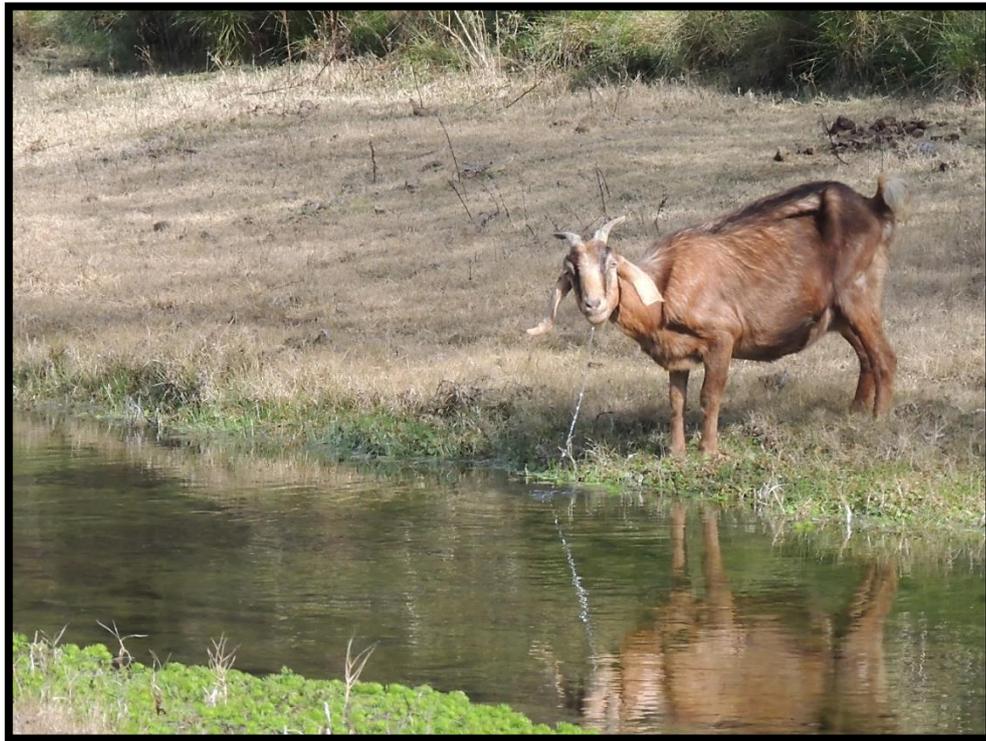




Universidad Nacional de Córdoba  
Facultad de Ciencias  
Agropecuarias



## **Diagnóstico socio-ambiental y estrategias de manejo para la cuenca baja del arroyo Cautana, San Luis**



Área de consolidación  
Planificación y manejo de cuencas hidrográficas  
Diciembre de 2017

Alumno: Moisés Fara  
Tutora: Ing. Agr. Ana Meehan

## Índice de contenidos

Índice de contenidos .....	2
Índice de figuras .....	3
Índice de tablas .....	4
Resumen .....	5
Introducción .....	6
Objetivo general .....	9
Objetivos específicos .....	9
Materiales y Métodos .....	10
Caracterización de la región .....	10
Delimitación de la cuenca .....	10
Zonificación en función de la cobertura y del uso actual del suelo .....	11
Análisis y diagnóstico .....	11
Resultados y discusión .....	13
Caracterización de la región .....	13
a) Ubicación geográfica .....	13
b) Clima .....	15
c) Suelos .....	18
d) Vegetación .....	21
e) Situación socio-económica .....	23
f) Aspectos legales o normativas .....	28
Ley de Bosques Nativos de La Provincia de San Luis .....	28
Parque provincial Bajo de Veliz .....	30
Delimitación de la cuenca y caracterización hidrológica .....	32
Zonificación en función de la cobertura y del uso actual del suelo .....	34
Análisis y diagnóstico .....	36
Árbol de problemas .....	44
Árbol de soluciones .....	47
Problema 1: Erosión hídrica .....	48
Problema 2: Áreas degradadas con baja cobertura arbórea y forrajera .....	53
Problema 3: Sobrepastoreo, alta carga animal, animales sueltos, impacto por pisoteo. ...	59
Conclusiones .....	65
Bibliografía .....	67

## Índice de figuras

<i>Fig. 1: Mapa del parque provincial Bajo de Veliz con punto de salida de la cuenca, vías de escurrimiento y viviendas dentro del parque [Fuente: elaboración propia].....</i>	<i>11</i>
<i>Fig. 2: Localización de la cuenca.....</i>	<i>13</i>
<i>Fig. 3: Ubicación de la cuenca en la provincia de San Luis, parajes, localidades más cercanas y caminos.....</i>	<i>14</i>
<i>Fig. 4: Distribución de las precipitaciones anuales en la provincia de San Luis según Modelo de interpolación de BRS (2000). Puntos = estaciones meteorológicas.....</i>	<i>15</i>
<i>Fig. 5: Temperatura y precipitaciones en Santa Rosa del Conlara, año 2015 (Fuente: Red de estaciones meteorológicas de San Luis).....</i>	<i>16</i>
<i>Fig. 6: Dirección de los vientos dominantes (Fuente: Carta de suelos, hoja Concarán). .....</i>	<i>17</i>
<i>Fig. 7: Unidades cartográficas de la cuenca del arroyo Cautana (cuenca en color amarillo) según la carta de suelos de la República Argentina, hoja Concarán de la Provincia de San Luis. ....</i>	<i>18</i>
<i>Fig. 8: Ecorregiones de la República Argentina .....</i>	<i>21</i>
<i>Fig. 9: izquierda: mapa de densidad de población (hab/km<sup>2</sup>) por departamentos de la provincia de San Luis. Año 2010 (Fuente INDEC; censo 2010); derecha: hogares con NBI (en %) por departamentos de la provincia de San Luis. Año 2010 (Fuente: DINREP). .....</i>	<i>23</i>
<i>Fig. 10: Animales en los departamentos Junín y San Martín, año 2016 (Elaboración propia; fuente SENASA) .....</i>	<i>24</i>
<i>Fig. 11: Cantidad y superficie del total de EAP, por escala de extensión, departamento Junín (Fuente: INDEC, Censo Nacional Agropecuario 2002) .....</i>	<i>26</i>
<i>Fig. 12: Cantidad y superficie del total de EAP, por escala de extensión, departamento San Martín (Fuente: INDEC, Censo Nacional Agropecuario 2002).....</i>	<i>26</i>
<i>Fig. 13: Régimen de tenencia de la tierra, departamentos Libertador San Martín y Junín (Elaboración propia; Fuente: INDEC, Censo Nacional Agropecuario 2002).....</i>	<i>27</i>
<i>Fig. 14: Categorías de conservación I (Rojo), II (Amarillo) y III (Verde) del Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de San Luis (derecha) y en la cuenca del arroyo Cautana (izquierda). .....</i>	<i>29</i>
<i>Fig. 15: imagen satelital donde se observa el valle del bajo de Veliz, la ruta que lo atraviesa y el arroyo cautana. ....</i>	<i>30</i>
<i>Fig. 16: Izquierda: Mapa de la cuenca del arroyo Cautana con sus subcuencas y principales vías de escurrimiento. Derecha: Mapa topográfico de la cuenca [Fuente: elaboración propia] .....</i>	<i>32</i>
<i>Fig. 17: Arroyo Cautana (Foto: Moisés Fara) .....</i>	<i>33</i>
<i>Fig. 18: mapa de clases de coberturas del suelo que presentaba la cuenca para el mes de Septiembre de 2016 con imágenes representativas. ....</i>	<i>35</i>
<i>Fig. 19: Perfil transversal de elevación de un sector de la cuenca .....</i>	<i>36</i>
<i>Fig. 20: Cantero de laja, hoy en día abandonada abandonada y transformada en yacimiento paleontológico. (Foto: Moisés Fara) .....</i>	<i>37</i>
<i>Fig. 21: Guayacán. (Foto: Moisés Fara) .....</i>	<i>37</i>
<i>Fig. 24: Erosión en la salida de una alcantarilla de la ruta. (Foto: Moisés Fara).....</i>	<i>40</i>
<i>Fig. 23: Erosión en los bordes de la ruta. (Foto: Moisés Fara) .....</i>	<i>40</i>

## Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

Fig. 22: Majada en la ruta ingresando al parque. (Foto: Moisés Fara) .....	42
Fig. 25: Caminos de los animales para llegar al arroyo. (Fotos: Moisés Fara) .....	43
Fig. 26: Dinámica de la degradación del suelo a partir del sobrepastoreo. ....	48
Fig. 27: Escorrentía e infiltración en suelos bien y mal usados.....	49
Fig. 28: imagen satelital donde se observan patrones de la erosión en cárcavas en los caminos de los animales hacia el arroyo (izquierda) y en la salida de las alcantarillas (derecha). ....	49
Fig. 29: En detalle el valle del Bajo de Veliz en imagen clasificada por clases (izquierda) y una imagen satelital en color natural (derecha). ....	53
Fig. 30: Áreas del ANP Bajo de Véliz degradadas. (Foto: Moisés Fara).....	54
Fig. 31: En detalle el valle del Bajo de Veliz en imagen clasificada por clases (izquierda) y una imagen satelital en color natural con dos parcelas delimitadas para rehabilitar (derecha). ....	56
Fig. 31: Arbusto en pedestal formado por la erosión hídrica debido a la falta de cobertura dada por el dosel herbáceo .....	60

### **Índice de tablas**

Tabla 1: Balance hidrológico climático medio del período 1973-1989, correspondiente a la localidad de Villa de Praga, indicando un déficit de 130 mm anuales, con dos picos de reposición de agua en el suelo (Fuente: Carta de suelos, hoja Concarán). ....	15
Tabla 2: Temperaturas medias mensuales. Período 1960-1990 en la localidad de San Martín (Fuente: Carta de suelos, hoja Concarán). ....	16
Tabla 3: Superficie total de las EAP, por tipo de uso de la tierra, según departamento; Fuente: elaboración propia tomado de INDEC, Censo Nacional Agropecuario 2002. ....	25
Tabla 4: superficie y porcentajes de cada clase de coberturas del suelo que presentaba la cuenca para el mes de Septiembre de 2016 .....	34
Tabla 5: Costos de plantacion de Prosopis a diciembre 2016. Fuente: Equipo ambiental "El Cuenco" .....	58

## **Resumen**

La cuenca baja del arroyo Cautana, al Norte de las sierras de San Luis, se encuentra alterada por un sistema de pastoreo que se mantiene desde hace mucho tiempo. El deterioro producido por la alteración de la cubierta vegetal como consecuencia del sobrepastoreo afecta el equilibrio hidrológico, incrementando el escurrimiento y generando graves problemas de erosión. También afecta la economía del habitante de la región disminuyendo la productividad general del sistema, empobrece a los pobladores y acentúa la migración hacia los centros urbanos. Para revertir esta situación, se elaboró un diagnóstico de la cuenca baja del arroyo a efectos de conocer las problemáticas ambientales, sociales y económicas, se analizó la situación a través de un árbol de problemas y por último se desarrollaron distintas estrategias de solución para control y restauración de cárcavas, rehabilitación del bosque nativo y disminución de los efectos negativos del pastoreo. Tales estrategias mejorarían la calidad ambiental de esta cuenca lo cual facilitará la recuperación de la economía general del sistema, y la mejora de la calidad de vida de los habitantes.

## **Introducción**

En el Norte de las sierras de San Luis, Argentina, se encuentra el Parque Provincial Bajo de Veliz, un Área Natural Protegida (ANP) que fue declarada así en 2004 con el objetivo de conservar áreas con representatividad biogeográfica, que contienen ecosistemas y especies de flora y fauna y/o paisajes naturales de belleza excepcional, con fines científicos, educativos y recreativos. Este Parque provincial incluye un yacimiento paleontológico de gran importancia debido a que resguarda una formación originaria del Período Carbónico, con ejemplares fosilizados de fauna y flora de aproximadamente 290 millones de años (Ley N° IX-0333, 2004).

El parque está ubicado en el departamento Junín, a 40 km de la localidad de Villa de Merlo de la cual recibe gran cantidad de turistas que se acercan por día a disfrutar de sus paisajes y atractivos. La comunidad de Bajo de Véliz está constituida por 22 unidades domésticas distribuidas fundamentalmente en torno al ingreso del Parque y alrededor del arroyo Cautana. Estos son productores familiares que basan su economía en la ganadería y el turismo.

A lo largo de esta ANP corre el arroyo Cautana, el cual cumple funciones muy importantes para el ecosistema, los pobladores de la región y su ganado. Este arroyo presenta zonas muy perturbadas, con principios de erosión en cárcavas, falta de vegetación riparia o baja cobertura herbácea y arbórea.

La vegetación de los cursos de agua y de zonas aledañas evita la erosión del suelo (Teich et al., 2011) mientras que la paulatina degradación de la cobertura vegetal y del suelo aceleran los procesos que conllevan a la desertificación (Boletta et al., 2006). Por esa razón es muy importante cuidar la cobertura vegetal ya que su rol es predominante en la protección del suelo, protección que disminuye en períodos de sequías (Torrecillas Núñez, 2016)

Es sabido que la influencia del ganado sobre la cuenca puede ser negativa o no, dependiendo del sistema de pastoreo que se utilice. La forma en que tradicionalmente se practica el pastoreo en las cuencas, a campo abierto, sin control de la carga y sin permitir descansar a las forrajeras, tiene efectos frecuentemente catastróficos. La ganadería incontrolada produce un impacto negativo sobre los recursos forrajeros, la regeneración forestal, el equilibrio de la fauna, el suelo y la hidrología de la cuenca, además de serios efectos económico-sociales y externalidades (Saravia Toledo, 1995).

## Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

La erosión hídrica es la remoción, transporte y sedimentación del suelo, provocado por las precipitaciones y el escurrimiento acompañante (Serenó, 1997). La formación de suelo normalmente compensa las pérdidas en los sitios sin alteración de la cubierta herbácea, en cambio, cuando la erosión es acelerada por causas antrópicas, produce elevadas pérdidas de suelo en proporciones muy superiores a su formación (Saravia Toledo, 1995).

La intensidad de la erosión varía en función de factores climáticos, topográficos, suelo y vegetación. La intensidad del pastoreo puede modificar la vegetación y el suelo, incluso en casos extremos el ganado puede modificar también la topografía por sobrepastoreo + tránsito; esto es muy evidente en zonas áridas evidenciado por arbustos en pedestal. En consecuencia, el ganado puede alterar el equilibrio hidrológico y provocar un incremento generalizado de erosión y arrastre de sedimentos, como sucede actualmente en muchas cuencas hidrográficas.

Las áreas protegidas han sido consideradas como la piedra fundamental para la protección de la biodiversidad y representan el mecanismo más importante para su conservación. El turismo constituye una herramienta valiosa para generar el desarrollo sostenible de las áreas protegidas, aporta valor económico a los servicios ambientales que éstas proporcionan y genera ingresos directos e indirectos para los actores locales (Serrano, 2011). La actividad turística constituye, en el Parque Bajo de Veliz, una oportunidad con un gran potencial por desarrollar.

Sin embargo, los desarrollos turísticos inapropiados pueden causar grave degradación en las áreas naturales de importancia ecológica y producir efectos difícilmente previsibles en las tierras o aguas circundantes. Se debe, por lo tanto, encontrar un balance entre el disfrute de los turistas y los requerimientos de la conservación (Serrano, 2011).

Las ANP se definen no sólo por criterios de biodiversidad, sino que muchas veces, sus límites, se determinan por criterios como el paso de un camino, la presencia de una actividad extractiva, pasos de arroyos o el límite de un municipio (Bunge, 2015).

En pocos casos se tienen en cuenta las divisorias de agua de una cuenca para fijar los límites de áreas naturales protegidas. Una cuenca es, desde el punto de vista de la hidrología, una superficie de drenaje común, pero bajo una mirada más amplia es, en esencia, un sistema integrado tanto de aspectos hidrológicos, topográficos, edáficos y geológicos, como de factores sociales y económicos que la componen.

## Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

El enfoque de cuencas en la planeación territorial resulta oportuno ya que aborda los problemas y sus soluciones de manera sistémica, facilita evaluar los impactos que tienen las actividades en un área específica del territorio, permite priorizar zonas de trabajo y aumenta la coherencia de las acciones para resolver problemas (Cotler y Caire, 2009).

En este trabajo se propone el abordaje del ANP Bajo de Veliz como parte de una cuenca mayor. Con este enfoque de cuencas, se realiza un diagnóstico con una mirada sistémica para conocer y analizar sus problemáticas ambientales, sociales y económicas y así poder elaborar posibles estrategias que apunten a la sustentabilidad de la misma con énfasis en su conservación, rehabilitación de zonas degradadas y disminución del impacto ambiental en las riberas del arroyo Cautana.

El término conservación ambiental, se refiere a las acciones directas o indirectas tendientes a evitar o disminuir el avance del deterioro a fin de proteger y asegurar la funcionalidad y oferta de servicios del ecosistema. Degradación significa una pérdida de la estructura y dinámica del ecosistema, de su productividad y de la diversidad de las especies nativas, y por lo tanto, con reducida capacidad para proporcionar productos o servicios (Lamb y Gilmour, 2003).

La restauración se emplea para aquellas situaciones donde se intenta recrear un ecosistema lo más similar posible al existente originalmente en el sitio. El sitio restaurado contendrá la mayor parte de las especies de plantas y animales originales, y tendrá una estructura y productividad en acorde con la que existía anteriormente (Lamb y Gilmour, 2003). La rehabilitación en cambio intenta restablecer la productividad y algunas, pero no necesariamente todas, las especies de plantas y animales presentes originalmente. Con el tiempo las funciones protectoras y los servicios ecológicos originales pueden ser restablecidas.

### **Objetivo general**

- Conocer las problemáticas ambientales, sociales y económicas de la cuenca baja del arroyo Cautana y elaborar propuestas de manejo que apunten a la sustentabilidad de la misma.

### **Objetivos específicos**

- Caracterizar ambiental y socio-económicamente la región a partir de búsqueda bibliográfica.
- Delimitar y caracterizar hidrológicamente la cuenca hidrográfica del arroyo Cautana.
- Elaborar un mapa diferenciando zonas en función de la cobertura y del uso actual del suelo.
- Elaborar un diagnóstico socio-ambiental del parque provincial Bajo de Veliz ubicado en la cuenca baja del arroyo Cautana.
- Proponer estrategias de manejo sustentable para la cuenca.

## **Materiales y Métodos**

### **Caracterización de la región**

El área de estudio se encuentra al noreste de la provincia de San Luis, para caracterizar esta región se recurrió a diversas fuentes bibliográficas y se hizo énfasis en características socio-económicas, clima, suelo, vegetación, hidrología y aspectos legales relevantes.

### **Delimitación de la cuenca**

Para la delimitación, el primer paso fue la ubicación del punto de salida de la cuenca. Se lo ubicó sobre el arroyo Cautana, en el sector más bajo del parque provincial Bajo de Veliz. A partir de este punto, el arroyo infiltra y se pierde en la zona conocida como Bañados de Cautana. Su ubicación geográfica es 32°15'24.55"S y 65°28'17.60"O.

