favorece a la cantidad y calidad de agua disponible para diferentes usos
	Cantidad	2	
Hidrogeología	Calidad	2	
	Cantidad	2	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	1	Es conveniente que se regule la construcción de nuevos embalses, en especial en zonas de montes y bosques naturales
	Defectiva 40 a 80 %	1	
	Ralo < 40 %	2	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	1	El tipo de clima es favorable para la construcción de embalses, por lo que su regulación es necesaria
	Templado húmedo de llanura	1	
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	Población mayor a 30.000 habitantes	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia

Tabla Nº A.16. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 5: Control de erosión

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 5: Control de erosión	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	2	El control de erosión es muy conveniente, independientemente del rango de pendiente
	0.30 – 0.60	2	
	0.60 – 1.00	2	
	1.0 – 1.46	2	
Usos de suelo	Cauces	2	El control de erosión es muy importante para el cauce
	Arroz	1	El control de erosión es importante para los cultivos, para evitar pérdidas de suelo fértil que disminuyan la rentabilidad de las cosechas
	Cereales	1	
	Oleaginosas	1	
	Ganadería	1	El control de erosión debería realizarse en todos los suelos productivos de la cuenca
	Improductivo	1	El control de erosión de un suelo improductivo no sería relevante, sin embargo es conveniente realizarlo ya que podría afectar a otros recursos; como por ejemplo a los cauces aportando mayor caudal sólido
Monte natural	1	El control de erosión debería realizarse en todos los suelos productivos de la cuenca	
Tipo de suelo	III	2	El control de erosión debería realizarse en todos los suelos productivos de la cuenca; teniendo en cuenta que estos son los mejores suelos de la cuenca; es muy conveniente realizar esta actividad
	IV	2	
	V	1	Si bien estos suelos no son los más aptos para actividades productivas son suelos buenos para reforestación y conservación de flora y fauna; en consecuencia sería conveniente realizar el control de erosión en ellos
	VII	1	
	VIII	1	
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	1	El control de erosión es fundamental en aquellos suelos donde ya existe evidencia
	Moderada	1	
	Alta	2	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 5: Control de erosión	Descripción del grado de capacidad seleccionado
			de pérdida de suelo
Litología	Cretácico	0	Las formaciones que corresponden a estos períodos, se encuentran a una profundidad tal que no interaccionarían con esta actividad
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	
	Pleistoceno	1	El control de erosión es conveniente de realizar para estas formaciones superficiales
	Depósitos modernos y actuales	1	
Hidrología Superficial	Calidad	1	El control de erosión afecta a la calidad del agua superficial y a la cantidad disponible para otros usos
	Cantidad	1	
Hidrogeología	Calidad	0	En control de erosión no afectaría directamente a la calidad ni cantidad de agua subterránea
	Cantidad	0	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	1	La cobertura arbórea es un elemento que favorece al control de erosión. Mejorar la espesura arbórea podría ser una forma de realizar un control de erosión
	Defectiva 40 a 80 %	1	
	Ralo < 40 %	2	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	-	El clima no sería un factor de influencia sobre el control de erosión
	Templado húmedo de llanura	-	
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	1	La impermeabilización realizadas en las urbes aumenta el escurrimiento y en consecuencia la erosión; en consecuencia es necesario realizar controles de erosión en zonas próximas a las impermeabilizadas
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	1	
	Población mayor a 30.000 habitantes	1	

Tabla N° A.17. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 6: Restauración de riberas

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 6: Restauración de riberas	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	2	La restauración de riberas es conveniente para todo el rango de pendientes de la cuenca
	0.30 – 0.60	2	
	0.60 – 1.00	2	
	1.0 – 1.46	2	
Usos de suelo	Cauces	2	La restauración de riberas es muy conveniente para los cauces de la cuenca
	Arroz	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	Cereales	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	Oleaginosas	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	Ganadería	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	Improductivo	1	La restauración de riberas es conveniente de ser realizada en todo tipo de suelos, para evitar consecuencias negativas sobre otros recursos
	Monte natural	1	
Tipo de suelo	III	1	La restauración de riberas es conveniente de ser realizada en todo tipo de suelos, para evitar consecuencias negativas sobre otros recursos
	IV	1	
	V	1	
	VII	1	
	VIII	1	
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	1	La restauración de riberas es una alternativa para evitar y /o detener las pérdidas de suelo
	Moderada	2	
	Alta	2	
Litología	Cretácico	0	Las formaciones que corresponden a estos períodos, se encuentran a una profundidad
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 6: Restauración de riberas	Descripción del grado de capacidad seleccionado
	Plioceno	0	tal que no interaccionarían con esta actividad
	Pleistoceno	1	La restauración de riberas es conveniente independientemente de la formación que se encuentre en la cenca
	Depósitos modernos y actuales	1	
Hidrología Superficial	Calidad	2	La restauración de riberas influye directamente sobre la calidad y cantidad de agua; por lo tanto es muy conveniente realizar esta actividad
	Cantidad	2	
Hidrogeología	Calidad	2	
	Cantidad	2	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	0	La restauración de riberas sería indiferente respecto a la espesura arbórea
	Defectiva 40 a 80 %	0	
	Ralo < 40 %	0	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	0	Esta actividad sería indiferente respecto a la espesura arbórea
	Templado húmedo de llanura	0	
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	0	Esta actividad sería indiferente respecto a este elemento
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	0	
	Población mayor a 30.000 habitantes	0	

