



FCA
Facultad de Ciencias
Agropecuarias



FACULTAD
DE CIENCIAS
ECONÓMICAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Facultad de Ciencias Agropecuarias
Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales
Facultad de Ciencias Económicas

Escuela para Graduados FCA UNC

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

Para optar al Grado Académico de
Especialista en Gestión de Cuencas Hidrográficas

Ordenamiento territorial de la cuenca del río Carnero

Lautaro Faule

Director: Dr. Ing. Agr. Hernán Apezteguía

Córdoba, 2022



FCA
Facultad de Ciencias
Agropecuarias



FACULTAD
DE CIENCIAS
ECONÓMICAS

Ordenamiento territorial de la cuenca del río Carnero

Lautaro Faule

Director/a: Dr. Ing. Agr. Hernán Apezteguía

Aprobada en estilo y contenido por la Comisión Académica de la EGCH

Tribunal Examinador de TFI

- Miembro del Tribunal Evaluador: Ing. Agr. (Mg.) Manuel E. Vicondo
- Miembro del Tribunal Evaluador: Ing. Civil (Mg.) Mariana R. Pagot
- Miembro del Tribunal Evaluador: Dr. Ing. Agr. Ricardo Zapata

Presentación formal académica: Córdoba, 05 de mayo de 2022

La Especialización en Gestión de Cuenas Hidrográficas es una instancia de capacitación integral para atender la problemática que urge en las cuencas hidrográficas, principalmente en los ambientes modificados e intervenidos por el hombre. Este programa de posgrado y formación conjunta surgió del trabajo integrado entre las Facultades de Ciencias Agropecuarias, Ciencias Exactas Físicas y Naturales y de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Córdoba, y cuenta con el apoyo del Gobierno de la Provincia de Córdoba a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio de Servicios Públicos y Ministerio de Obras Públicas, a través del Convenio Marco de Cooperación Académica (RD N° 447/2021) y sus respectivos Convenios Específicos (RD N° 475/2021, 465/2021 y 474/2021).

La Especialización en Gestión de Cuenas Hidrográficas fue acreditada por CONEAU con Res. 517/19 y Res. Ministerio de Educación de la Nación (ME) 938/2020



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, amigos y compañeros de trabajo del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la provincia de Córdoba.

A las Facultades de Ciencias Agropecuarias, Ciencias Exactas y Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Córdoba por esta instancia de aprendizaje.

Al Centro Regional INTA Córdoba y a la Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi por apostar a mi formación superior y darme la oportunidad de ejercer mi profesión en todo el territorio nacional.

DEDICATORIA

Dedicado especialmente al Dr. Geólogo Eduardo Maximiliano Zamora por transmitirme su pasión por el estudio y la taxonomía de los suelos, y por su invaluable legado en la cartografía de la provincia de Córdoba, el cual ha sido utilizado en la elaboración de este trabajo final.

RESUMEN

El río Carnero se origina por la confluencia de los ríos La Granja y San Cristóbal en la ladera oriental de las Sierras Chicas de la provincia de Córdoba. La cuenca, desde sus nacientes en las sierras hasta su punto de cierre en el área de piedemonte, abarca una superficie aproximada de 34.000 hectáreas, atravesando tierras con alto potencial turístico y otras con excelente aptitud agropecuaria. En la década del 90, la expansión de la frontera agrícola trajo aparejado la eliminación de gran parte de la vegetación nativa, dando lugar a variaciones en el funcionamiento hidrológico de la cuenca con consecuentes fenómenos de erosión e inundación. No existe una planificación estratégica para el uso de los recursos naturales sobre los distintos sectores de la cuenca, principalmente lo que respecta al manejo y aprovechamiento de los suelos y de la vegetación autóctona. No se tiene en cuenta la variación de las características edafoclimáticas que definen, entre otras cosas, el peligro de erosión y la productividad de las tierras. Para las propuestas de gestión, existen instrumentos de la legislación provincial y nacional que pueden utilizarse en el diseño de un Plan de Ordenamiento Territorial destinado a establecer un uso sustentable y adecuado de los recursos ambientales en los diferentes ecosistemas, en concordancia con sus características y potencialidades.

Palabras clave: Ordenamiento territorial – Uso del suelo – Erosión - Legislación.