En la figura 1 se observan las viviendas del parque las cuales se distribuyen alrededor del arroyo y luego el punto de salida de la cuenca. A partir de la delimitación se pudo determinar la superficie de aporte de agua al arroyo como así también conocer las características de los lugares de donde proviene el agua.

Considerando que una cuenca hidrográfica es el conjunto de tierras que drenan sus aguas hacia un cauce común, es posible delimitar una cuenca de drenaje en base al análisis de la orientación de la topografía (Oñate et al., 2007). Para poder delimitarla se utilizaron funciones del programa Google Earth Pro.

Se utilizó también el software de sistema de información geográfica Qgis y Grass para comprobar los límites y elaborar mapas. Como fuente de información base para la delimitación se utilizó el modelo de elevación digital de terreno (DEM) de la provincia de San Luis. Sobre éste, en el software Qgis se efectuó el recorte del área de estudio y luego empleando el software Grass, se procedió a delimitar de forma semi-automática las sub-cuencas comprendidas dentro de la cuenca en estudio, y a demarcar también las vías de drenaje.

El área de la cuenca delimitada está definida por el número de píxeles que drenan sus aguas hacia el píxel que contiene al punto de interés o de cierre de la cuenca, incluido éste. También se procedió a tomar los datos de área de cada sub-cuenca, pendientes y longitud de cauces.

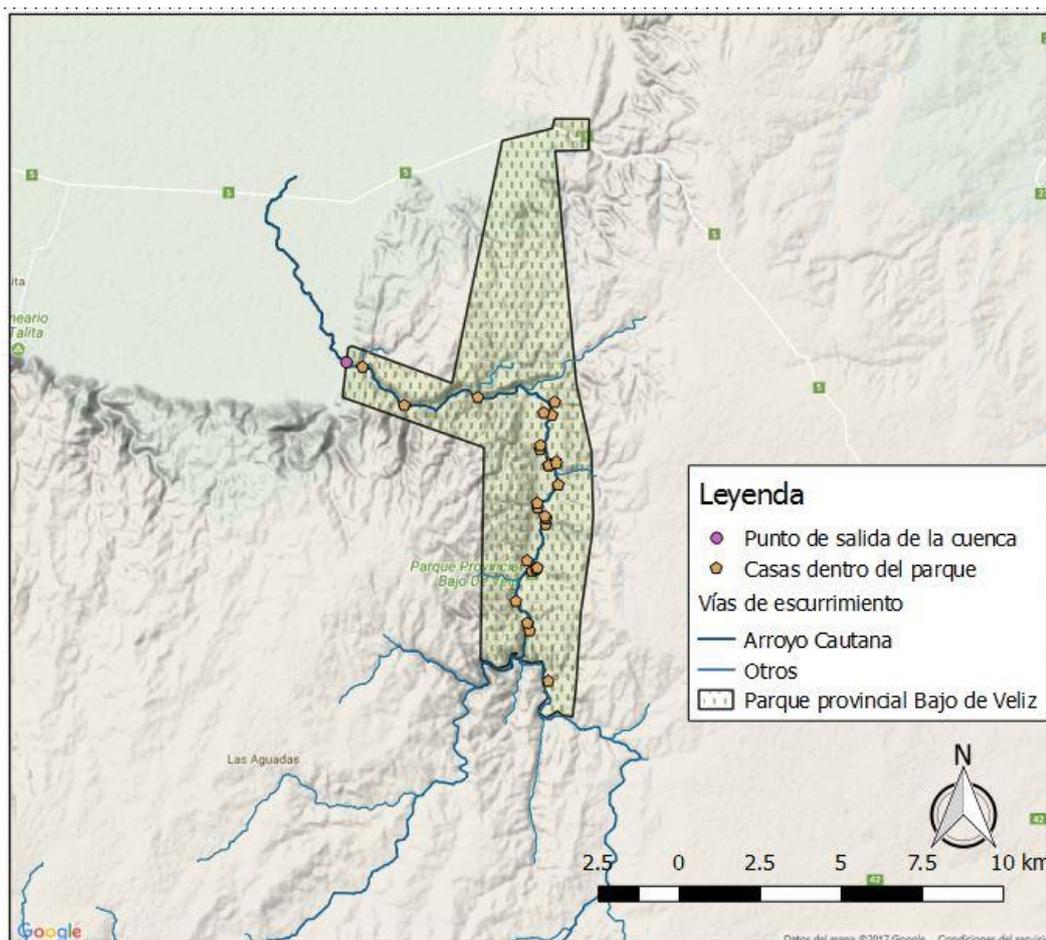


Fig. 1: Mapa del parque provincial Bajo de Veliz con punto de salida de la cuenca, vías de escurrimiento y viviendas dentro del parque [Fuente: elaboración propia].

## Zonificación en función de la cobertura y del uso actual del suelo

Como fuente de datos base para la zonificación se utilizaron imágenes satelitales del Landsat 8, obtenidas de la página web <https://earthexplorer.usgs.gov/>, capturadas en el mes de Septiembre de 2016. Combinando todas las bandas y recortando la región estudiada, se generó un archivo base para la clasificación de tipo de cobertura del suelo.

Para la clasificación se utilizó el software SOPI y se obtuvo un mapa temático donde se diferencian los distintos usos o cobertura del suelo.

Los tipos de cobertura del suelo presentes en la cuenca fueron verificados durante las visitas realizadas a campo.

## Análisis y diagnóstico

Para conocer el estado del parque provincial Bajo de Veliz y la cuenca baja del arroyo Cautana, se realizó un diagnóstico en base a una metodología que consiste en distintas

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

actividades realizadas en el campo con el fin de recoger rápidamente nueva información. Se hizo énfasis en la población, su forma de vida, sus producciones, el turismo y su impacto en el ambiente.

Las actividades que se realizaron fueron:

- Observación directa del ecosistema
- Análisis de imágenes satelitales.
- Entrevistas semi-estructuradas (con el guardaparque, brigadistas, jefe de Áreas Naturales del Ministerio de Medio Ambiente y pobladores locales).
- Análisis de la situación a través de un árbol de problemas y de soluciones.
- Identificación y desarrollo de distintas estrategias que aporten a solucionar el problema central.



## Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

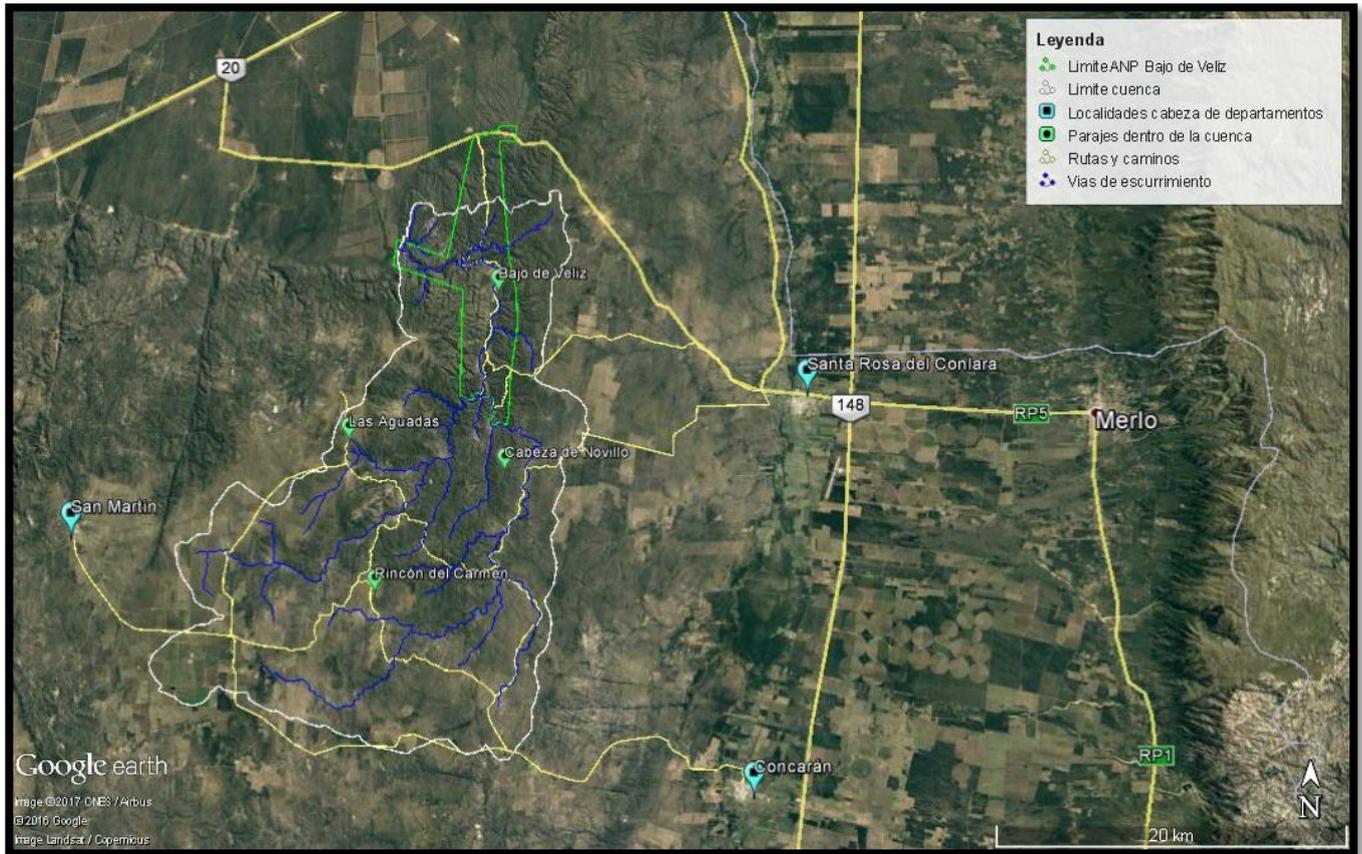


Fig. 3: Ubicación de la cuenca en la provincia de San Luis, parajes, localidades más cercanas y caminos

**b) Clima**

Las precipitaciones en la provincia de San Luis disminuyen hacia el Oeste, con valores menores a 300 mm anuales en la región Noroeste de la provincia y valores superiores a 700mm en la región de las sierras de San Luis y Comechingones (Figura 4).

En general, el régimen de precipitaciones es monzónico (lluvias concentradas en el verano), siendo este régimen más acentuado en el Norte.

El bloque de fallas que generó el levantamiento de la Sierra de San Luis y cuencas asociadas ha tenido un impacto importante en el patrón de distribución de lluvias en la región. Las precipitaciones se producen, principalmente, como consecuencia de los frentes de aire cálido y húmedo que proceden del Noreste, los cuales al encontrar la Sierra de San Luis son obligados a ascender, en consecuencia el aire se enfría y se produce la condensación de su contenido higrométrico, dando origen a lluvias del tipo orográfico. El agua de lluvia se infiltra hasta encontrar fisuras encargadas de hacer aflorar el agua en vertientes generadoras de arroyos y ríos.

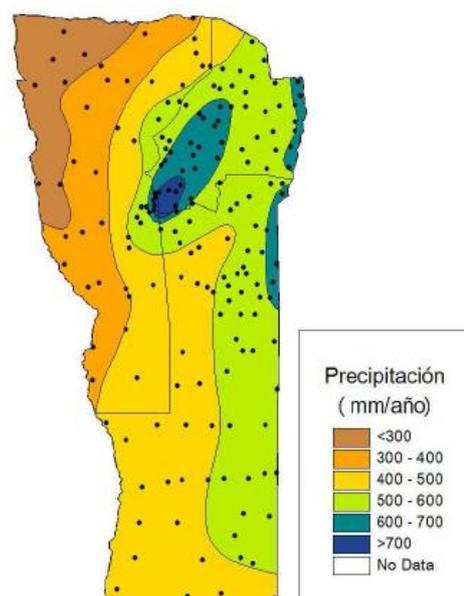


Fig. 4: Distribución de las precipitaciones anuales en la provincia de San Luis según Modelo de interpolación de BRS (2000). Puntos = estaciones meteorológicas.

Las precipitaciones en la zona serrana aumentan hacia el centro por efecto del incremento de la altura (lluvias orográficas) con una distribución muy concentrada en la época estival (tipo monzónico); lo que dificulta la existencia de vegetación invernal ya sea natural o implantada. La precipitación media anual en la región baja es de 573 mm mientras que en la zona alta de unos 673 mm (Tabla 1).

**Tabla 1:** Balance hidrológico climático medio del período 1973-1989, correspondiente a la localidad de Villa de Praga, indicando un déficit de 130 mm anuales, con dos picos de reposición de agua en el suelo (Fuente: Carta de suelos, hoja Concarán).

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Precip. (mm)	110	109	105	43,0	15,0	7,0	13,0	6,0	24,0	32,0	63,0	146	673
EVP (mm)	129	101	85,0	53,0	33,0	17,0	18,0	28,0	43,0	74,0	99,0	123	803
EVR (mm)	115	101	85,0	48,0	24,0	11,0	15,0	14,0	29,0	40,0	68,0	123	673
Déficit	14,0	0,0	0,0	5,0	9,0	6,0	3,0	14,0	14,0	34,0	31,0	0,0	130

## Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

Se observa en el área, un marcado déficit de humedad de acuerdo a los valores de evapotranspiración y de precipitaciones, quedando exceptuadas las zonas con profundas quebradas que corresponden a valles fluviales, con ríos de régimen permanente, y que se encuentran al amparo de los vientos dominantes de la región, las cuales poseen características micro climáticas serranas especiales, generando ambientes húmedos, que albergan flora y fauna nativas de reconocido valor para la conservación.

Registros de la localidad de San Martín, zona alta de la cuenca, indican una temperatura media anual de 16.1°C (Tabla 2). En Santa Rosa del Conlara para el año 2015 la temperatura mensual mínima fue de -6.4°C para el mes de Julio y la mensual máxima fue de 39.6°C para el mes de Diciembre (Figura 5).

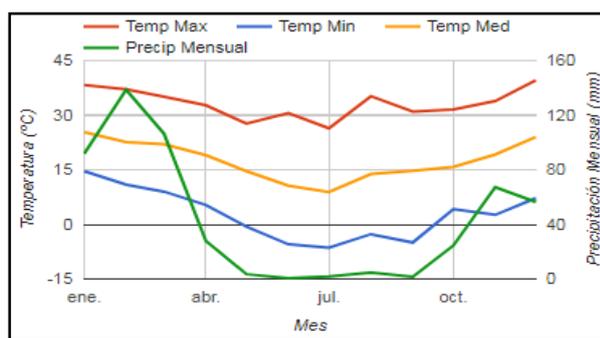


Fig. 5: Temperatura y precipitaciones en Santa Rosa del Conlara, año 2015 (Fuente: Red de estaciones meteorológicas de San Luis)

Las horas de frío en la zona montañosa llegan a 1500, lo que permite el cultivo de especies muy exigentes en frío.

Dentro del clima local de montaña, existen áreas que podríamos llamar subclimas y que se expresan de acuerdo a la topografía como a) subclima de pampas altas; b) de pampas bajas; c) de fondo de valle; d) de las quebradas; e) de las cumbres.

Estas diferencias se pueden inferir por los distintos tipos de vegetación y suelos, ya que no se encuentran registros meteorológicos para establecer en forma precisa las diferencias micro ambientales. Los faldeos de montaña representan la zona de transición entre pampas altas, bajas y el valles; evidenciado por el cambio de vegetación natural.

**Tabla 2:** Temperaturas medias mensuales. Período 1960-1990 en la localidad de San Martín (Fuente: Carta de suelos, hoja Concarán).

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Altura s.n.m
San Martín	23,0	21,5	19,5	15,4	12,2	8,5	8,4	10,7	14,2	17	20,4	22,4	970 m

La diferencia más notable se observa entre la vegetación de altiplanicie situada entre 1000 y 1500 m en donde, por las bajas temperaturas, encontramos vegetación predominantemente herbácea de pastos duros, por debajo de los 1000 metros predomina el monte xerófilo y en las quebradas, al abrigo de los fuertes vientos, se localizan bosques densos con abundante vegetación herbácea.

## Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

La parte alta de la zona montañosa registra frecuentes nieblas en verano y nieve en invierno y comienzo de primavera.

Los vientos están influenciados por las dos cadenas montañosas que lo enmarcan en dirección Norte-Sur (Figura 6), produciendo vientos dominantes en dirección S, N y SW.

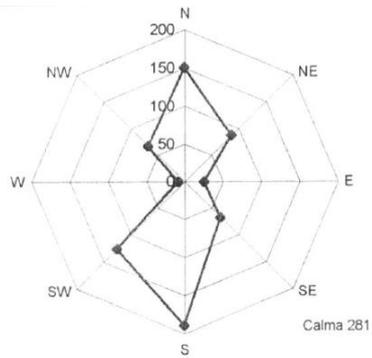


Fig. 6: Dirección de los vientos dominantes (Fuente: Carta de suelos, hoja Concarán).

c) Suelos

Según la carta de suelos de la República Argentina, la cuenca pertenece a la hoja Concarán de la provincia de San Luis, la cual comprende información edafológica semi-detallada de escala 1:100.000.

Según esta carta, en la cuenca se diferencian tres unidades cartográficas (Figura 7).

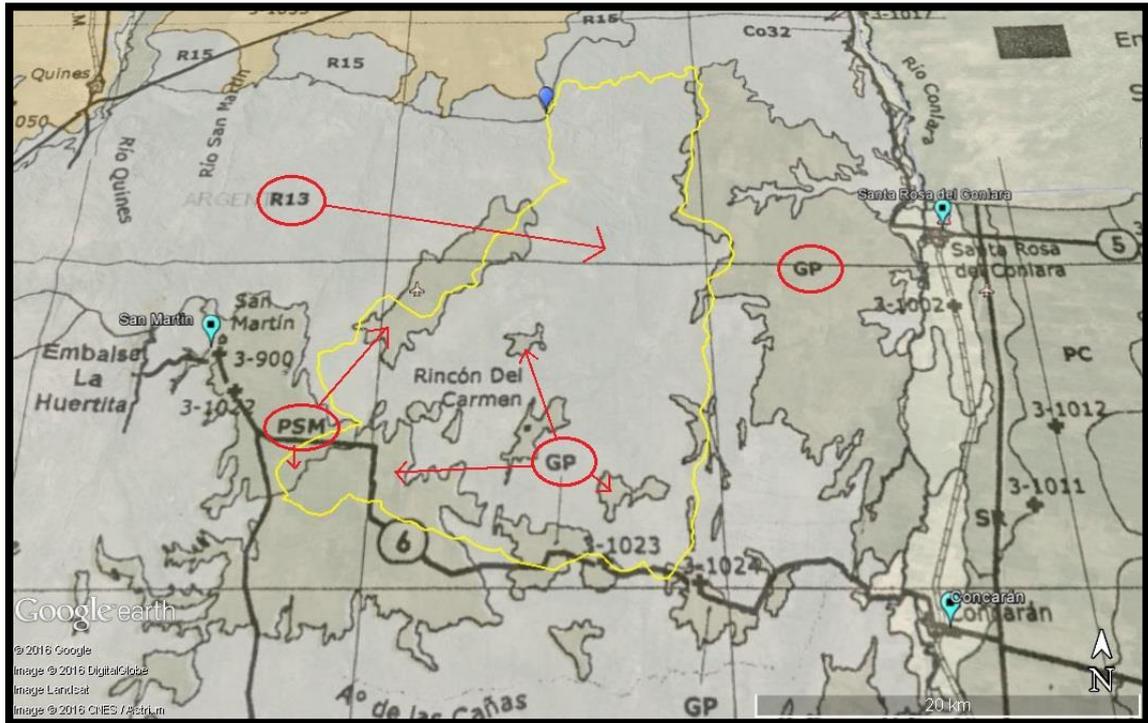


Fig. 7: Unidades cartográficas de la cuenca del arroyo Cautana (cuenca en color amarillo) según la carta de suelos de la República Argentina, hoja Concarán de la Provincia de San Luis.