Tabla Nº A.18. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 7: Fomentar el turismo ecológico

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 7: Fomentar el turismo ecológico	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	0	El desarrollo de esta actividad es indiferente respecto a este elemento
	0.30 – 0.60	0	
	0.60 – 1.00	0	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 7: Fomentar el turismo ecológico	Descripción del grado de capacidad seleccionado
	1.0 – 1.46	0	
Usos de suelo	Cauces	2	Es muy conveniente fomentar el turismo ecológico en los cauces de la cuenca
	Arroz	0	El turismo ecológico sería indiferente respecto a los usos de suelo de tipo agrícola - ganadero
	Cereales	0	
	Oleaginosas	0	
	Ganadería	0	
	Improductivo	0	
	Monte natural	2	Es muy conveniente fomentar el turismo ecológico en los montes naturales de la cuenca
Tipo de suelo	III	1	El desarrollo de actividades que respeten los recursos naturales de la cuenca es conveniente para el suelo y los demás recursos
	IV	1	
	V	1	
	VII	1	
	VIII	1	
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	0	El desarrollo de esta actividad no influiría directamente con este elemento
	Moderada	0	
	Alta	0	
Litología	Cretácico	0	Las formaciones que corresponden a estos períodos, se encuentran a una profundidad tal que no interaccionarían con esta actividad
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	
	Pleistoceno	0	El desarrollo de esta actividad no influiría directamente con este elemento
	Depósitos modernos y actuales	0	
Hidrología Superficial	Calidad	1	El desarrollo de actividades que respeten los recursos naturales de la cuenca es conveniente
	Cantidad	1	
Hidrogeología	Calidad	1	
	Cantidad	1	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	1	El desarrollo de actividades que respeten los recursos naturales de la cuenca es conveniente
	Defectiva 40 a 80 %	1	
	Ralo < 40 %	1	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	2	El clima de la cuenca es favorable para el desarrollo de actividades de turismo

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 7: Fomentar el turismo ecológico	Descripción del grado de capacidad seleccionado
	Templado húmedo de llanura	2	ecológico
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	0	El desarrollo de esta actividad no influiría directamente con este elemento
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	0	
	Población mayor a 30.000 habitantes	0	

**Tabla N° A.19. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 8: Determinar áreas de
protección de flora y fauna, como por ejemplo reservas ecológicas**

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 8: Determinar áreas de protección de flora y fauna, como por ejemplo reservas ecológicas	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	0	El desarrollo de esta actividad no influiría directamente con este elemento
	0.30 – 0.60	0	
	0.60 – 1.00	0	
	1.0 – 1.46	0	
Usos de suelo	Cauces	2	El desarrollo de esta actividad es muy conveniente para los cauces, porque indirectamente los protege de posibles erosiones (causadas por explotaciones excesivas de recursos naturales)
	Arroz	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	Cereales	-	

La cuenca no posee capacidad para el
desarrollo de esta actividad respecto a este