TABLA DE CONTENIDOS

	Sección	Pág.
1. INTRODUCCIÓN		11
1.1. Objetivos generales		15
1.2. Objetivos específicos		15
2. ÁREA DE TRABAJO		17
2.1. Ubicación geográfica y división política		17
2.2. Subcuencas e hidrología		20
3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA		22
3.1. Dimensión biofísica		22
3.1.1. Geomorfología		22
3.1.2. Topografía y altimetría		25
3.1.3. Suelos		26
3.1.4. Capacidad de Uso de las tierras		31
3.1.5. Vegetación natural		34
3.1.6. Uso actual de la tierra – Cobertura vegetal		36
3.1.7. Condiciones climáticas		37
3.2. Dimensión económica y social		43
3.2.1. Valor de la tierra		43
3.2.2. Municipios representativos de la cuenca del río Carnero		45
3.2.3. Municipio de La Granja		45
3.2.4. Municipio de Colonia Caroya		50
3.3. Dimensión legal, normativa e institucional		53
3.3.1. Legislación nacional aplicable		54
3.3.2. Legislación provincial aplicable		55
3.3.3. Ordenanzas municipales		55
3.3.4. Actores sociales involucrados		57
3.3.5. Instrumentos de política y gestión ambiental aplicables		61
3.3.6. Autoridades de aplicación y marcos normativos		65
4. DIAGNÓSTICO: IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PROBLEMÁTICAS		68
5. PROPUESTA DE GESTIÓN - ORDENAMIENTO		74
5.1. Elaboración de mapas temáticos y utilitarios		76
5.1.1. Mapa de Erosión Hídrica Potencial		76
5.1.2. Mapa de eficiencia en el uso del suelo y de prioridad de ordenamiento		81
5.1.3. Mapa de actores responsables		82
5.2. Soluciones propuestas		83
5.2.1. Mapa de acción		83
5.2.2. Manejo del “Área de Interés Ambiental y Natural Protegida Río Carnero”		86

5.2.3. Plantación forestales y reforestación en área de las Sierras Chicas	87
6. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES	88
7. BIBLIOGRAFÍA	91
8. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO DEL RÍO CARNERO	96
9. ANEXOS	97

Lista de Tablas

Nº	Título	Pág.
Tabla 1	Subcuencas del sistema río Carnero. Superficies relativas	20
Tabla 2	Ambientes geomorfológicos de la cuenca del río Carnero. Superficies relativas	23
Tabla 3	Cobertura de la cartografía de suelos oficial en la cuenca del río Carnero	27
Tabla 4	Aptitud productiva y superficies relativas de las clases de Capacidad de Uso definidas en la cuenca del río Carnero	32
Tabla 5	Superficie cubierta por distintos tipos de vegetación en la cuenca	36
Tabla 6	Temperaturas medias mensuales en °C de Jesús María y Ascochinga	38
Tabla 7	Precipitaciones medias mensuales (mm) de Jesús María y Ascochinga	39
Tabla 8	Registros pluviométricos de los años 1969-1977 (Dottori, 2012)	40
Tabla 9	Precipitaciones medias mensuales y anuales (mm) en la cuenca del río Carnero (Dottori, 2012)	41
Tabla 10	Balance hidrológico mensual de Jesús María, según Thorwthwaite	41
Tabla 11	Balance hidrológico mensual de Ascochinga, según Thorwthwaite	42
Tabla 12	Indicadores sociales y laborales de Colonia Caroya 2001-2010	52
Tabla 13	Legislación nacional pertinentes a aspectos ambientales	54
Tabla 14	Legislación provincial pertinentes a aspectos ambientales	55
Tabla 15	Superficie de los establecimientos BPA en la cuenca del río Carnero	72
Tabla 16	Superficie en hectáreas y % de áreas de conflicto y establecimientos BPA en la cuenca del río Carnero	73
Tabla 17	Números de Curva determinados en la cuenca del río Carnero	79
Tabla 18	Tablas para obtención del Número de Curva	97
Tabla 19	Tabla para la elección del grupo hidrológico de suelos según el Servicio de Conservación de Recursos Naturales de los Estados Unidos (NRCS)	98
Tabla 20	Series y unidades cartográficas representativas de la cuenca del río Carnero	99
Tabla 21	Datos analíticos serie CERRO NEGRO	103
Tabla 22	Datos analíticos serie LA EMILIA	105
Tabla 23	Datos analíticos serie LA CAROYENSE	107
Tabla 24	Datos analíticos serie Sacanta	109