**R13:** La mayor parte de la cuenca se encuentra bajo esta denominación llamada SIERRA NORTE DE SAN LUIS, de menos de 1100 metros de altitud. Roccosidad 80% - Suelos 20% la cual corresponde a áreas serranas sin relevamiento semidetallado.

- Clase de uso: VIIes. Suelos con muy graves limitaciones para el uso, resultando también inadecuados para los cultivos; con muy grave susceptibilidad a la erosión hídrica y baja capacidad de retención. Su aprovechamiento queda reducido fundamentalmente al pastoreo, bosques o refugio de la fauna.

**PSM:** Haplustol típico, limosa fina, mixta, térmica, PAMPA DE SAN MARTIN

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

- El relieve es llano a ligeramente ondulado, con suelos desarrollados sobre depósitos eólicos del Holoceno. El régimen de temperatura de los suelos es térmico y el de humedad es ústico.
- Lluvia aproximadamente 600 mm y la altitud es de alrededor de 1000 metros.
- Los suelos tienen poco desarrollo genético, pero presentan un horizonte cámbico (Bw) bien expresado y el perfil es del tipo A-Bw-C. En su mayoría son aptos para cultivo de cosecha.
- Grado de pendiente: de 0 a 1%. Clase de drenaje: bien drenado.
- Clase de uso: IVe. Tierras aptas para el laboreo pero presentan limitaciones muy severas que restringen su uso; sin grado actual de erosión pero moderada susceptibilidad a la erosión hídrica.

**GP:** Haplustol típico, limosa gruesa, mixta, térmica, GUANACO PAMPA.

- El relieve es llano a ligeramente ondulado y el material originario es un loess de textura franco limosa.
- El régimen de humedad de los suelos es ústico, son suelos genéticamente poco desarrollados del tipo A-Bw-C, es decir muestran un horizonte Cámbico, los suelos de esta serie en gran parte se destinan al cultivo de cosecha y al pastoreo en campos naturales.
- Grado de pendiente: 0 a 1 %
- Clase de uso: IVes: Tierras aptas para el laboreo pero presentan limitaciones muy severas que restringen su uso sin grado actual de erosión pero moderada susceptibilidad a la erosión hídrica y baja capacidad de retención de humedad.

La mayor parte de la cuenca, unas 44.937 ha, corresponde a la unidad cartográfica R13, 6515 ha a GP y 1898 ha a PSM lo que representa un 84%, 12% y 4% respectivamente en superficie de la cuenca.

En una escala mayor, según el PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA BAJO DE VÉLIZ, 2014, Ministerio de Medio Ambiente. Provincia de San Luis, allí podemos diferenciar dos tipos de suelos:

**1)** En las áreas del Parque ocupadas por rocas metamórficas del basamento de la sierra y afectadas a pendientes elevadas, se encuentran suelos que pertenecen al **Orden Entisoles**, y

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

dentro de ellos a los **Ustortentes típicos**. Son suelos jóvenes, poco desarrollados, de baja estabilidad estructural y escaso contenido en materia orgánica.

**Capacidad de uso clase VI:** Los suelos comprendidos en esta clase presentan limitaciones severas que los hacen inapropiados para llevar a cabo cultivos de carácter intensivo. Los problemas más importantes que presentan están vinculados estrechamente a condiciones edáficas como profundidad limitada, presencia de grava, fertilidad natural generalmente baja, y características topográficas desfavorables y por consiguiente susceptibilidad a la erosión.

**2)** Por otro lado, se encuentran las áreas dentro del Parque que corresponden a fondos de valles y quebradas, donde existe un mayor desarrollo de suelos y que pertenecen al **Orden de los Molisoles**.

Estos, son suelos provistos de materia orgánica, de estructura granular y de textura franco a franco limosa y presentan una limitación en su evolución genética por la condición climática, perteneciendo al extremo más seco del Orden. Manifiestan poca diferenciación de los horizontes, buen drenaje y cantidad moderada de materia orgánica. En las Sierras se presentan en las laderas con pendiente suave como Haplustoles Líticos. Si se ubican en los bajos o áreas deprimidas, se convierten en Haplustoles Fluvénticos donde presentan cierto desarrollo genético y una **Capacidad de uso clase III**.

#### d) Vegetación

La clasificación biogeográfica del área en la cual se encuentra la cuenca del arroyo Cautana, corresponde a las subregiones de Chaco Árido y Chaco Serrano de la ecorregión del Chaco Seco (Demaio 2015; Brown et al., 2006; Karlin, 1994) (Figura 8).

El Chaco es una ecorregión de América del Sur de la cual casi el 50% de su superficie se encuentra en Argentina. El Chaco Árido, con precipitaciones que varían entre los 300 y los 500 mm anuales, ocupa los valles y bolsones del suroeste de la región y está fuera de la influencia de los grandes ríos chaqueños. Ocupa el Norte de San Luis, norte y oeste de Córdoba, La Rioja, sur de Santiago del Estero y parte de Catamarca. El Chaco serrano ocupa el piso altitudinal inferior de las Sierras Pampeanas y Subandinas entre los 500 y 1300 msnm (Demaio 2015; Karlin, 1994).



Fig. 8: Ecorregiones de la República Argentina

La región del Bajo de Veliz está ocupada por bosques bajos que ascienden paulatinamente por las laderas que circundan la depresión.

La formación característica presente en la depresión es un bosque xerófito bajo, triestratificado, relativamente cerrado. Es una comunidad homogénea con especies características de la llanura como algarrobo (*Prosopis* sp.), garabato (*Senegalia gilliesii*), espinillo (*Vachellia caven*) y algunos quebrachos blancos (*Aspidosperma quebracho-blanco*). También se pueden encontrar chañares (*Geoffroea decorticans*), pejes (*Jodina rhombifolia*), molles de beber (*Lithraea molleoides*), breas (*Cercidium praecox*), jarillas (*Larrea divaricata*), talas (*Celtis ehrenbergiana*), manzanos del campo (*Ruprechtia apetala*), lagaña de perro

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

(*Caesalpinia gilliesii*) así como numerosas herbáceas de hoja ancha y poáceas (Ciuffo et al., 2010).

Hay 3 ejemplares de guayacán (*Caesalpinia paraguariensis*) lo que constituye una rareza biológica en los ecosistemas puntanos, ya que su hábitat natural es el norte de la Argentina y el sur de los países limítrofes de la región.

En las laderas de las sierras que albergan la depresión, por debajo de los 800 m.s.n.m., se presentan ejemplares aislados de *Lithraea molleoides* rodeados de praderas compuestas por poáceas y dicotiledóneas nativas. También se lo encuentra en quebradas y faldeos más húmedos, en las zonas de escorrentía acompañado de numerosas especies herbáceas dicotiledóneas y poáceas típicas de ese piso altitudinal del Chaco serrano (Videla, 2012).

Sobre las paredes más verticales de piedra expuesta con exposición sur, se presentan bromeliáceas como *Puya spathacea* y *Tillandsia* spp.

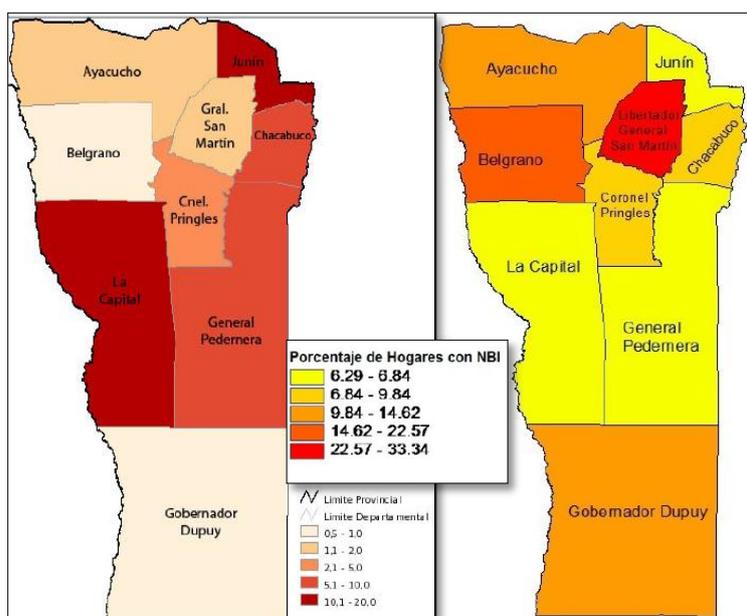
En la transición se encuentra un arbustal donde se destacan *Baccharis aliena*, *Eupatorium buniifolium*, *Lippia turbinata*, *Aloysia gratissima* y *Flourenzia oolepis* que es más abundante donde ocurrieron incendios forestales. A mayor altura se encuentra una formación herbácea alta semidensa de poáceas, *Bouteloua* spp., *Jarava* spp., *Amelichloa* spp., *Nasella* spp., *Setaria* spp., etc.

### e) Situación socio-económica

De acuerdo al último censo de población, realizado por el INDEC en el año 2010, habitaban 432 mil personas en la provincia de San Luis, apenas el 1,1% de la población total del país. El crecimiento poblacional registrado entre 2001 y 2010 fue del 17,5%, tasa muy superior a la de la Región Cuyo, a la cual pertenece, y a la del país. Con una baja densidad poblacional (inferior a los 6 habitantes por kilómetro cuadrado), la mayor concentración poblacional se encuentra en los departamentos de Capital y Junín. Este último contaba en el 2010 con 28.808 habitantes mientras que el departamento San Martín con 4.668 habitantes y una densidad de 11,6 y 1,5 hab/km<sup>2</sup> respectivamente.

El departamento Junín presenta uno de los porcentajes de hogares con NBI (necesidades básicas insatisfechas) más bajos de la provincia con 6,8%. Por el contrario, Libertador General San Martín es el departamento con mayor proporción de hogares con NBI (33%) (Figura 9). Los 9 departamentos de la provincia registraron una reducción en el valor del indicador entre los censos de 2001 y 2010, reflejándose con ello una mejora global en la satisfacción de las necesidades básicas de los hogares (Dirección nacional de relaciones económicas con las provincias - DINREP).

El sector agropecuario en la provincia aporta el 13% del PBG (Producto bruto geográfico), cobrando particular relevancia la actividad ganadera, especialmente la ganadería



bovina, que registró en marzo de 2013 un stock de 1,5 millón de cabezas y 156 mil cabezas faenadas en el año 2013. También es importante en la provincia la ganadería caprina, con una existencia superior a las 100 mil cabezas.

En el sector agrícola tienen relevancia los cultivos de oleaginosas (girasol, soja, maní) y de

Fig. 9: izquierda: mapa de densidad de población (hab/km<sup>2</sup>) por departamentos de la provincia de San Luis. Año 2010 (Fuente INDEC; censo 2010); derecha: hogares con NBI (en %) por departamentos de la provincia de San Luis. Año 2010 (Fuente: DINREP).

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

cereales (maíz y sorgo). Si bien dichas actividades no son importantes en relación al total del país, sí lo son desde la perspectiva regional, dado que San Luis es la única provincia de la región de Cuyo con un desarrollo importante de dichos cultivos.

La ganadería caprina se desarrolla fundamentalmente al norte de la provincia y los departamentos de Ayacucho, General San Martín y Belgrano concentran alrededor del 63% de las existencias de la Provincia. En la

figura 10 se puede apreciar la importancia de la ganadería bovina en los departamentos y se destaca la producción caprina en el departamento San Martín.

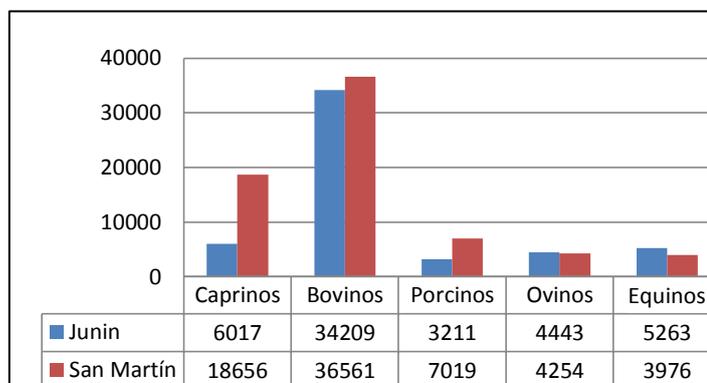


Fig. 10: Animales en los departamentos Junín y San Martín, año 2016 (Elaboración propia; fuente SENASA)

Las principales actividades de la región de estudio (departamentos San Martín y Junín), son la agropecuaria, la minería y el turismo. La actividad pecuaria tiene la mayor cobertura geográfica dedicándose a la producción bovina y caprina. La agricultura de cosecha queda limitada a áreas pequeñas pero con suelos de buena aptitud. En cuanto al turismo, el departamento Junín se destaca por concentrar el 59% de los establecimientos hoteleros y parahoteleros de la provincia.

Las posibilidades agrícolas, desde el punto de vista climático, están limitadas a los valles de las zonas medias y bajas en donde el período libre de heladas permite realizar cultivos de maíz, o cereales de invierno. La actividad principal en la zona serrana es la ganadería de cría, bovina, ovina o caprina.

En las altiplanicies de altura media (entre 900 y 1000 msnm) se puede realizar agricultura de verano como soja, maíz, girasol, pero con especies de ciclo corto, y cereales de invierno como centeno. Los elevados registros de horas de frío permiten, en algunos microclimas, el desarrollo de especies exigentes en este aspecto como manzano. En microclimas en donde las heladas de primavera no son intensas, se podría realizar plantaciones de nogal, pudiéndose explotar otras especies criófilas como guindo y cerezo.

En zonas serranas con alturas de 1000 msnm, en algunos microclimas se podrían realizar cultivos de aromáticas como lavanda, menta, etc.

Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

Según el censo nacional agropecuario del año 2002 la superficie implantada en los departamentos Junín y San Martín era de solo 5.87% y 4.34% respectivamente, distribuidos principalmente entre cultivos anuales y forrajeras anuales y perennes. A los bosques y/o montes espontáneos le correspondía el mayor uso de la tierra con valores de 79% en Junín y 60% en San Martín. Los pastizales representaron el 8.77% y 34.41% respectivamente (tabla 3).

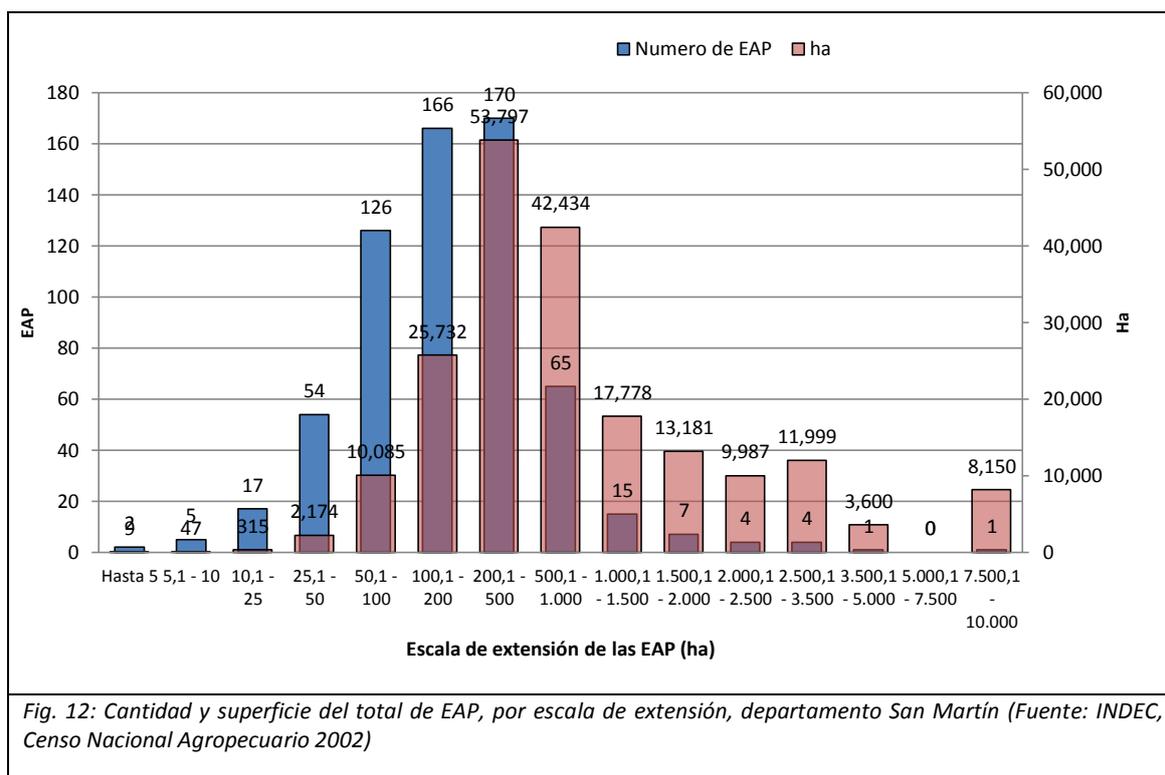
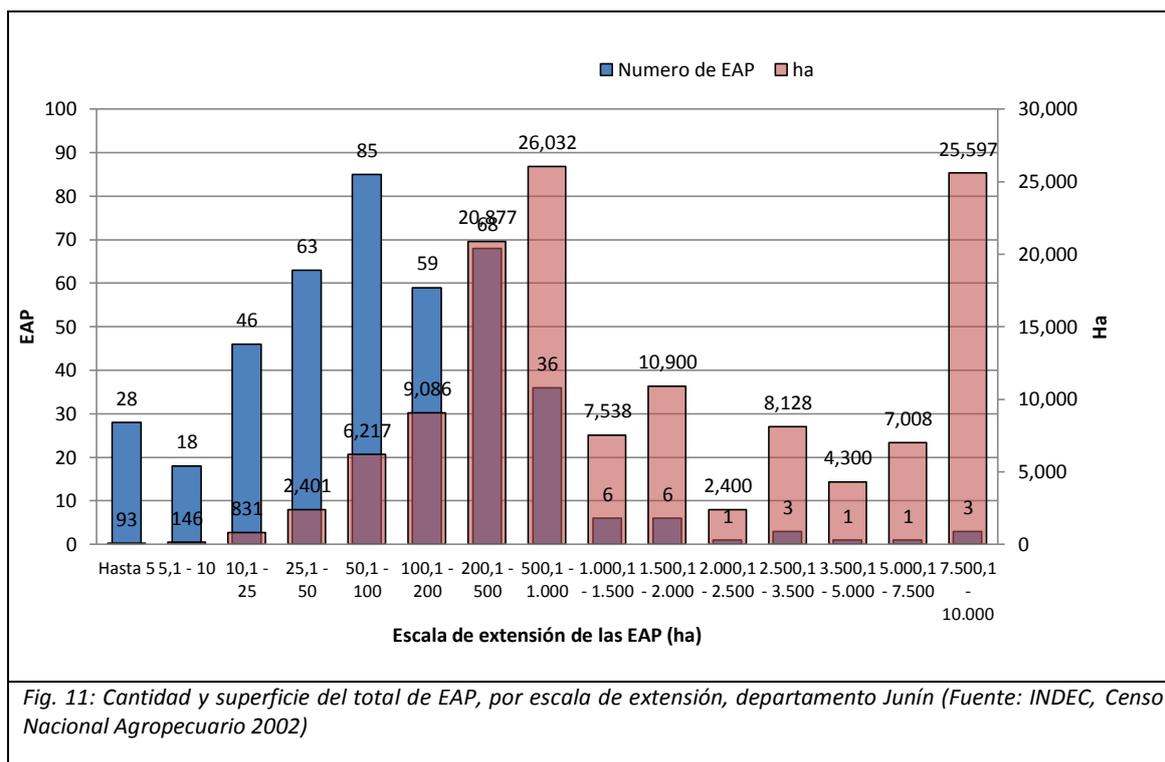
**Tabla 3:** Superficie total de las EAP, por tipo de uso de la tierra, según departamento; Fuente: elaboración propia tomado de INDEC, Censo Nacional Agropecuario 2002.