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 8: Determinar áreas de protección de flora y fauna, como por ejemplo reservas ecológicas	Descripción del grado de capacidad seleccionado
			elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	Oleaginosas	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	Ganadería	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	Improductivo	1	El desarrollo de esta actividad en suelos improductivos es muy conveniente, para evitar darle a este tipo de suelo otro uso que no sería apropiado (por ejemplo explotaciones agrícolas)
	Monte natural	2	El desarrollo de esta actividad es muy conveniente para preservar el monte natural de la cuenca
Tipo de suelo	III	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	IV	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	V	2	Estos tipos de suelo no son aptos para el desarrollo de actividades agropecuarias, sin embargo son aptos para el desarrollo de esta actividad, por lo que sería muy
	VII	2	
	VIII	2	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 8: Determinar áreas de protección de flora y fauna, como por ejemplo reservas ecológicas	Descripción del grado de capacidad seleccionado	
			conveniente realizarla	
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	1	El desarrollo de esta actividad es conveniente para este elemento debido a que podría evitar nuevas pérdidas de suelo	
	Moderada	2		
	Alta	2		
Litología	Cretácico	0	Las formaciones que corresponden a estos períodos, se encuentran a una profundidad tal que no interaccionarían con esta actividad	
	Oligoceno	0		
	Mioceno	0		
	Plioceno	0		
	Pleistoceno	0	El desarrollo de esta actividad no influiría directamente con este elemento	
	Depósitos modernos y actuales	0		
Hidrología Superficial	Calidad	1	La determinación de áreas protegidas favorece a la protección de la calidad y cantidad de agua	
	Cantidad	1		
Hidrogeología	Calidad	1		
	Cantidad	1		
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	1		El desarrollo de esta actividad es conveniente para detener la disminución de superficie de bosques de la cuenca
	Defectiva 40 a 80 %	2		
	Ralo < 40 %	2		
Clima	Subtropical húmedo de llanura	1	El clima de la cuenca favorece el desarrollo de actividades de protección de flora y fauna, por lo tanto es conveniente realizar esta actividad	
	Templado húmedo de llanura	1		
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	2	Las áreas de protección de flora y fauna permiten mantener superficies permeables dentro de la cuenca, y así evitar mayores escurrimientos	
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	2		
	Población mayor a 30.000 habitantes	2		

Tabla N° A.20. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 9: Acotación de áreas de pastoreo

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 9: Acotación de áreas de pastoreo	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	0	Esta actividad no afectaría directamente a este elemento
	0.30 – 0.60	0	
	0.60 – 1.00	0	
	1.0 – 1.46	0	
Usos de suelo	Cauces	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	Arroz	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	Cereales	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	Oleaginosas	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	Ganadería	2	El desarrollo de esta actividad es muy conveniente para este elemento
	Improductivo	0	Esta actividad no influiría sobre este elemento
	Monte natural	2	El desarrollo de esta actividad es muy conveniente para este elemento
Tipo de suelo	III	-2	Es muy poco conveniente realizar esta actividad en estos tipos de suelo, ya que son los suelos aptos para cultivos que posee la cuenca
	IV	-2	
	V	-1	Es poco conveniente realizar esta actividad

Es poco conveniente realizar esta actividad

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 9: Acotación de áreas de pastoreo	Descripción del grado de capacidad seleccionado
			en este suelo, ya que es un suelo poco apto para explotación comercial, reservado para flora y fauna
	VII	2	Este tipo de suelo es apto para pasturas, por lo que el desarrollo de esta actividad es muy conveniente
	VIII	-1	Es poco conveniente realizar esta actividad en este suelo, ya que es un suelo no apto para explotación agrícola ni ganadera, reservado para flora y fauna
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	1	El desarrollo de esta actividad sería conveniente para evitar nuevas pérdidas de suelo
	Moderada	2	
	Alta	2	
Litología	Cretácico	0	Las formaciones que corresponden a estos períodos, se encuentran a una profundidad tal que no interaccionarían con esta actividad
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	
	Pleistoceno	1	El desarrollo de esta actividad interactúa con las formaciones superficiales, por lo tanto es conveniente su acotación
	Depósitos modernos y actuales	1	
Hidrología Superficial	Calidad	0	El desarrollo de esta actividad no afectaría directamente a este elemento
	Cantidad	0	
Hidrogeología	Calidad	0	
	Cantidad	0	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	1	El desarrollo de esta actividad es conveniente para este elemento para evitar futuros desmontes desmedidos
	Defectiva 40 a 80 %	2	
	Ralo < 40 %	2	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	-	El elemento j no influye en el desarrollo de la actividad
	Templado húmedo de llanura	-	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 9: Acotación de áreas de pastoreo	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	-	El elemento j no influye en el desarrollo de la actividad
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	-	
	Población mayor a 30.000 habitantes	-	