Lista de Figuras

Nº	Leyenda	Pág.
Fig. 1	Erosión de márgenes del río Carnero seguida temporalmente con imágenes satelitales de Google Earth	14
Fig. 2	Surcos de erosión hídrica en la cuenca del río Carnero	14
Fig. 3	Ubicación geográfica general de la cuenca del río Carnero	17
Fig. 4	Cuenca del río Carnero, red vial y principales localidades	18
Fig. 5	Municipios y comunas dentro de la cuenca del río Carnero	19
Fig. 6	Pedanía atravesadas por el curso del río Carnero	19
Fig. 7	Subcuencas del río Carnero	20
Fig. 8	Geomorfología de la cuenca del río Carnero	22
Fig. 9	Curvas de nivel y ambientes geomorfológicos	26
Fig. 10	Mapas de suelos a distintas escalas en la cuenca del río Carnero	27
Fig. 11	Mapa de Capacidad de Uso (USDA) de la cuenca del río Carnero	32
Fig. 12	Vegetación de la provincia de Córdoba	35
Fig. 13	Mapa de Cobertura y Uso de Suelo	36
Fig. 14	Precipitaciones medias mensuales (mm) de Jesús María y Ascochinga	39
Fig. 15	Ubicación de pluviómetros	40
Fig. 16	Balance hidrológico mensual de Jesús María	42
Fig. 17	Balance Hidrológico Mensual de Ascochinga	43
Fig. 18	Valor de las tierras rurales en \$/ha para el año 2021	44
Fig. 19	Municipios de La Granja y Colonia Caroya	45
Fig. 20	Indicadores demográficos y de desarrollo social La Granja	49
Fig. 21	Límites de los consorcios de conservación de suelos y canaleros de la cuenca del río Carnero	60
Fig. 22	Límites de la "Zona agroforestal 25 Río Carnero y Pichanas – Oeste"	67
Fig. 23	Sector de la cuenca seleccionado para analizar la problemática del manejo del suelo	69
Fig. 24	Comparación de la capacidad de uso de las tierras y cobertura del suelo (año 2018) en un sector de la cuenca media del río Carnero	70
Fig. 25	Áreas de aptitud exclusivamente ganadera (clase VI y VII) con uso actual agrícola	71
Fig. 26	Establecimientos adheridos al Programa de Buenas Prácticas Agropecuarias 2020	72
Fig. 27	Áreas de conflicto de uso en la cuenca del río Carnero	73
Fig. 28	Nuevas unidades de mapa definidas a partir de la combinación de variables geográficas	76
Fig. 29	Mapa de riesgo de erosión hídrica del río Carnero en función del Número de Curva (SCS)	78
Fig. 30	Mapa de eficiencia en el uso del suelo de la cuenca del río Carnero	81
Fig. 31	Mapa de principales actores sociales en la cuenca del río Carnero	82
Fig. 32	Mapa de prácticas recomendadas para el ordenamiento de la cuenca del río Carnero	84

Lista de Fotografías

Nº	Título	Pág.
Fotografía 1	Erosión hídrica en forma de cárcavas (4/mayo/2022)	12
Fotografía 2	Erosión hídrica sobre cabeceras de lotes (6/abril/2022)	12
Fotografía 3	Margen norte del río Carnero (9/marzo/ 2022)	13
Fotografía 4	Erosión hídrica en campos con manejo agrícola (4/mayo/2022)	13
Fotografía 5	Paisaje característico del Piedemonte Proximal (23/marzo/2022)	24
Fotografía 6	Paisaje característico del Piedemonte Distal (20/abril/2022)	25
Fotografía 7	Ustorthent lítico dentro del ambiente de Sierras Chicas	29
Fotografía 8	Suelo de origen aluvial con fragmentos gruesos en el área de Piedemonte Proximal	30
Fotografía 9	Argiustol reconocido en calicata realizada dentro del Piedemonte Distal (2/marzo/2022)	31
Fotografía 10	Erosión hídrica sobre campos con pendiente del Piedemonte Proximal destinados a agricultura sin construcción de terrazas (4/mayo/2022)	68

Ordenamiento territorial de la cuenca del río Carnero

1. INTRODUCCIÓN

El río Carnero se origina por la confluencia de los ríos La Granja y San Cristóbal en la ladera oriental de las Sierras Chicas de la provincia de Córdoba. Es un río de carácter semipermanente, que derrama en el ambiente de llanura y que constituye un sistema hidrográfico endorreico. La cuenca, desde sus nacientes en las sierras hasta su punto de cierre en el área de piedemonte, abarca una superficie aproximada de 34.000 hectáreas atravesando tierras con alto potencial turístico y otras con excelente aptitud agropecuaria.

En la década del 90, la expansión de la frontera agrícola trajo aparejado la eliminación de gran parte del monte nativo y dio lugar a variaciones en el funcionamiento hidrológico de la cuenca. Por las condiciones geomorfológicas, la escasa cubierta vegetal y la ocurrencia de tormentas convectivas estivales, la cuenca del río Carnero presenta una alta tendencia a la generación de crecientes repentinas, quedando determinado un curso estable en la cuenca alta, e inestable y divagante aguas abajo. Esta situación ocasiona inundabilidad, erosión (fotografías 1 y 2) y colmatación sobre áreas productivas y poblaciones rurales (Barbeito et al., 2001). Además, la extrapolación de los modelos productivos consolidados en la región pampeana húmeda (que pasaron de ganaderos y mixtos a puramente agrícolas) hacia ambientes más frágiles e inestables como el centro de la provincia de Córdoba, ha incrementado las tasas de erosión por las condiciones de menor resistencia y resiliencia del ambiente (Cisneros et al., 2004).