Departamento	Total	Superficie implantada						
		Total	Cultivos		Forrajeras		Bosques y/o montes	Cultivos sin discriminar
			anuales	perennes	anuales	perennes		
<b>Junín (ha)</b>	<b>131,552</b>	7,723.6	2,478.5	3.7	3,257.5	633.7	56	1,294.2
<b>%</b>	<b>100</b>	5.87	1.88	0	2.48	0.48	0.04	0.98
<b>San Martín (ha)</b>	<b>199,286</b>	8,657.5	1,700.0	-	3,965.5	2,992.0	-	-
<b>%</b>	<b>100</b>	4.34	0.85	-	1.99	1.50	-	-
		Superficie destinada a otros usos						
		Total	Pastizales	Bosques y/o montes espontáneos	Apta no utilizada	No apta o de desperdicio	Caminos, parques y viviendas	
<b>Junín (ha)</b>		123,829	11,531.9	104,629	147.0	7,033	487.9	
<b>%</b>		94.13	8.77	79.53	0.11	5.34	0.37	
<b>San Martín (ha)</b>		190,628	64,599	120,306	80	5,322	321.5	
<b>%</b>		95.66	34.41	60.37	0.04	2.67	0.16	

En cuanto a las explotaciones agropecuarias (EAP), para el año 2002 el departamento Junín contaba con 451 explotaciones y el San Martín con 637. En las figuras 11 y 12 se muestra como se distribuye la tierra, es decir, la cantidad y superficie de EAP clasificadas por tamaños.

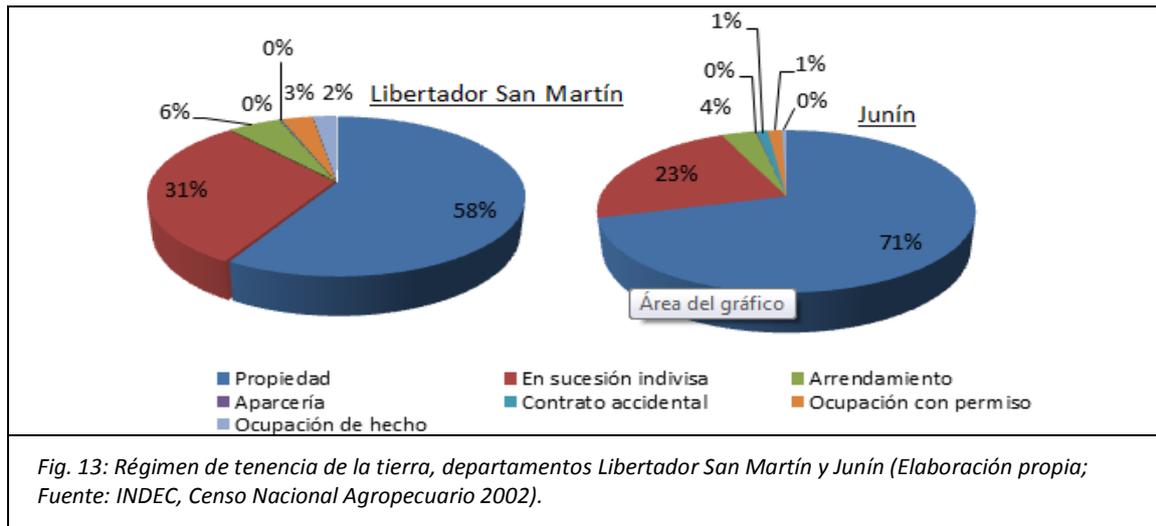
Las EAP menores a 100 ha representaron el 32% en el departamento San Martín y 56% en Junín. Si tomamos el total de las EAP de 0 a 500 ha, estas representan el 85% en cantidad y 46% de la superficie del departamento San Martín y el 81% y 30% en el departamento Junín.

## Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas



En cuanto al régimen de tenencia de la tierra, se puede observar en la figura 13 en el departamento Junín un 71% de régimen de propiedad, un 23% en sucesión indivisa y un 4% arrendamiento. En el departamento San Martín el 58% son propietarios, el 31% en sucesión indivisa y un 6% arrendamiento.

Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas



**f) Aspectos legales o normativas**

**Ley de Bosques Nativos de La Provincia de San Luis**

La Ley de Bosques Nativos de La Provincia de San Luis, establece el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de la provincia en tres categorías de conservación I (Rojo), II (Amarillo) y III (Verde) pudiéndose realizar diferentes planes en cada una de las categorías (Figura 14):

- Categoría I (rojo): sectores de muy alto valor de conservación que no deben transformarse. Incluirá áreas que por sus ubicaciones relativas a reservas, su valor de conectividad, la presencia de valores biológicos sobresalientes y/o la protección de cuencas que ejercen, ameritan su persistencia como bosque a perpetuidad, aunque estos sectores puedan ser hábitat de comunidades indígenas y ser objeto de investigación científica.

- Categoría II (amarillo): sectores de mediano valor de conservación, que pueden estar degradados pero que a juicio de la autoridad de aplicación jurisdiccional con la implementación de actividades de restauración pueden tener un valor alto de conservación y que podrán ser sometidos a los siguientes usos: aprovechamiento sostenible, turismo, recolección e investigación científica.

- Categoría III (verde): sectores de bajo valor de conservación que pueden transformarse parcialmente o en su totalidad aunque dentro de los criterios de la presente ley.

## Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

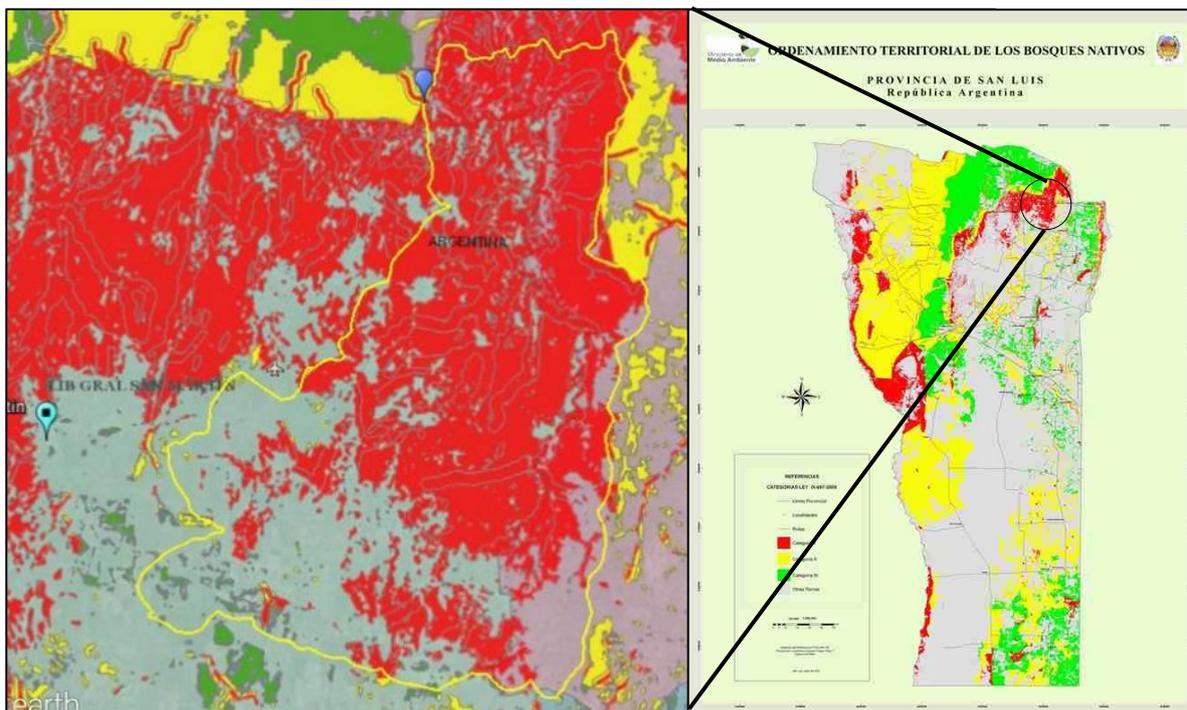


Fig. 14: Categorías de conservación I (Rojo), II (Amarillo) y III (Verde) del Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de San Luis (derecha) y en la cuenca del arroyo Cautana (izquierda).

Mediante la resolución 123-PRN-2010 se especifica la información y documentación a presentar para la ejecución de los planes. Se detalla a continuación actividades prohibidas y las susceptibles de ser permitidas en la categoría I.

Quedan prohibidas en la Categoría I (rojo) las siguientes actividades:

- Aprovechamiento forestal.
- La eliminación de la cobertura vegetal.
- Enriquecimiento, restauración o parquización con especies exóticas.

Actividades susceptibles de ser permitidas en la Categoría I previa aprobación del Plan de Conservación:

- Realización de obras públicas, de interés público o de infraestructura tales como construcción de vías de transporte, instalación de líneas de comunicación, de energía eléctrica, de ductos. Para dicha autorización se deberá someter el pedido, al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Reducción de materiales finos combustibles.
- La eliminación de la cobertura vegetal únicamente se permitirá para picadas corta fuegos.

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

- Apicultura.
- Enriquecimiento y restauración del bosque nativo.
- Ganadería de transhumancia con el objetivo de reducir el material combustible.
- Actividades turísticas de bajo impacto (ecoturismo).
- Actividades de protección, mantenimiento, restauración ecológica, recolección (subproductos del bosque, maderas seca, frutos y semillas para artesanías, etc. que no alteren las funciones reproductivas básicas de la comunidad biótica) y otras que no alteren los atributos intrínsecos, las cuales deberán desarrollarse a través de Planes de Conservación.

### **Parque provincial Bajo de Veliz**

El parque totaliza una superficie de 6000 ha. Está ubicado en los parajes de Bajo de Veliz y Cautana, en el vértice sudoeste del Departamento Junín, lindando con el Departamento Libertador General San Martín, a aproximadamente a 212 km de la ciudad de San Luis y a 190 km de Villa Mercedes. La localidad más cercana es Santa Rosa del Conlara, a 21 km., que se conecta con el Parque mediante la Ruta Provincial Nº 5, hacia el norte, llegando a su ingreso a través de la Quebrada de la Higuera.

Es una profunda, angosta y larga depresión con orientación norte-sur de 12 km de largo y de 200 metros a 2 kilómetros de ancho en el sentido este-oeste. Se encuentra a 597 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), rodeada por cordones serranos con alturas que alcanzan los



*Fig. 15: imagen satelital donde se observa el valle del bajo de Veliz, la ruta que lo atraviesa y el arroyo cautana.*

900 msnm (Figura 15). El valle está surcado por el arroyo Cautana, con abundante vegetación, de intenso verdor cuyo desarrollo está favorecido por la humedad del lugar y las características del suelo.

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

En el año 2004 por Ley N° IX-0309-2004 se crea el Sistema de Áreas Naturales Protegidas de la Provincia de San Luis, entendiéndose por Áreas Naturales Protegidas a aquellas áreas comprendidas dentro de ciertos límites bien definidos, especialmente consagradas a la protección, que sobresalen en el contexto natural, destacándose por sus condiciones ambientales, por su flora, fauna y bellezas escénicas, convirtiéndose por estas razones, en ámbitos de un valor excepcional para las regiones que las contienen.

Formando parte del Sistema, se encuentra el Parque Provincial Bajo de Véliz, creado en el año 2004 por Ley N° IX-0333-2004, con los objetivos de conservar áreas con representatividad biogeográfica con fines científicos, educativos y recreativos, que incluye un yacimiento paleontológico de gran importancia debido a que resguarda una formación originaria del Período Carbónico con ejemplares fosilizados de fauna y flora de aproximadamente 290 millones de años.

El Criterio de Categorización utilizado para la protección de esta área natural es el estipulado internacionalmente por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN) que definió una gama de OCHO (8) categorías de áreas protegidas en el año 1984. De acuerdo a este criterio, se la define en la categoría de Parque Provincial.

## Delimitación de la cuenca y caracterización hidrológica

No se registraron antecedentes de la delimitación y nombre de esta cuenca por lo tanto se la llamará en este trabajo Cuenca del Arroyo Cautana por ser el principal curso de agua.

La superficie resultante de esta cuenca es de 53.350 ha con una altura sobre el nivel del mar (msnm) máxima de 981 metros y una mínima de 503 (Figura 16).

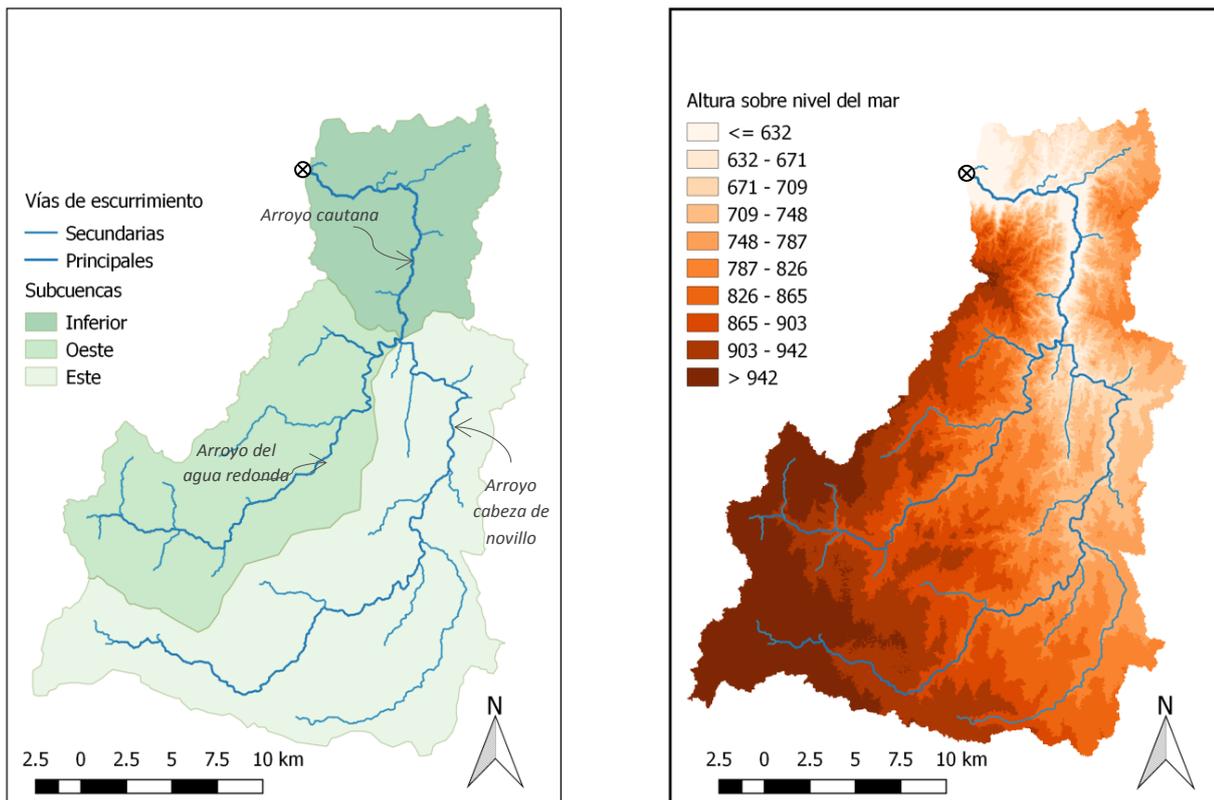


Fig. 16: Izquierda: Mapa de la cuenca del arroyo Cautana con sus subcuencas y principales vías de escurrimiento. Derecha: Mapa topográfico de la cuenca [Fuente: elaboración propia]

El principal curso de agua de la cuenca es el arroyo Cautana el cual surge de la confluencia del arroyo Cabeza de Novillo y Agua Redonda. Todos son muy importantes como provisión de agua tanto para animales como para uso humano.

El Arroyo Cautana (Figura 17) atraviesa Bajo de Veliz, luego tuerce su curso y encauza sus aguas que continúan por la Quebrada de Cautana para desembocar en el área pedemontana de la Sierra de San Luis donde se insumen rápidamente al alcanzar la zona de los Bañados de Cautana, para contribuir a la recarga de los acuíferos subterráneos que se desarrollan en la llanura contigua. La Longitud de este arroyo es de 18 km, desde su

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

nacimiento en la confluencia de los dos cursos de agua mencionados, a 624 msnm, hasta que se pierde en los Bañados de Cautana, a 503 msnm. Presenta una pendiente media de 0,67%.

El Arroyo Cautana, de carácter permanente, es alimentado por numerosas escorrentías intermitentes y algunos cursos efímeros que escurren desde lo alto de la sierra. Las características litológicas de la zona, representada por afloramientos de rocas metamórficas, a las cuales se las considera impermeables y acuífugas, junto con la topografía abrupta dada por las fuertes pendientes, de más del 30% en las laderas, facilitan el escurrimiento superficial del agua proveniente de las lluvias. Este escurrimiento es de rápido y corto recorrido, alimentando los cursos permanentes y rellenando bajos naturales o de origen antrópico, como es el caso de una antigua cantera de piedra pizarra, hoy en día abandonada y transformada en yacimiento paleontológico. Esta antigua cantera sufre, en épocas de lluvias, importantes procesos de erosión y anegamiento por el agua que escurre desde la sierra, a través del frente de explotación inundando los niveles inferiores y perjudicando los estratos fosilíferos que quedaron expuestos durante la explotación de la misma (Fuente: Plan de manejo de Bajo de Veliz).



*Fig. 17: Arroyo Cautana (Foto: Moisés Fara)*

## Zonificación en función de la cobertura y del uso actual del suelo

La Figura 18 muestra los distintos tipos de coberturas del suelo que presentaba la cuenca en el mes de Septiembre de 2016.

Se pueden observar en el mapa áreas en color rojo que representan el suelo totalmente desnudo en zonas muy degradadas, en la ruta, lotes que no tenían cultivo principalmente en la zona sur de la cuenca donde se encuentra una pampa de altura y se realizan cultivos de verano y también roca en la zona central de la cuenca correspondiente a picos de montaña.