**Tabla Nº A.21. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 10: Mantenimiento del
uso agrícola**

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 10: Mantenimiento del uso agrícola	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	1	El mantenimiento del uso agrícola es conveniente en todo el rango de pendientes de la cuenca
	0.30 – 0.60	1	
	0.60 – 1.00	1	
	1.0 – 1.46	1	
Usos de suelo	Cauces	-	No existe capacidad del territorio para la actividad, por lo que no se evalúa el grado de conveniencia
	Arroz	2	Es conveniente que el uso agrícola se mantenga, siempre y cuando se tengan en cuenta las limitaciones de la cuenca
	Cereales	2	
	Oleaginosas	1	
	Ganadería	-	No existe capacidad del territorio para la actividad, por lo que no se evalúa el grado de conveniencia
	Improductivo	-	No existe capacidad del territorio para la actividad, por lo que no se evalúa el grado de conveniencia
Monte natural	-	No existe capacidad del territorio para la actividad, por lo que no se evalúa el grado de conveniencia	
Tipo de suelo	III	2	Es muy conveniente mantener el uso
	IV	2	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 10: Mantenimiento del uso agrícola	Descripción del grado de capacidad seleccionado
			agrícola en estos suelos, ya que son los suelos aptos para agricultura de la cuenca
	V	-2	No es conveniente continuar utilizando estos suelos para agricultura, ya que los mismos no son aptos para esta actividad
	VII	-2	
	VIII	-2	
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	1	El uso agrícola debe mantenerse, sin embargo debe considerarse modificaciones en la práctica, en particular en aquellas zonas donde se provoca algún tipo de pérdida de suelo
	Moderada	1	
	Alta	1	
Litología	Cretácico	0	Las formaciones que corresponden a estos períodos, se encuentran a una profundidad tal que no interaccionarían con esta actividad
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	
	Pleistoceno	-	El elemento no influye en el desarrollo de la actividad
	Depósitos modernos y actuales	-	El elemento no influye en el desarrollo de la actividad
Hidrología Superficial	Calidad	1	El mantenimiento del uso agrícola es conveniente, y el agua disponible en la cuenca es un elemento necesario para ello
	Cantidad	1	
Hidrogeología	Calidad	1	
	Cantidad	1	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	∞	Es necesario recuperar, al menos algunos de los espacios, que pertenecieron a monte natural, donde hoy se realizan explotaciones agrícolas
	Defectiva 40 a 80 %	∞	
	Ralo < 40 %	∞	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	2	Es muy conveniente el desarrollo de esta actividad, y el clima de la cuenca favorece su continuación
	Templado húmedo de llanura	2	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 10: Mantenimiento del uso agrícola	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	2	Es muy conveniente para la población mantener el uso agrícola
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	2	
	Población mayor a 30.000 habitantes	2	

Tabla Nº A.22. Matriz de Conveniencia. Columna de la Actividad 11: Incentivo / mejora actividad rural, calidad de vida

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 11: Incentivo / mejora actividad rural, calidad de vida	Descripción del grado de capacidad seleccionado
Pendiente	0.15 – 0.30	2	El desarrollo de esta actividad es muy conveniente, independientemente del rango de pendientes
	0.30 – 0.60	2	
	0.60 – 1.00	2	
	1.0 – 1.46	2	
Usos de suelo	Cauces	2	El desarrollo de esta actividad es muy conveniente
	Arroz	2	
	Cereales	2	
	Oleaginosas	2	
	Ganadería	2	
	Improductivo	-	La cuenca no posee capacidad para el desarrollo de esta actividad respecto a este elemento, en consecuencia no se evalúa el grado de conveniencia
	Monte natural	2	El desarrollo de esta actividad es muy conveniente
Tipo de suelo	III	2	El desarrollo de esta actividad es muy conveniente, para todo el tipo de suelo presente en la cuenca
	IV	2	
	V	2	
	VII	2	
	VIII	2	
Pérdidas de suelo	Ninguna o ligera	1	El desarrollo de esta actividad es conveniente, con prácticas que no
	Moderada	1	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 11: Incentivo / mejora actividad rural, calidad de vida	Descripción del grado de capacidad seleccionado
	Alta	1	contribuyan al aumento de la pérdida de suelo
Litología	Cretácico	0	Las formaciones que corresponden a estos períodos, se encuentran a una profundidad tal que no interaccionarían con esta actividad
	Oligoceno	0	
	Mioceno	0	
	Plioceno	0	
	Pleistoceno	-	El elemento no influye en el desarrollo de la actividad
	Depósitos modernos y actuales	-	El elemento no influye en el desarrollo de la actividad
Hidrología Superficial	Calidad	2	El desarrollo de esta actividad es muy conveniente, y la calidad y cantidad de agua es un elemento fundamental para esta actividad
	Cantidad	2	
Hidrogeología	Calidad	2	
	Cantidad	2	
Espesura de la cubierta arbórea	Completa > 80 %	2	El desarrollo de esta actividad es muy conveniente, y la mejora de la espesura arbórea es un elemento importante para esta actividad
	Defectiva 40 a 80 %	2	
	Ralo < 40 %	2	
Clima	Subtropical húmedo de llanura	2	El desarrollo de esta actividad es muy conveniente, y el clima de la cuenca es favorable
	Templado húmedo de llanura	2	
Urbanización / impermeabilización	Población menor a 15.000 habitantes	2	El desarrollo de esta actividad es muy conveniente para toda la población de la cuenca
	Población de 15.000 a 30.000 habitantes	2	

Elementos (h)	Clase (j)	Actividad 11: Incentivo / mejora actividad rural, calidad de vida	Descripción del grado de capacidad seleccionado
	Población mayor a 30.000 habitantes	2	