Luego en azul oscuro, azul claro, rosa y celeste se representa a la vegetación en distintos estados.

De color azul oscuro se observan bosques en buena condición principalmente en las vías de escurrimiento y en la región norte de la cuenca, aunque en esta región al ser montañosa las sombras también se observan azul.

De color azul claro se presenta la vegetación como fachinal, arbustales en buena condición y áreas forestales un poco degradadas.

De color rosa las regiones representadas con matorrales, arbustales y áreas forestales degradadas.

De color celeste se puede observar pastizales de altura principalmente en el oeste y sur de la cuenca y también regiones degradadas con falta de cobertura vegetal.

En la tabla 4 se muestra la superficie y porcentaje de cada clase en la cuenca.

*Tabla 4: superficie y porcentajes de cada clase de coberturas del suelo que presentaba la cuenca para el mes de Septiembre de 2016*

Clase	Superficie (ha)	Porcentaje
Suelo desnudo, lotes de cultivos en barbecho, roca, ruta.	5.091	9,6%
Área forestal en buena condición, sombras.	10.650	20,1%
Área forestal poco degradada, matorrales, arbustales.	20.576	38,8%
Pastizales	7.478	14,1%
Área forestal degradada, fachinal, arbustal.	9.228	17,4%
<b>Total cuenca</b>	<b>53.034</b>	<b>100%</b>

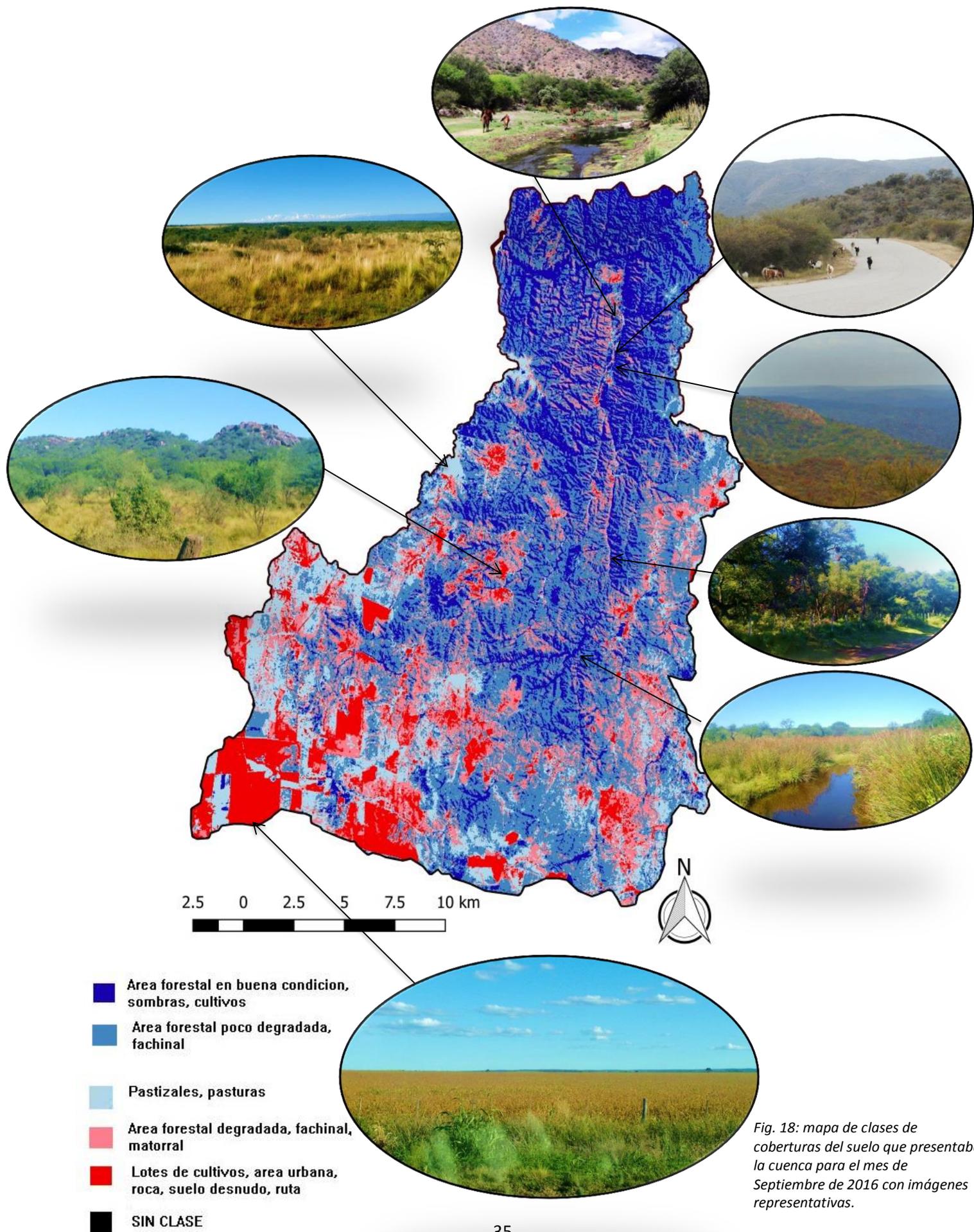


Fig. 18: mapa de clases de coberturas del suelo que presentaba la cuenca para el mes de Septiembre de 2016 con imágenes representativas.

## Análisis y diagnóstico

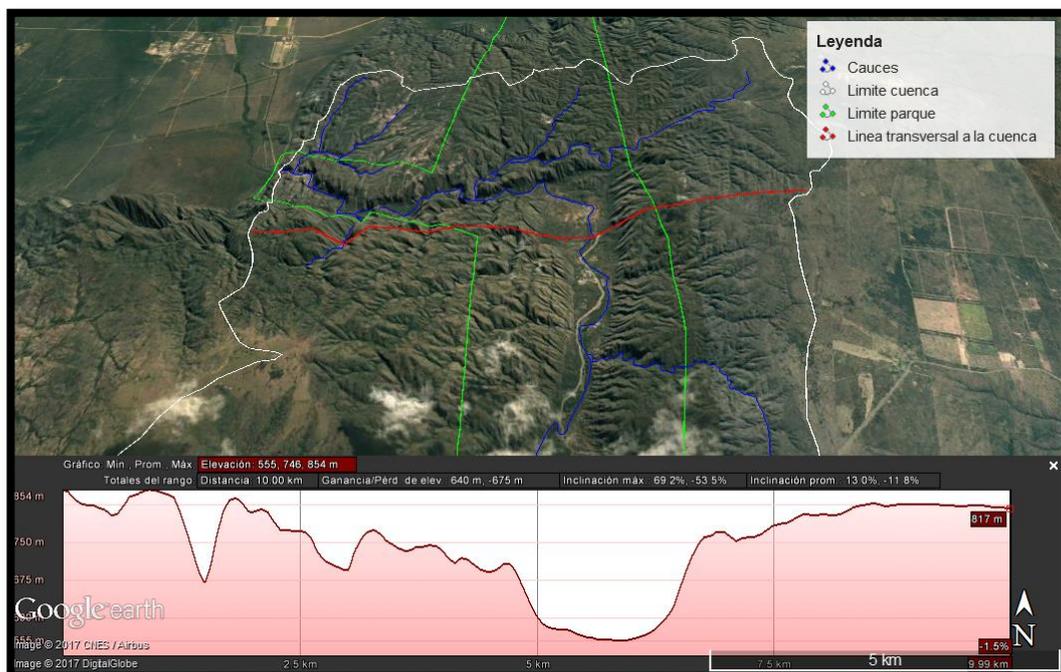
### – Parque Provincial Bajo de Veliz

El parque (Figura 19 ) cuenta con un guardaparque quien comenta que, en un principio, su creación significó grandes conflictos con los pobladores porque se pretendía expropiar sus terrenos. Luego, ante la resistencia de la gente, se dio marcha atrás por lo que ahora se busca cambiar de categoría de conservación ya que la figura de “Parque Provincial” implica que no haya residentes.

Los pobladores lograron organizarse e impedir que se les expropiaran las tierras pero la creación del Parque generó varias restricciones hacia las actividades económicas y de uso de la tierra por parte de los habitantes. A la vez creó incertidumbre y desconfianza acerca de las posibilidades y proyección de vida futura allí.

El jefe de Áreas Naturales Protegidas del Ministerio de Medio Ambiente de la Provincia comenta que los límites del parque se establecieron de manera bastante arbitraria. Cuando se lo creó no se incluyó, por ejemplo, la Quebrada de Cautana, región colindante al parque muy importante para la conservación, por lo que quieren hacer una revisión de los límites e incluirla.

También existe un equipo de brigadistas que fue creado por el gobierno de la Provincia, a través del Parque, para desempeñar la tarea de guías locales. A través de una pasantía provincial ocho varones nativos del lugar ejercen esa función en dos turnos, los siete días de la semana.



– **Turismo**

El parque se concibe como un espacio destinado a la investigación científica sobre aspectos paleontológicos y ecológicos de la comunidad vegetal y fauna asociada, la recreación ambiental responsable, la educación e interpretación ambiental y el aprovechamiento turístico sostenible.



*Fig. 20: Cantera de laja, hoy en día abandonada abandonada y transformada en yacimiento paleontológico. (Foto: Moisés Fara)*

Uno de los principales atractivos es la antigua cantera (Figura 20) donde se extraía piedra pizarra y hoy este lugar se ha convertido en un yacimiento paleontológico de gran importancia científica a nivel mundial, donde se han descubierto importantes fósiles de flora, insectos y arácnidos en las rocas.

Otro atractivo de importancia es la existencia de tres antiguos ejemplares de Guayacán (*Caesalpinia paraguariensis*, Figura 21), únicos en la provincia de San Luis, considerados los más australes del mundo ya que



*Fig. 21: Guayacán. (Foto: Moisés Fara)*

son originarios del norte argentino y otros países limítrofes. Los lugareños lo denominan “El Árbol de la Vida”, ya que le han encontrado poderes curativos, y su fruto lo utilizan para curar el mal del aire y “ojeadura”.

Existe un restaurante con comidas típicas, un museo y un camping privado que se está acondicionando. Los brigadistas cuentan que los turistas pueden acampar en distintas zonas del parque pero no les recomiendan cerca del arroyo sobretodo en época de lluvias porque este puede crecer mucho rápidamente. Está permitido hacer fuego solo en ciertas zonas que los brigadistas indican.

## Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

La mayor parte de los turistas llegan en colectivos de agencias de turismo de Merlo. También por autos particulares a pasar el día principalmente los fines de semana.

### – Población

El paraje de Bajo de Veliz pertenece al municipio de Santa Rosa del Conlara. La comunidad, está constituida por 22 unidades domésticas distribuidas en torno al ingreso del Parque y alrededor del arroyo. Esto equivale a unas 110 personas aproximadamente de los cuales 40 son niños y adolescentes menores a 15 años.

Históricamente, el territorio del Bajo de Véliz ha sido habitado desde tiempos muy lejanos; se sabe que los comechingones habitaron allí. Se puede apreciar morteros sobre piedras a los costados del arroyo.

Respecto a los pobladores de las últimas décadas, tradicionalmente han sido productores rurales dedicados a la ganadería. En un tiempo trabajaron como hacheros en la zona (trasladándose varios días a otras zonas más o menos cercanas). Esto se hacía con madera dura del monte nativo (algarrobo, caldén, quebracho), que era utilizada según la demanda de cada época. Para leña de máquinas de ferrocarril, para leña de consumo en el pueblo, para postes de campo y de viñedos en Mendoza, y para uso doméstico (construcción, corrales, etc.).

Otro hito en la economía de este lugar fue la explotación de la cantera de piedra laja negra por varias empresas y durante casi treinta años. La mayor parte de los trabajadores de pico y barreta eran pobladores del lugar. Sólo otros trabajos más especializados y de transporte lo hacía gente de las empresas, o de Santa Rosa. Esta piedra se utilizó principalmente en construcción de los pisos de casa y patios, incluso fuera de San Luis.

En la actualidad, la actividad económica predial es la ganadería caprina y bovina, y en menor escala la ovina. Además se incorpora como nueva actividad el turismo en donde las familias realizan ventas de artesanías y servicios.

### – Educación

Dentro de las institucionales locales se destaca la Escuela N° 409 “Granadero Marcelino Rodríguez” que ofrece educación primaria y ciclo básico de la secundaria que luego se concluye en Santa Rosa de Conlara. Tanto maestros como el director son de esa localidad. La carencia de un transporte escolar es la principal causa por la que muchos alumnos no

## Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

terminan el secundario ya que tienen que viajar más de 20 km hacia el pueblo por sus propios medios.

Esta institución, así como su director, desarrollan a nivel local un rol importante de liderazgo. Allí se concentran actividades de capacitación, reuniones comunitarias y de interés general, y se dirimen asuntos de interés comunitario.

En cuanto al nivel de instrucción de la población, según una encuesta realizada por un equipo de salud en 2005 (Fernández, 2011), había 2 personas analfabetas, 3 fuera de edad escolar, 2 con educación infantil en curso, 21 con primario incompleto, 32 con primario en curso, 32 con primario completo, 7 con secundario en curso y una con secundario completo

### – **Salud**

El paraje cuenta también con una salita de primeros auxilios donde atiende una señora capacitada para tales tareas. Al no ser enfermera no puede, por ejemplo, poner inyecciones. Para cuestiones más complejas los habitantes deben viajar a Santa Rosa.

No cuenta el parque con un medio de movilidad para transportar en caso de urgencia sino que se realiza en los vehículos de los pobladores o turistas.

Entre los pobladores cobra importancia la figura del “yuyero” los cuales tienen conocimientos de distintas plantas medicinales de la zona y recetas para curar distintos malestares.

Fernández (2011) señala que en cuanto a las condiciones de saneamiento ambiental y las características de las viviendas de las familias de la comunidad, el 69,57% de ellas se alojaba en viviendas con techos de paja y/o ramas y con pisos de tierra. El 73,91% eliminaba las excretas por letrinas y 21,74% a cielo abierto. La eliminación de residuos la hacían por enterramiento y quema el 95,65%. En cuanto a la prevalencia de infección chagásica en la población fue de 21,18%.

### – **Servicios y forma de vida**

La gente accedía antiguamente al agua de vertientes, de pozo y de lluvia para el consumo humano pero, hoy en día, la mayoría cuenta con agua potable a partir de una perforación que se realizó al lado de la escuela y pueden extraerla a través de una bomba solar. Las casas cuentan con electricidad a partir de paneles solares. Pobladores cuentan que,

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

si bien miran como un progreso que llegue la luz, tienen miedo de que vaya mucha gente de afuera a comprar terrenos para vivir o inversiones turísticas. Algunas familias tienen gas a garrafa y la mayoría utiliza leña que tienen permitido sacar del bosque de los árboles muertos o ramas caídas. No existe servicio de recolección de basura, a los turistas se les pide que la lleven consigo y los pobladores, como se dijo, realizan pozos o la queman.

El valle es atravesado por la ruta provincial N°5 que se construyó en 2002 y generó un gran cambio para la vida de la gente (Figura 22). Antes de su construcción, era muy difícil llegar a Bajo de Veliz. Existía un camino de tierra y para llegar desde el pueblo se debía cruzar unas 7 veces el arroyo con una demora de dos horas en vehículo, mientras que hoy en día solo media hora.

Cabe mencionar que la construcción de la ruta alteró la dinámica hídrica de esta parte de la cuenca. Cuando llueve, la ruta representa una barrera al escurrimiento del agua que baja desde la montaña hacia el arroyo. Esta agua se acumula en los bordes de la ruta y escurre hacia los canales de desagüe, generando en la salida una gran cantidad de agua que ha erosionado y generado grandes cárcavas (Figura 23 y 24).



Fig. 23: Erosión en los bordes de la ruta. (Foto: Moisés Fara)

Con la ruta y la creación del parque a los dos años el ingreso de visitantes y turistas se incrementó incesantemente a partir de la promoción turística del parque (por agencias de turismo, y del Gobierno de la provincia). Esto también generó un fuerte impacto cultural, social y natural produciéndose transformaciones en los modos de vida respecto a décadas



Fig. 22: Erosión en la salida de una alcantarilla de la ruta. (Foto: Moisés Fara)

## Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

anteriores, cuando el paraje estaba aislado y llegaba muy poca gente. Por ejemplo, cuentan los pobladores, que antes había más emigración sobre todo de jóvenes que se iban a trabajar al pueblo. También antes pasaba el cabritero y hoy en día ya no es necesario porque venden sus productos a turistas y vecinos de Santa Rosa o Merlo que van a buscarlos a sus campos. Las familias tenían pequeñas chacras donde araban y cultivaban maíz o sorgo para sus animales, y ahora ya no cultivan porque prefieren ir a comprar forraje a Santa Rosa o suele ir alguien a vendérselos.

### – **Unidades productivas**

Los productores son familiares. Cuentan con campos de entre 100 y 300 ha pero la mayoría se encuentra en la zona montañosa de baja productividad y de difícil acceso. Su actividad es muy diversificada. Se destaca como principal la producción caprina y en menor medida la bovina y ovina. Además, cada familia cuenta con una pequeña huerta para consumo propio, chanchos, caballos, burros, gallinas, patos, pavos, etc.

La venta de cabritos y terneros representan los mayores ingresos prediales. Además, entre los diversos productos y subproductos que venden se encuentra la leche y queso de cabra, dulces, arropo de chañar, lana, tejidos, plantas aromáticas, cueros y abono. También obtienen miel de enjambres salvajes de abejas europeas que se encuentran entre piedras o árboles. Sacan en promedio 8 litros por panal por año, hasta 17 litros. Cuentan los pobladores que es una miel fuerte, oscura posiblemente por las características de la flora.

La agricultura sólo es y fue posible en pequeñas parcelas libres de piedras y monte, donde se sembraba algo de maíz y forraje para los animales; asimismo para el autoconsumo familiar zapallo y hortalizas. La recolección de frutos y posterior elaboración de productos se fue perdiendo, pero está presente en algunas casas: chañar para arropo, algarroba para alimento de animales y humano, hierbas medicinales. Todo esto forma parte de la economía doméstica de la gente del Bajo. Incluso se comercializa el excedente, una vez cubiertas las necesidades familiares.

La mano de obra es netamente familiar y los ingresos prediales sólo en pocos casos permiten acumular capital, pero todos permiten mantener la familia.

El trabajo extra predial es un fuerte componente del ingreso familiar siendo los planes sociales y las pasantías de los guías del parque, los principales.

## Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

Los hombres suelen vender su fuerza de trabajo en localidades vecinas como Merlo y Santa Rosa, prevaleciendo el trabajo en la construcción (albañiles, ayudantes, oficios, changas, etc.).

Las unidades productivas poseen bajo nivel tecnológico, con poca infraestructura de alambrados, bebederos y sistemas de almacenamiento de agua. No poseen maquinaria agrícola para trabajo de la tierra ni galpones de almacenamiento de forraje. Los corrales son adecuados y construidos con recursos locales.

Los establecimientos presentan altas cargas respecto a la capacidad de los predios, con el consecuente sobrepastoreo que genera la falta de sostenibilidad de los sistemas. El sistema de pastoreo es continuo, no se realiza pastoreo rotativo para la recuperación de la pastura. Se observan fachinales degradados con pocos árboles (quebracho blanco o algarrobo) con arbustos en pedestal, es decir formados por la erosión hídrica debido a la falta de cobertura dada por el dosel herbáceo lo cual es característico en muchas regiones del Chaco Árido (Karlin, 2013) . También los caminos de los animales para llegar al arroyo se encuentran en un estado degradado por efecto del pisoteo y erosión (Figura 25).

### – **Actividad ganadera**

La producción caprina es la principal actividad de los pequeños productores, constituyéndose como principal ingreso monetario del predio.

El biotipo dominante es el criollo, el cual está adaptado a las condiciones del medio. La mayoría de los productores tienen entre 30 y 100 cabras con dos épocas de parición

(mayo-junio y noviembre-enero principalmente). El producto principal son los cabritos de 15 a 30 días. También venden cabrillonas si les sobran de las que dejan de reposición. A las cabras de descarte las consumen las familias en autoconsumo. Entre los subproductos obtienen leche y queso de cabra, cueros y abono. El descarte de hembras lo realizan principalmente por desgaste dentario a los 6-7 años. A los chivos los intercambian con otros productores para



*Fig. 24: Majada en la ruta ingresando al parque. (Foto: Moisés Fara)*

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

evitar la endogamia. Las cabras andan sueltas y se alimentan de pastizales naturales, arbustos y frutos durante el día y se las encierra de noche.

Los productores no están organizados para la venta de ningún tipo sino que trabajan individualmente. La Secretaria de Agricultura Familiar cuenta con programas como la mejora de corrales de cabras con block y chapa y ha organizado actividades como una jornada de reproductores caprinos en la cual un jurado eligió los de mejores aptitudes y los productores podían intercambiarlos.

Tanto los pobladores, como los brigadistas y guardaparque reconocen que la actividad caprina y bovina genera un problema al dañar el suelo y generar erosión pero no existen políticas productivas adecuadas para remediar su impacto. Se intentó desde un programa del gobierno reemplazarlas por camélidos sudamericanos como las llamas ya que estas poseen patas provistas con almohadillas, su caminar es suave y evita la erosión del suelo.

Esto generó una resistencia por parte de la gente ya que no quiere cambiar las cabras por las llamas, porque son su principal fuente de ingresos además del arraigo cultural que tienen con ellas, la incertidumbre frente a un animal que no conocen, no saben cómo tratar ni si van a tener a quien venderle sus nuevos productos.



*Fig. 25: Caminos de los animales para llegar al arroyo. (Fotos: Moisés Fara)*

#### – **Recurso forestal e hídrico**

El recurso de monte nativo se concentra en la depresión del Bajo de Veliz, en buen estado, en las zonas de difícil acceso para el ganado y se encuentra en un estado de recuperación ya que en el Parque no se permite realizar actividades extractivas como tala pero

## Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

sí se les permite aprovechar árboles y ramas muertas para leña. Hay parcelas desprovistas de árboles que históricamente se cultivaban, y en general alrededor de las casas existen pocos árboles de forma aislada.

En las laderas de las sierras que albergan la depresión, se presentan ejemplares aislados de molles rodeados de praderas compuestas por poáceas y dicotiledóneas nativas. Sobre las paredes más verticales de piedra expuesta con exposición sur, se presentan bromeliáceas como *Puya spathacea* y *Tillandsia* spp.

En la transición crece el arbustal y ya a mayor altura se encuentra una formación herbácea alta, semidensa, de poáceas.

Respecto al recurso hídrico y aprovisionamiento de agua, en el Bajo los animales acceden libremente al arroyo y a vertientes temporarias. Esto significa un problema en cuanto a que los bordes del arroyo están muy perturbados con graves signos de erosión debido a la compactación y pisoteo que ejercen los animales. Los mayores daños se observan en los caminos que recorren los animales para llegar al agua.

### **Árbol de problemas**

La cuenca hidrográfica del arroyo Cautana se encuentra alterada por un sistema de pastoreo que se mantiene desde hace mucho tiempo. El deterioro producido por la alteración de la cubierta vegetal como consecuencia del sobrepastoreo afecta el equilibrio hidrológico, incrementando el escurrimiento y generando graves problemas de erosión.

El sobrepastoreo y deterioro de los recursos también afecta a la economía del habitante de la región, disminuye la productividad general del sistema, empobrece a los pobladores y acentúa la migración hacia los centros urbanos.

El deterioro de las cuencas no es muy visible para la población en general por lo que es muy importante el papel del Estado para la conservación y restauración de estos sitios a través estudios de cuencas y planes de manejo que incluyan a los habitantes de la región.

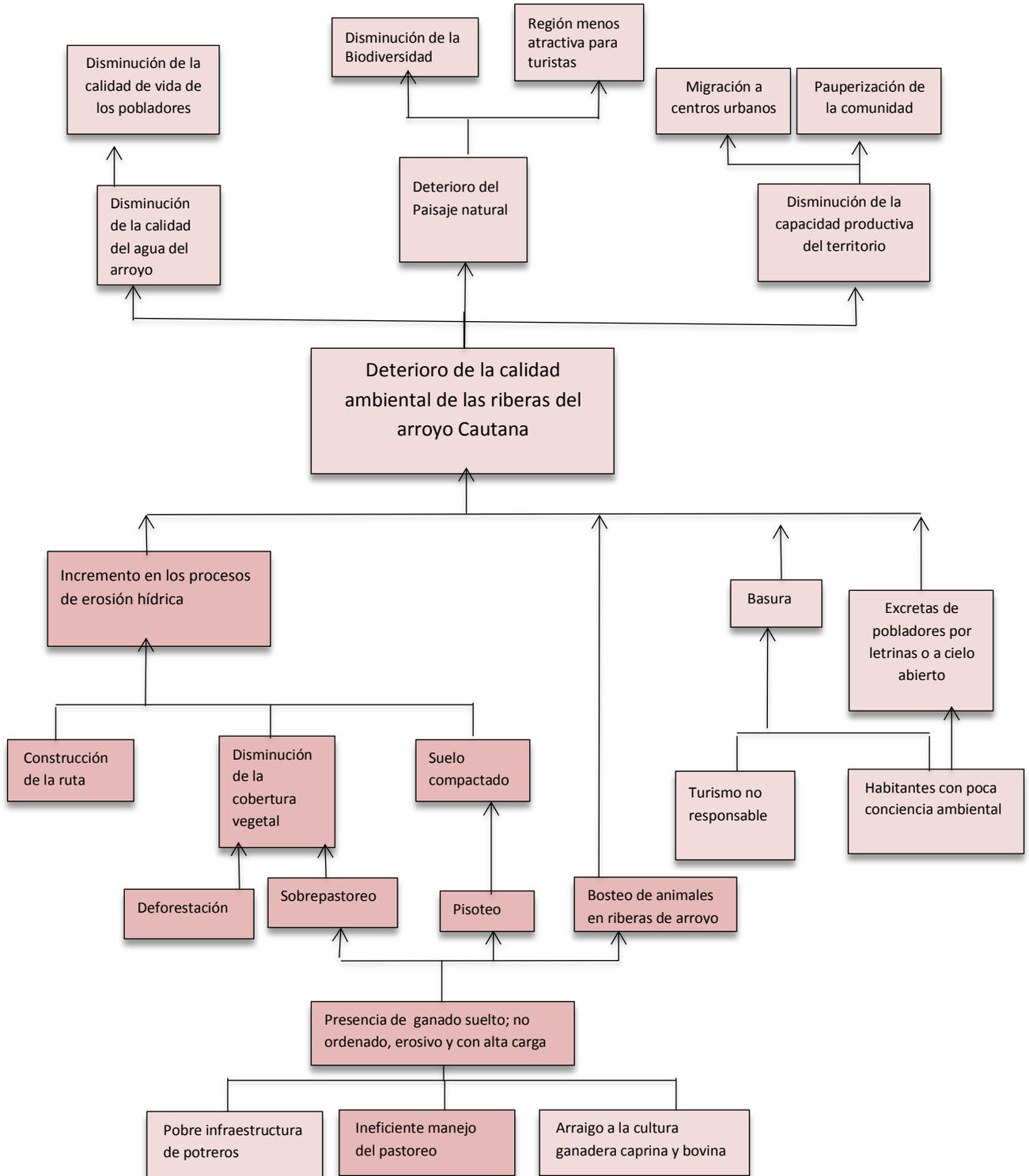
A continuación, se muestra un árbol de problemas como forma didáctica de verlos y tratar de entender sus causas y efectos. Fue necesaria su realización para poder identificar los problemas más importantes y sus causas y consecuencias. La determinación del problema central como “Deterioro de la calidad ambiental de las riberas del arroyo Cautana” es el que este trabajo apunta a intentar solucionar pero vale aclarar que es una de las tantas

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

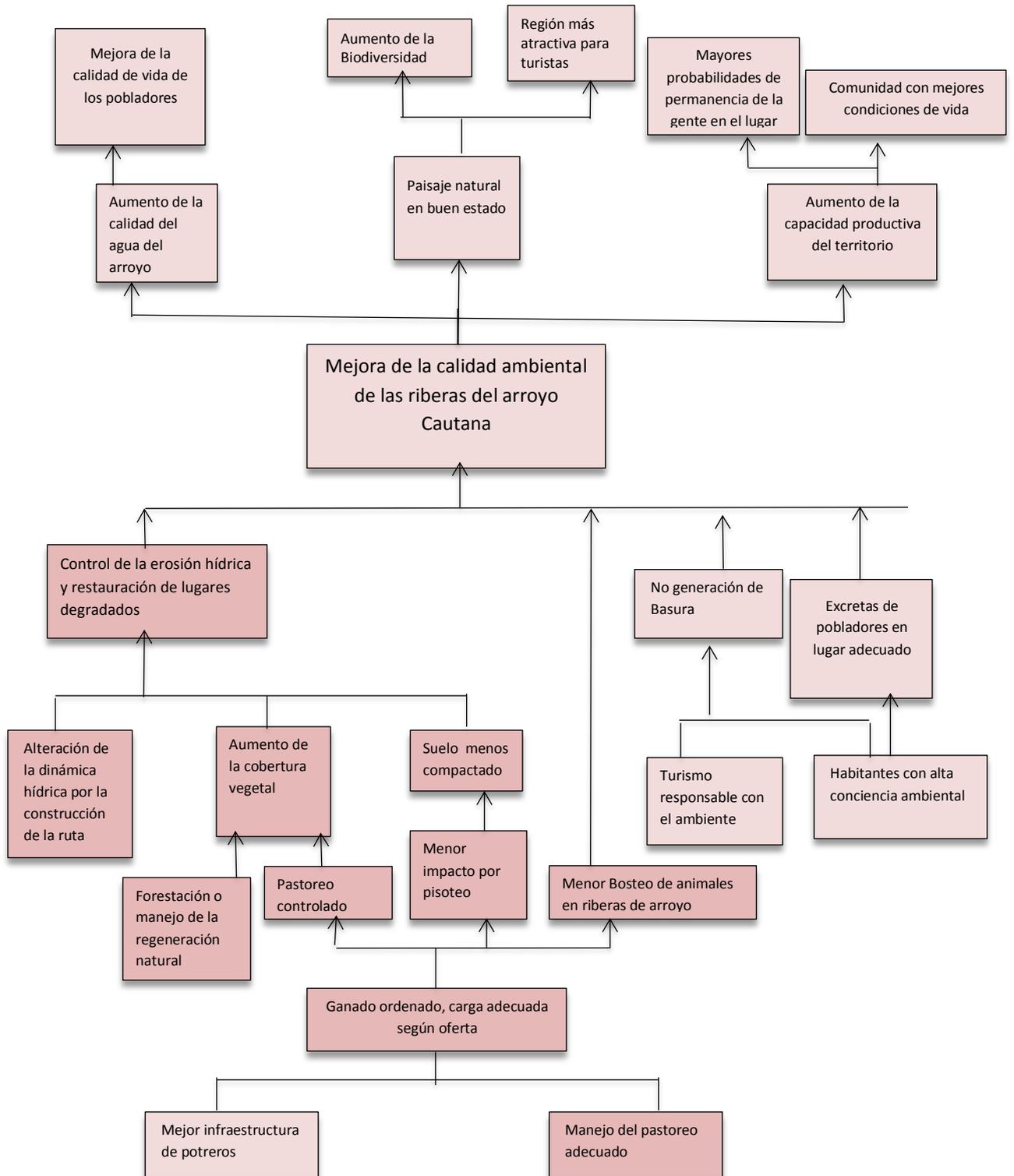
problemáticas del bajo de veliz y hay otros problemas que escapan a los objetivos de este trabajo, pero que son igual o más importantes que el que se trata. Los principales efectos de este problema se inscriben en las ramas principales del árbol, reservándose las ramificaciones para los efectos secundarios. En las raíces se expresan las causas y orígenes del problema central, ordenándose también en causas principales y secundarias. El resultado es fijar una jerarquización de las causas y consecuencias de la situación de desigualdad planteada.

Luego se muestra un árbol de soluciones semejante al anterior, en el cual se reemplazan las indicaciones de problema por indicaciones de soluciones. Así, se pasa de una visión negativa de los problemas que se enfrenta, a una visión positiva de los objetivos que debe alcanzar. Esto facilita la reflexión sobre las acciones prioritarias a emprender, insistiendo en la necesidad de un enfoque realista.

Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas



### Árbol de soluciones



Del árbol de problemas se toman algunos problemas relevantes para ser profundizados (en rosa más oscuro), se los analiza y luego se enumeran estrategias de solución para ellos de las cuales se desarrollan algunas de estas.

**Problema 1: Erosión hídrica en las bajadas de los animales al arroyo, en las cunetas de la ruta y en salida de las alcantarillas; alteración de la dinámica hídrica por la construcción de la ruta.**

La erosión hídrica es la remoción, transporte y sedimentación del suelo, provocado por las precipitaciones y el escurrimiento acompañante (Sereno, 1997).

En el siguiente diagrama se muestra la dinámica de la degradación del suelo a partir del sobrepastoreo, representado como un ciclo cerrado.



Fig. 26: Dinámica de la degradación del suelo a partir del sobrepastoreo.

Los factores que afectan la erosión hídrica son considerados por la ecuación universal de pérdida de suelos:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

A= pérdida de suelo;

R= factor de erosividad de las lluvias

K= factor de erodabilidad del suelo

LS= factor de pendiente, longitud y grado

C= factor de cobertura

P= factor de prácticas de conservación

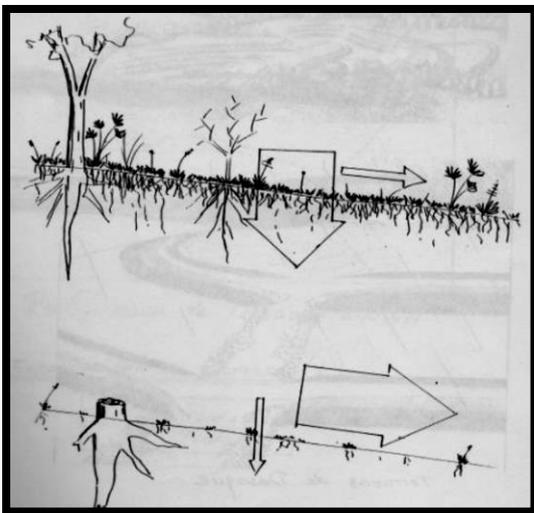


Fig. 27: Escorrentía e infiltración en suelos bien y mal usados

La cobertura es, en nuestro caso, el factor más factible a ser modificado. La cobertura evita que la energía cinética de la lluvia descargue sobre el suelo y por lo tanto elimina el factor desencadenante de la erosión. Otro efecto que causa la vegetación es disminuir la velocidad del flujo superficial al aumentar la rugosidad y por lo tanto disminuir la capacidad erosiva de la corriente, y provocar una sedimentación de las partículas suspendidas o arrastradas por dicho flujo.

**Objetivo:** Controlar la erosión y restaurar las cárcavas en las bajadas de los animales al arroyo, en las cunetas de la ruta y en salida de las alcantarillas.

**Estrategias:**

- Ordenamiento de las bajadas de los animales al arroyo de tal forma que sean cortando la pendiente para lograr un menor impacto.
- Control de la erosión y restauración de cárcavas:



Fig. 28: imagen satelital donde se observan patrones de la erosión en cárcavas en los caminos de los animales hacia el arroyo (izquierda) y en la salida de las alcantarillas (derecha).

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

A continuación se desarrolla un plan para la para el control y restauración de la cárcava en la salida de la alcantarilla de la Figura 28, el cual puede servir de guía para las demás cárcavas.

El primer paso será suavizar escarpes en los taludes dentro de la cárcava con herramientas de labranza manuales como azadas, palas y rastrillos, para evitar que se siga erosionando y facilitar la revegetación natural.

El segundo paso será la plantación de árboles y siembra pastos densos y rastreros, que sean de crecimiento rápido y nativa, para ayudar a la estabilización del terreno y generen cobertura al suelo.

Entre los árboles, se recomienda usar especies nativas que puedan soportar el clima de la región. Entre ellas la brea (*Cercidium praecox*) es una buena alternativa ya que no requiere suelos muy fértiles y es colonizadora, también el chañar (*Geoffroea decorticans*) ya que tiene capacidad de expandirse y el Sauce criollo (*Salix humboldtiana*) en lugares estratégicos como las salidas de alcantarillas y cárcavas al borde del arroyo.

El sauce criollo es de la familia de las Salicáceas, fue elegida por ser nativa y de rápido crecimiento. Además, tiene un sistema radical superficial y extendido mediante el cual permita el anclaje del suelo y retención de humedad. En Argentina se realizan plantaciones con fines maderables y en programas de mejoramiento ambiental por su efecto restaurador en la conservación y control de la erosión del suelo, ayudando al establecimiento de otras especies arbóreas. También presenta usos como leña, paisajístico y medicinal. Se comporta como especie pionera, semiheliófila, ruderal y tiene gran capacidad de regeneración.

La plantación se hará en dos etapas: en otoño (Febrero-Marzo) la brea y el chañar y durante el reposo vegetativo el sauce criollo ya que se hará con estacones.

Para el ejemplo de la cárcava a la salida de la alcantarilla de la figura 23, se plantara sauce criollo al principio y al final de la cárcava y brea y chañar intercalados al medio de esta en relación 50:25:25.

La plantación del sauce criollo se hará con estacones de 1 a 1,5 m de largo y 2 a 4 cm de diámetro en un marco de plantacion de 2 x 2 m y se enterrarán unos 50 cm para que ejerzan un efecto de pantalla protectora. La brea y el chañar se plantaran con plantin forestal en un marco de plantacion de 3 x 3 m.

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

Es necesario realizar un riego de plantación que puede realizarse en el hoyo previo a la colocación de la planta, o una vez que esta ya este plantada. Se propone una cantidad de 3 litros por planta al inicio y 2 litros semanalmente en épocas de sequía.

Por las dimensiones de esta cárcava (143 m x 6 m) se necesitarían unos 107 estacones de sauce, 24 chañares y 24 breas lo que significa 144 litros de agua para la plantación de otoño y 321 para la de invierno por lo que se puede extraer agua del arroyo y utilizar una cisterna para facilitar la tarea de riego.

Para el caso de la siembra de pastos se recomienda que sea con especies autóctonas por ser un área natural protegida y con lo que se asegure que la especie esté adaptada al ambiente riguroso.

En el mercado es muy escasa la oferta de pastos nativos y la cosecha de estos es bastante complicada por su maduración escalonada y además con problemas de poder germinativo. Bajo estas condiciones se recurrirá a la fertilización con abono orgánico a partir de bosteo de los animales para facilitar la regeneración natural como estrategia de rehabilitación.

Dentro de las especies a sembrar se recomienda *Trichloris crinita* y *Setaria parviflora*, ambos con alrededor del 30% de PG (M. Karlin, comunicación personal)

Estas especies son adecuadas por ser nativas, con sistema radical denso, que asegure un control de la erosión, poca exigencia de suelo, clima y mantenimiento, haciendo innecesarios los tratamientos culturales, duraderas y persistentes en el tiempo y vegetan en la época en la cual es más probable un riesgo de erosión elevado, sin embargo, ambas son especies deseables y se deberá excluir muy bien el ganado.

La siembra se hará a mano y al voleo en otoño. De esta forma tendrán mayor tiempo de instalación para cuando empiece la época de mayores precipitaciones y, por esto, la de mayor riesgo de erosión.

Luego de la siembra debe cubrirse la semilla de modo que la misma quede protegida con una capa de suelo. La cobertura se puede hacer por dos métodos: a) Taparla con una capa formada por una parte de tierra negra b) Rastrillar suavemente el suelo para incorporar la semilla al mismo. Para completar el trabajo conviene pasar un rolo liviano, o bien apretar el suelo con una tabla ancha, de modo de establecer un buen contacto suelo-semilla. Terminada la siembra se debe regar suavemente.

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

La vegetación ofrece al suelo una protección física tanto para interceptar la caída de la gota de lluvia como para frenar la velocidad del agua de escurrimiento. Así se disminuye la energía cinética del agua y disminuye su capacidad erosiva. Si la velocidad se ha reducido lo suficiente, entonces se sedimentan parte de los materiales arrastrados y se logra mayor infiltración. Además, la vegetación implantada contribuirá significativamente a mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo y a partir de este momento, se empezara a regenerar la vegetación natural de manera espontánea.

Se debe proteger la plantación contra factores de disturbio como el pisoteo y ramoneo del ganado, se recomienda colocar una cerca en el perímetro de la plantación.

Finalmente, se debe hacer seguimiento especialmente en las épocas lluviosas, para su evaluación y rectificación oportuna.

**Problema 2: Áreas degradadas con baja cobertura arbórea y forrajera**

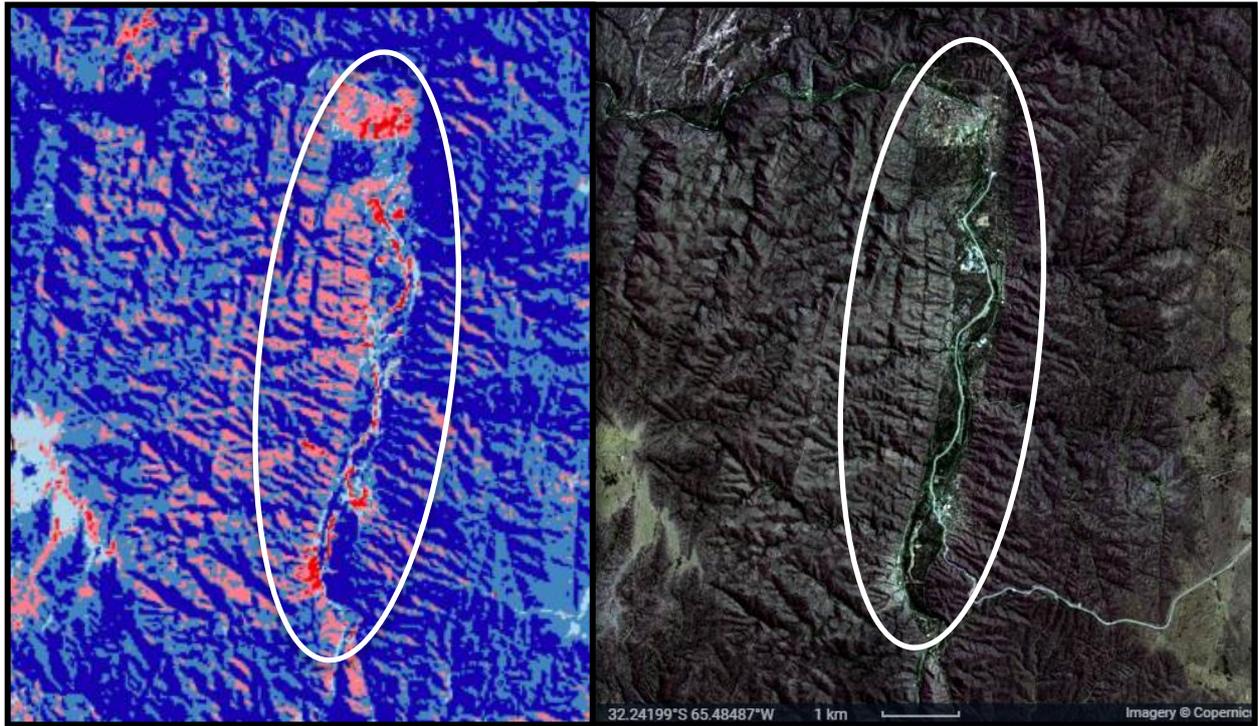


Fig. 29: En detalle el valle del Bajo de Veliz en imagen clasificada por clases (izquierda) y una imagen satelital en color natural (derecha).

En la figura 28 se puede ver el valle del Bajo de Veliz en un recorte de la imagen clasificada por clases y una imagen satelital en color natural. En la zona montañosa hay mucho ruido por sombra por lo que los colores no son muy confiables pero en el valle se puede observar en color azul zonas muy bien conservadas con abundante vegetación como así también en rojo zonas perturbadas con poca vegetación y suelo desnudo principalmente al norte del valle, alrededor de la ruta y del arroyo, y donde se encuentra la antigua cantera y las viviendas.

De estas regiones perturbadas podemos distinguir por un lado a parcelas pequeñas desprovistas de árboles que han sido utilizadas hace unos años para cultivar, por otro lado regiones que han tenido un desmonte selectivo y se encuentran con degradados con poca cobertura al suelo. Algunos ecosistemas degradados se



### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

pueden rehabilitar naturalmente no así muchos otros. Hay varias razones: quedan pocos ejemplares de la biota de plantas y animales originales en el sitio; algún componente del medio ambiente, como fertilidad, ha cambiado; o repetidos disturbios impiden el progreso de la sucesión. Aún en sitios donde la recuperación avanza, el proceso puede ser lento. Esto aumenta la posibilidad de más disturbios y degradación. Por eso puede ser necesaria la intervención del hombre para iniciar o acelerar el proceso de recuperación.



*Fig. 30: Áreas del ANP Bajo de Véliz degradadas. (Foto: Moisés Fara)*

## Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

**Objetivo:** Restaurar/rehabilitar áreas de bosques degradados.

### **Estrategias:**

- Instalación de una red de áreas piloto con pastoreo controlado o clausuras experimentales, en las cuales se monitoree y evalúe la recuperación del bosque y pastizales.
- Enriquecimiento del bosque mediante plantación de especies nativas.
- Creación de un vivero forestal en el parque que sirva para abastecer las plantaciones y capacitar brigadistas o población en general en tareas como recolección de semillas, siembra y plantación.

Según la ley de bosques se define el enriquecimiento como la técnica de restauración destinada a incrementar el número de individuos, de especies o de genotipos en un bosque nativo, a través de la plantación o siembra de especies forestales autóctonas, entre la vegetación existente, con el objeto de estimular la progresión sucesional.

La Ley de bosques financia, previo un plan de manejo, el enriquecimiento y restauración del bosque.

Para este caso deberá ser un plan de manejo - modalidad recuperación. La resolución N° 123 -PRN-2010 especifica que se trata de un plan de manejo con objetivos de recuperación del potencial productivo del bosque mediante enriquecimiento, restauración u otras prácticas y que puede no contener una renta directa por su aplicación.

La reforestación es una operación destinada a repoblar zonas que en el pasado histórico reciente estaban cubiertas de bosques que han sido eliminados por diversos factores.

La reforestación aporta una serie de beneficios y servicios ambientales. Al restablecer o incrementar la cobertura arbórea, se aumenta la fertilidad del suelo y se mejora su retención de humedad, estructura y contenido de nutrientes (reduciendo la lixiviación, proporcionando abono verde y agregando nitrógeno). La vegetación estabiliza los suelos, reduciendo la erosión hídrica y eólica de las laderas.

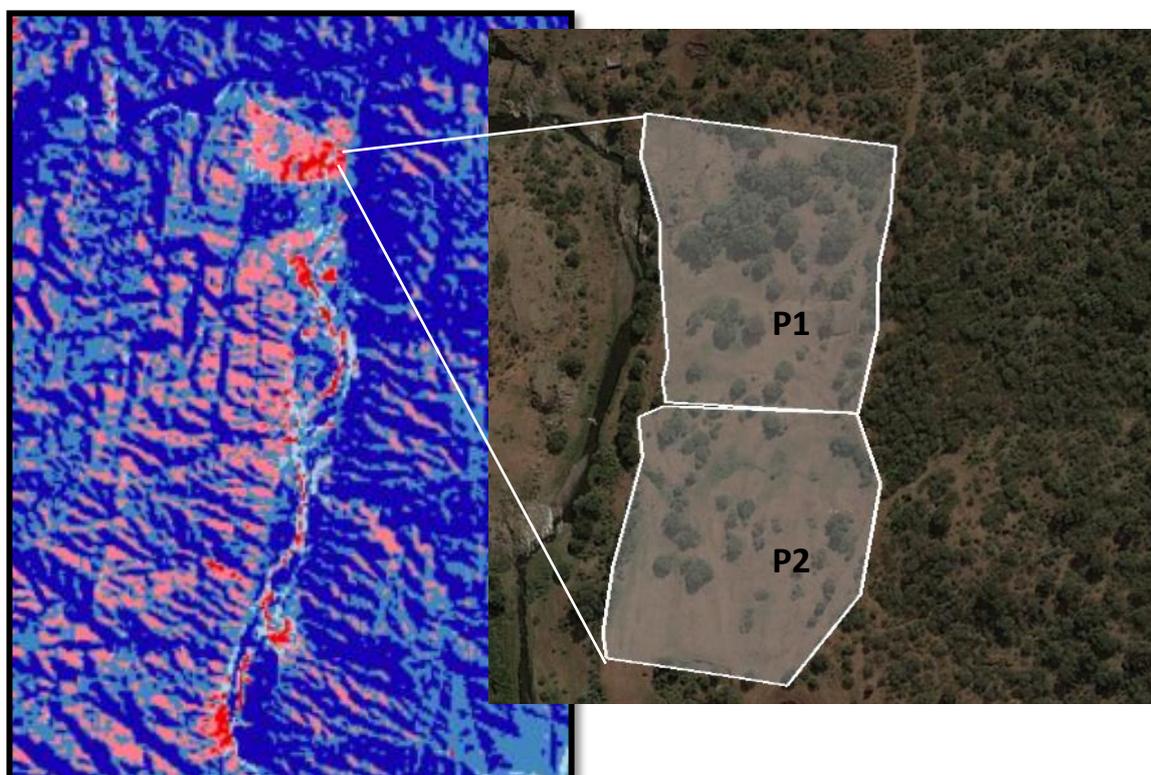
La cobertura arbórea junto con el estrato herbáceo ayuda a reducir el flujo rápido de las escorrentías provocadas por lluvias, regulando, de esta manera, y a otra escala, el caudal de los ríos, mejorando la calidad del agua y reduciendo la entrada de sedimento a las aguas superficiales. Debajo de los árboles, las temperaturas más frescas y los ciclos húmedos y secos moderados constituyen un microclima favorable para los microorganismos y la fauna. Las

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

plantaciones tienen un efecto moderador sobre los vientos y ayudan a retener el polvo y partículas en suspensión.

El primer paso para la plantación es seleccionar el área, delimitarla y protegerla para que el ganado no dañe los plantines. En la figura 31 se muestran en rojo zonas degradadas de las cuales se selecciona un área del norte del valle próximo al arroyo que ha sufrido un desmonte selectivo y degradación por efecto del sobrepastoreo ya que se observan síntomas como falta de vegetación herbácea, arbustos en pedestal y principios de erosión en cárcava.

De esta zona se delimitarán dos parcelas, ambas de 2 ha. En la parcela 1 (P1) solo se realizara una clausura para favorecer la regeneración natural como estrategia de forestación.



*Fig. 31: En detalle el valle del Bajo de Veliz en imagen clasificada por clases (izquierda) y una imagen satelital en color natural con dos parcelas delimitadas para rehabilitar (derecha).*

Las prácticas de clausura tienen efectos considerables sobre el componente pastoril y sobre la regeneración forestal, por lo que puede constituir como una práctica viable para la rehabilitación de ambientes degradados en zonas áridas y semiáridas (Coirini, 2017). Los renovales de los árboles podrán crecer sin ser comidos por los animales. Así el monte puede seguir creciendo y nuevos árboles podrán reemplazar a los que estén enfermos y muy viejos además de los múltiples beneficios de los arboles como interceptar la gota de lluvia, mantener

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

la fertilidad y la humedad de los suelos que a la vez favorece al forraje del sotobosque (Karlin, 2008).

En la parcela 2 (P2) se realizará la plantación de enriquecimiento del bosque nativo. Se deberán utilizar especies de árboles y arbustos que crezcan o hubieran crecido en la región y contemplados en la normativa de bosques nativos.

Se utilizarán las siguientes especies, las cuales se encuentran establecidas en la resolución N° 123 -PRN-2010 como especies arbóreas nativas relevantes de la Provincia de San Luis: Algarrobo (*Prosopis* sp.), garabato (*Senegalia gilliesii*), espinillo (*Vachellia. caven*), tusca (*Vachellia aroma*), quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), chañar (*Geoffroea decorticans*), pejes (*Jodina rhombifolia*), molles de beber (*Lithraea molleoides*), breas (*Cercidium praecox*), talas (*Celtis ehrenbergiana*), manzanos del campo (*Ruprechtia apetala*), jarillas (*Larrea divaricata*), lagaña de perro (*Caesalpinia gilliesii*).

La distribución de las plantas será mezclando las especies de tal forma que queden distribuidas al azar y simulen ser un bosque natural. Se buscará favorecer primero la unión de los pequeños parches de bosques y luego el resto. Por lo tanto, la distancia entre plantas no será fija sino variable entre todas las especies tomando como criterio el tamaño que puede llegar a tener de adulto cada especie y que en todos los casos haya más de dos metros de separación para evitar competencia de recursos. Como se plantará solo en los lugares que faltan árboles y la parcela 2 tiene 0,5 ha de cobertura arbórea, la superficie a sembrar será de 1,5 ha. Si tomamos el supuesto de que en promedio la distancia será de 4x4, se necesitarán 937.5 plantas.

La época de plantación se recomienda cuando haya agua en el perfil del suelo y el balance hídrico sea positivo (mayor precipitación que evapotranspiración) estimándose en primavera luego que comiencen las lluvias hasta comienzo de diciembre o bien en otoño (Febrero-Marzo).

Los hoyos deben ser de un diámetro de 30 cm por igual profundidad, presentando tierra suelta o movida en el fondo para permitir un buen crecimiento radicular inicial.

La edad del plantín en lo posible no debe ser mayor a 2 años. Al momento de realizar la plantación se debe tener cuidado de no romper el pan de tierra que contiene el plantín para lo cual se debe realizar un corte longitudinal al envase y otro transversal en la base; luego colocar a la planta en el hoyo verificando que el cuello de la misma quede 5 cm. por debajo del

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

nivel del terreno a modo de cazuela pero teniendo la precaución al momento del tapado del pozo de que el cuello quede enterrado hasta el mismo nivel que tenía en su envase original.

Con el fin de identificar el lugar donde se planta, para proteger de posibles daños, puede colocarse un tutor (troncos de diámetro pequeño, cañas macizas o varillas de madera dura de un metro de longitud) del lado de procedencia de los vientos predominantes, atando con hilo de rafia el tutor en un punto, para impedir su deslizamiento y con el otro extremo al árbol. También se deben proteger los plantines del pisoteo o ramoneo del ganado con ramas o un cercado perimetral con alambre o boyero.

Es necesario realizar un riego de plantación que puede efectuarse en dos momentos: en el hoyo previo a la colocación de la planta y una vez que esta ya este plantada para eliminar el aire junto a las raíces y acomodar la tierra. Se propone una cantidad de 3 litros por planta al inicio y 2 litros semanalmente en épocas de sequía.

En cada parcela se evaluará la recuperación del bosque y pastizales. Se recomienda, además, el monitoreo de la plantación teniendo en cuenta el estado hídrico del ejemplar y la sanidad del mismo utilizando registros para una posterior evaluación.

Para tener una referencia del costo de la plantación se describen dos casos. El Ministerio de Agroindustria en su resolución de costos para bosques cultivados calcula el precio para Prosopis en San Luis de 19.179 \$/ha para 400 a 499 plantas/ha.

Otro análisis de costos de una plantación hecha por el equipo ambiental "E Cuenco" en La Calera también de Prosopis calcula para diciembre de 2016 de 21.288 \$ para 1,75 ha (Tabla 5).

Tabla 5: Costos de plantacion de Prosopis a diciembre 2016. Fuente: Equipo ambiental "El Cuenco"

Concepto	Cantidad	Costo (\$)	Precio unitario (\$)
Semillas (gramos)	100	400	4
Tubos (unidades)	1500	600	0,4
Gasoil (litros)	158	3000	19
Jornales planacion	14	4732	338
Jornales armado plantines	12	4056	338
Alambrado (metros, MO+insumos; 4 hilos y postes de mora)	500	4500	9
Sistema riego		1300	
Análisis suelo	4	2700	675
<b>Total</b>		<b>21288</b>	

La creación de un vivero forestal en esta área protegida sería lo ideal para que las plantaciones se realicen con germoplasma del mismo lugar y no haya una alteración genética al traer plantines de otras regiones.

**Problema 3: Sobrepastoreo, alta carga animal, animales sueltos, impacto por pisoteo.**

Se explica de manera resumida según Saravia Toledo, (1996) los efectos del pastoreo incontrolado sobre los ecosistemas de pastizales, bosques y el suelo para entender la importancia de actuar sobre el control de la ganadería.

Efectos sobre la vegetación

- a) Pérdidas de biodiversidad y reducción de producción.
- b) Cambios estructurales, cambiando de pastizales altiherbosos a cespitosos, en laderas y cumbres que reciben precipitación horizontal. Esto va acompañado de pérdida de biodiversidad, caída de la producción de forrajimasa, y modificación del microrrelieve con formación de pie de ganado, carcavamiento y pérdida de suelos.
- c) Incremento de las especies leñosas con frutos palatables cuyas semillas pasan indemnes por el ducto digestivo, transformándose en invasoras.
- d) Destrucción de renovales forestales en áreas sobrepastoreadas como consecuencia del ramoneo.

Efectos sobre el suelo

- a) La reducción de la cubierta herbácea y desprotección del suelo aumenta el efecto de erosividad de la lluvia, incrementando el escurrimiento y consecuentemente la erosión.
- b) Compactación del suelo acompañada por pérdida de materia orgánica y disminución de espacios de poros, lo cual reduce drásticamente la infiltración incrementando en consecuencia el escurrimiento. Esto último reduce los tiempos de concentración del agua y puede generar picos de crecientes con graves efectos provocando profundos carcavamientos y erosión laminar generalizada, aumentando exponencialmente el arrastre de sedimentos.
- c) Pérdida de fertilidad y materia orgánica por transporte de las deyecciones del ganado hacia los ríos.



*Fig. 32: Arbusto en pedestal formado por la erosión hídrica debido a la falta de cobertura dada por el dosel herbáceo*

**Objetivo:** Disminuir los efectos negativos del ganado

**Estrategias:**

– Incorporación de actividades que otorguen diversidad al sistema, como estrategia para amortiguar tanto la variabilidad económica como climática y que sean de menor impacto en el suelo y ambiente, como la apicultura. También actividades de ecoturismo por parte de los pobladores como Senderismo, Caminatas y recorridos, cabalgata, Ciclismo, Montañismo, Mountain bike, Observación de aves, flora y fauna para que tengan una fuente de ingreso extra y puedan depender en menor medida de los ingresos por la ganadería.

Para cada una de estas actividades, debe hacerse un estudio de impacto ambiental y planificarlas de tal manera de que su impacto en el ambiente sea el mínimo. La apicultura, por ejemplo, no deja de tener su impacto. La abeja europea compite fuertemente con la abeja nativa y puede eliminarla. Se ha prohibido por ejemplo su actividad dentro de la Reserva Chancaní, Córdoba.

– Trabajar con un productor que sea referente en la comunidad y que adopte estrategias de intervención que apunten a hacer más eficiente su sistema y disminuir el impacto en el

## Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

ambiente, monitoreando y evaluando la recuperación de su unidad productiva para que esta sea un modelo que luego los demás productores puedan imitar.

Se enumeran a continuación algunas estrategias de intervención generales para el ganado caprino de la región, orientadas principalmente a aumentar la productividad por animal, mejorar la producción forrajera y su manejo y disminuir el impacto sobre el ambiente:

### Manejo del ganado

- Eliminar animales improductivos
- Estacionar el servicio a una fecha de modo de hacer coincidir la máxima oferta forrajera con los máximos requerimientos nutricionales, que se producen un mes después de la parición. Teniendo en cuenta también la época de venta de cabritos.
- Seleccionar cabrillonas de reposición todos los años de acuerdo a sus aptitudes productivas y reproductivas.
- Llevar registros productivos para permitir conocer el estado de los hatos, los requerimientos de los animales, estimar los beneficios de la producción y orientar el mejoramiento genético.

### Manejo de pasturas

No excederse en la receptividad del campo natural. Se debe adecuar la carga animal a la oferta forrajera. Esto disminuye la presión sobre el medio, el pastizal se maneja con menor carga con el fin de incrementar la disponibilidad forrajera, mejorar la producción individual y evitar el deterioro del suelo. Al disponer de forraje se posee más opción de conservarlo para el periodo seco del año o eventual sequía. Para conocer la oferta se puede emplear el método de doble muestreo (Díaz, 2007) que estima la producción de materia seca por hectárea. Este método es muy útil para calcular la carga aunque toma en cuenta solo la producción forrajera de lo herbáceo y no de arbustos y árboles. Además, como la mayoría de los animales se encuentran sueltos es difícil conocer cuál es el área que ocupa cada majada. Lo ideal es tener cercado por lo menos perimetralmente el campo destinado a la alimentación de los caprinos, para evitar la incursión de ganado ajeno y además evaluar con certeza las reservas forrajeras propias. Algunos campos pueden tolerar más de carga y otros menos aún pero es preferible tener pocos animales bien nutridos que muchos en mal estado y que además deterioran el ambiente (Nogués, 1973).

Pastoreo/ramoneo rotativos intensivos con vacas y cabras y clausuras. El pastoreo rotativo es la práctica consistente en la rotación de los sectores de pastoreo por la hacienda en función de

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

la disponibilidad de forraje, del tipo de pastizal y del momento del año. El objetivo es aprovechar los picos de disponibilidad de forraje, disminuir la selección de forraje y aumentar el tiempo de descanso de cada parcela de pastoreo. Con esta técnica se logra que las pasturas descansen el tiempo adecuado para la recuperación de reservas, semillazón y resiembra, debido a que cuando el pastizal descansa y se recupera mejora la producción de forraje, beneficiando la cobertura del suelo y por ende con el tiempo, su contenido de materia orgánica y estabilidad estructural. También permite la regeneración de nuevos árboles ya que los renovales son alcanzados con menos frecuencia por los animales durante el periodo de descanso o clausura. De esta manera al disminuir el tiempo que permanecen los animales pastoreando también se disminuye el pisoteo, principal causa de la compactación, pudiendo aumentar la infiltración de los suelos y disminuir el escurrimiento.

En cuanto a las clausuras al pastoreo, es una técnica de exclusión de los animales al pastoreo en lotes o sectores por un periodo de tiempo prolongado. El objetivo es recuperar la cobertura superficial, a través de la eliminación de la selección por pastoreo, de evitar el pisoteo y el tránsito de animales, en situaciones donde la productividad es mínima o el riesgo de deterioro del suelo es máximo (Serenó, 1997).

El efecto de las clausuras se evidencia, no solo mediante un aumento en la productividad forrajera, sino también en el cambio de especies indicadoras de condición y la disminución de suelo desnudo. Esto es especialmente notable en aquellas situaciones donde la degradación por sobrepastoreo es más extrema. Las clausuras favorecen la aparición de especies forrajeras deseables, las cuales presentan mejor palatabilidad y generalmente mayor calidad y cantidad forrajera. Estas prácticas permiten la recuperación de ambientes sobrepastoreados, a la vez que permite la resiembra de parcelas de pastoreo. Estas prácticas de clausura deben ser ajustadas en función a una correcta planificación en la rotación de pastoreo y manejo de reservas de pasto durante el bache forrajero invierno-primaveral (Coirini, 2017).

Dentro de un mismo establecimiento las divisiones y clausuras se pueden ir realizando de forma paulatina, dentro de las posibilidades económicas y productivas con las que se cuenten, aumentando con el tiempo la superficie afectada.

Debido a que estas áreas no cuentan con los alambrados y cercos adecuados para realizar las clausuras o descansos, es conveniente pensar en la utilización de boyeros eléctricos ya que presentan varias ventajas. Algunas de estas son: más económicos que el alambrado fijo,

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

ya que un equipo de boyero alcanza a electrificar 60 o más kilómetros; necesita menos insumos en alambres, postes y varillas que un alambrado fijo; no necesita tanto mantenimiento como el cerco de ramas; se traslada fácilmente por lo que se puede delimitar el área de pastoreo que se quiera; y si se acostumbra y educa a los animales, después lo respetarán más que a los otros alambrados. Como desventajas se pueden nombrar que son algo nuevo y por eso es necesario entenderlo y aprender a usarlo, y en áreas más altas hay que tener algunos cuidados en su instalación ya que no pueden hacer una adecuada descarga a tierra (Karlin et al., 2008).

A continuación, se presentan valores actualizados de la construcción de alambrados e instalación de boyero eléctrico que analiza Karlin et al. (2008) para el Chaco Árido, utilizando la variación del IPC (Índice de Precios del consumidor) San Luis que hubo en la Argentina entre 2008 y 2017, este sufrió un aumento de aproximadamente 827% (INDEC, 2017). De esta forma se puede conocer que los costos actuales para armar 1 km de alambrado o sea encerrar 6 ha son de aproximadamente: Boyero eléctrico con tres alambres= \$ 19939 vs. Alambrado convencional= \$ 35809.

Los pastoreos rotativos e intensivos son muy efectivos cuando se quiere hacer el máximo aprovechamiento del forraje y al mismo tiempo permitir que se recuperen las pasturas y lograr el menor daño de los renovales por ramoneo. Para que esta práctica tenga resultados es muy importante que la producción de forraje, al inicio del pastoreo, sea buena. La carga animal debe ser elevada y el tiempo de pastoreo no debe superar los 15 días. Esta práctica permite que los animales realicen un pastoreo menos selectivo y consuman también aquellas especies menos palatables como del género *Nassella* o *Jarava*, permitiendo un cierto control de estas y favoreciendo un mejor desarrollo de las especies más palatables.

Debido a que las pasturas naturales que se presentan en esta región son en su mayoría megatérmicas, se debe intentar dar descansos mínimos de 75 días luego de cada pastoreo, en primavera-verano, para que puedan producir adecuadamente y no comprometer sus reservas. Llegada la época invernal se deben clausurar por 170 días para permitir la semillazón y resiembra en otoño-invierno (Guzmán, 2016).

Cosecha de frutos de algarrobo y chañar que caen en el curso del verano. Embolsarlos y guardarlos en sitios secos. Esta reserva rica en hidratos de carbono y proteína constituirá un recurso alimentario apreciable en el período del año en el que hay menos oferta de forraje en campo por falta de lluvia y alta demanda como en las pariciones de Mayo-Junio. De esta forma

Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

se puede depender menos de la compra de suplementos para cubrir el bache forrajero utilizando frutos que si no se los cosecha se desintegran al poco tiempo y que como caen en la época mayor oferta de pastos y arbustos no son aprovechados por los animales.

## **Conclusiones**

Con la elaboración de este trabajo se logró delimitar la cuenca del arroyo Cautana, conocer su superficie, el uso del suelo y sus características sociales, ambientales y económicas. Los estudios de cuencas favorecen una mirada integral del sistema pero deben ser multidisciplinarios e involucrar a la población local para poder tener una mirada amplia de la realidad y poder reconocer adecuadamente los problemas.

La caracterización y zonificación de la cuenca en función del tipo de cobertura del suelo fueron posibles gracias técnicas de teledetección y sensoramiento remoto. El resultado fue una cartografía donde se pueden distinguir de forma rápida y certera, áreas de suelos desnudos y áreas de montes y matorrales donde es necesario realizar un manejo racional con la ganadería para la recuperación del pastizal y el enriquecimiento de los bosques.

Se logró a partir de un diagnóstico de la cuenca baja del arroyo reconocer distintas problemáticas que se ordenaron en un árbol de problemas. Para aportar posibles soluciones a estos, se desarrollaron distintas estrategias de manejo sostenible para la cuenca tendientes a la conservación y rehabilitación de áreas degradadas. Estas estrategias de manejo mejorarían la calidad ambiental de esta cuenca lo cual facilitará la recuperación de la economía general del sistema y la mejora de la calidad de vida de los habitantes.

Las distintas estrategias de manejo descritas en este trabajo pueden ser extrapolables a otras áreas degradadas de la cuenca y zonas del Chaco Árido salvando siempre las particularidades de cada sitio. En otras regiones que no sean tan restrictivas se podrán por ejemplo combinar estas estrategias con otras técnicas del manejo del monte como desarbustado o desmonte selectivo los cuales tienen sus beneficios en aumentar la biomasa aprovechable para el ganado teniendo en cuenta también para realizarlo una mirada integral de manera que no afecte la dinámica hídrica de la cuenca.

El deterioro de las cuencas no es muy visible para la población en general por lo que es muy importante el trabajo participativo y la concientización de los habitantes de la región. Por otro lado, es fundamental el papel del estado para la conservación y restauración de estos sitios a través estudios de cuencas y planes de manejo que incluyan a los habitantes de la región.

La recuperación de la vegetación nativa en cuencas con un nivel de degradación marcada, como la descrita en este trabajo, es una tarea importante y sumamente

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

complicada. Un programa de cuencas requiere, por una parte, la amplia participación y consenso de todos los actores que viven en la misma: productores, autoridades civiles y educadores, y por otra, la comprensión de los estamentos políticos de decisión. A estos condicionamientos se debe sumar la necesidad de formar recursos humanos calificados para introducir tecnologías apropiadas y dispuestos a trabajar "con la gente".

## **Bibliografía**

- Aldon, E.F. y García G. (1973) "Seventeen year of sediment protection from a semiarid watershed in the Southwest". USDA, Forest Service, Rocky Mtn., Forest and Range Experimental Station. USA.
- Álvarez Rivera, M. (2006). Agua potable en Bajo de Véliz (San Luis): disputas por el agua y la tierra; estrategias de esta comunidad en pro de su arraigo en el territorio. Recuperado de [http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/6262/alvarezriveraponmesa21.pdf](http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6262/alvarezriveraponmesa21.pdf)
- Blackburn, W.H., Knight y Wood M.K. (1982) "Impact of grazing on watersheds". Texas A&M Univ. Texas Agric. Experimental Station. M.P. 1.496. College Station, Texas, USA.
- Boletta PE, AC Ravelo, AM Planchuelo, M Grillo. (2006). Assessing deforestation in the Argentine Chaco. Forest Ecology and Management 228.
- Branson, F.A., Gifford G.F. y Owen J.R. (1972) "Rangeland Hydrology". Soc. of Range Management. Denver, Colorado, USA. (Range Science series 1).
- Brown, A., U. Martínez Ortiz, M. Acerbi y J. Corcuera (2005). La Situación Ambiental Argentina. Recuperado de <http://oab.org.ar/capitulos/cap01.pdf>
- Bunge, V. et. Al. (2015). Las cuencas en los instrumentos de planeación ambiental: nuevos retos. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. En Gestión pública y social del agua en México. México. pp 16 y 17
- Cabrera, A. L.; Willink, W. (1980). Colección de Monografías Científicas de la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, ed. Biogeografía de América Latina (Segunda edición corregida edición). Washington D.C.
- Censo Nacional Agropecuario (2002). INDEC. Recuperado de [http://www.indec.gob.ar/index\\_agropecuario.asp](http://www.indec.gob.ar/index_agropecuario.asp)
- Coirini, R et. Al. (2017). Evaluación de prácticas de desmonte selectivo y clausuras temporales en sistemas degradados del Chaco árido (Argentina). Revista de Ciencias Ambientales. Vol 51(2): 73-90
- Coirini, R. y Robledo, C. (1999). Elementos de Diagnóstico Rural Rápido. En: Sistemas Agroforestales para el desarrollo zona Norte de Entre Ríos. UNER-CERIDE- UNC. Pp.: 153-168.
- Colazo, Juan Cruz. (2014). Recursos físicos y ambientales de los territorios de la provincia de San Luis. Recuperado de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-recursos\\_fisicos\\_y\\_ambientalessl\\_inta.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-recursos_fisicos_y_ambientalessl_inta.pdf)

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

- Cotler, H. y G. Caire. (2009). Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México. Instituto Nacional de Ecología. México. 380 p.
- Demaio, P., Karlin U., Medina M. (2015). Árboles: nativos de Argentina. Buenos Aires, Argentina. Ecoval Ediciones
- Díaz, R. O. (2007). Utilización de pastizales naturales. Córdoba, Argentina. Encuentro Grupo Editor.
- Dirección Nacional de Relaciones Económicas con las Provincias – DINREP. Recuperado de [http://www2.mecon.gov.ar/hacienda/dinrep/Informes/archivos/san\\_luis.pdf](http://www2.mecon.gov.ar/hacienda/dinrep/Informes/archivos/san_luis.pdf)
- Fernández A. (2011). Enfermedad de Chagas en Bajo de Veliz, San Luis, Argentina, mayo 2005 - junio 2006. Rev. argent. salud publica; 2(6): 19-24.
- Guzmán L. (2016). Plan de manejo sostenible en la cuenca alta del río Chancaní. Área de Consolidación Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Córdoba, Argentina.
- Karlin, M. et. al. (2013). El Chaco Árido. Córdoba, Argentina. Encuentro Grupo Editor
- Karlin, M.; Coirini, R.; Posse, E.; Contreras, A.; Cora, A. y Bernasconi, J. (2008). Cartilla Número 3: Construcción y manejo de cercos, alambrados y boyero eléctrico. Córdoba. Proyecto Manejo sustentable del ecosistema Salinas Grandes, Chaco Árido
- Karlin, U. Catalán, L., Coirini R. (1994). La naturaleza y el hombre en el chaco seco. Salta. Argentina. GTZ, Desarrollo Agroforestal en Comunidades Rurales del Noroeste Argentino,
- Lamb D. y Gilmour D. (2003). Rehabilitation and restoration of degraded Forests. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and WWF, Gland, Switzerland. pp. 110.
- Ley N° IX-0333-2004 (5423). La creación del Parque Provincial Bajo de Veliz. San Luis, Argentina. 26 de Noviembre de 2003. Recuperado de : <http://www0.unsl.edu.ar/~atissera/Leyes%20Provinciales/Ley%20IX-0333%20Parque%20Bajo%20de%20Veliz.pdf>
- Resolución N° 123 -PRN-2010. San Luis, Argentina. 24 de junio de 2010. Recuperado de: <http://www0.unsl.edu.ar/~atissera/Leyes%20Provinciales/RESOLUCION%20123-PRN-2010%20BOSQUES%20NATIVOS%202010.pdf>
- Nogués, Enrique M. (1973). Ganado caprino: manejo y explotación en campos naturales del noroeste argentino. San Fernando del Valle de Catamarca : INTA-EEA Catamarca
- Oñate V F. & Bosque Sendra J., (2007). Extracción de modelos digitales de elevación a partir de imágenes ASTER para la determinación de características morfométricas de cuencas hidrográficas. 12 Congreso de la Asociación Española de Teledetección. Mar del Plata.

### Área de consolidación: Planificación y Manejo de Cuencas Hidrográficas

- Peña Zubiate, C. A. y d'Hriart A. (2005). Carta de suelos de la República Argentina, hoja Concarán, provincia de San Luis, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro Regional La Pampa-San Luis.
- Plan de manejo ambiental del Área Natural Protegida Bajo de Véliz (2014), Ministerio de Medio Ambiente. Provincia de San Luis
- Saravia Toledo, Carlos J. (1995). Impacto de la ganadería en las cuencas hidrográficas del Noroeste argentino. Anales de la Acad. Nac. de Agron. y Vet. Tomo L (1996) nº 5.
- Sereno, R. et. al. (1997). Manual de control de la erosión hídrica. Córdoba, Argentina. UNC-Secretaría de Ciencia y Tecnología,
- Serrano, Sergio Gabriel (2011). El turismo en las áreas protegidas como medio para lograr el desarrollo sustentable en Centroamérica.
- Teich I., García C.L., Swinnen E., Tote C., Planchuelo A. & Balzarini M. (2011). Hydrological modeling to assess the link between water availability and vegetation 180 growth. En Rocha Sampaio R., Mojardim Barbosa M., Iglesias Peralta A, Adaptative Water Management: looking to the future. Río de Janeiro, Brasil. pp 65- 79.
- Torrecillas Núñez, Cruz Elisa. (2016). Diseño metodológico de manejo integral para la sustentabilidad de cuencas: caso de estudio la cuenca de los Twin Streams, Auckland, Nueva Zelanda. Tesis Para optar al Grado Académico de Doctora en Ciencias Agropecuarias. Córdoba, Argentina. 11-12
- Zubiate, Carlos Augusto Peña et. al. (2005). Carta de suelos de la republica argentina hoja concarán provincia de san Luis.