Fotografía 1. Erosión hídrica en forma de cárcavas (4/mayo/2022).



Fotografía 2. Erosión hídrica sobre cabeceras de lotes (6/abril/2022).

La erosión de márgenes y las cárcavas incipientes (Fotografías 3 y 4), sobre la cuenca media y algunos sectores desmontados en la cuenca alta donde la pendiente se acentúa y disminuye la permeabilidad, pueden observarse y ser monitoreadas en su evolución temporal mediante el empleo de imágenes satelitales (Fig. 1 y 2). Del mismo modo, las técnicas de teledetección actuales logran identificar el tipo de vegetación y

el grado de cobertura del suelo a lo largo del tiempo, permitiendo analizar a qué uso están destinadas las distintas porciones del territorio.



Fotografía 3. Margen norte del río Carnero (9/marzo/ 2022).



Fotografía 4. Erosión hídrica en campos con manejo agrícola (4/mayo/2022).



Figura 1. Erosión de márgenes del río Carnero seguida temporalmente con imágenes satelitales de Google Earth.

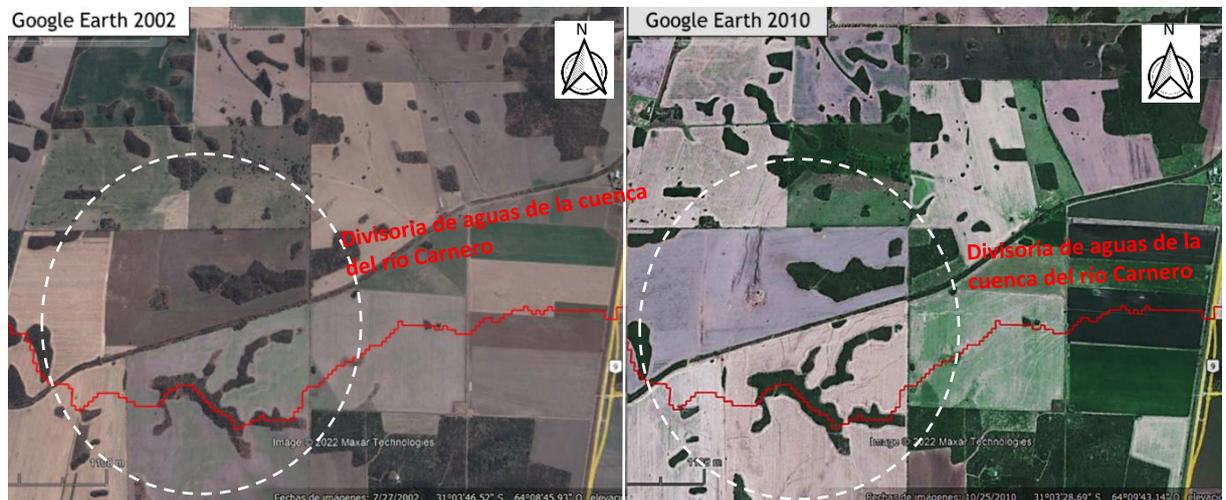


Figura 2. Surcos de erosión hídrica en la cuenca del río Carnero.

Si bien existen numerosos estudios del área de influencia del río Carnero, como la Cartografía de Suelos a nivel de Reconocimiento (Gorgas y Tassile, 2006), la mayoría presenta una escala de detalle insuficiente para diseñar planes de manejo en los predios rurales, donde las superficies manejadas comprenden pocas hectáreas y la alteración de los suelos es mucho mayor que en ambientes naturales sin intervención antrópica. Además, gran parte de la información geográfica e hidrológica se encuentra dispersa y no ha sido empleada en forma integrada. Todo esto conlleva al uso ineficiente e indiscriminado de los recursos naturales sobre los distintos sectores de la cuenca, ya que no se tiene en cuenta la variación de las características

edafoclimáticas que definen, entre otras cosas, el peligro de erosión y la productividad de las tierras.

La ley N° 10.208 de Política Ambiental de la Provincia de Córdoba establece que el Ordenamiento Ambiental del Territorio debe asegurar el uso adecuado de los recursos ambientales, posibilitar la producción armónica y la utilización de los diferentes ecosistemas, en concordancia con sus características y potencialidades, para garantizar la mínima degradación y promover la participación social en las decisiones fundamentales del desarrollo sustentable (Ley N° 10.208, 2014)

Es así que un plan de ordenamiento territorial puede contribuir a definir sectores aptos para agricultura y otras actividades productivas, con el fin de ayudar a revertir los fenómenos citados en párrafos precedentes. Por otro lado, contar con más información cartográfica y de mayor detalle permitiría a los distintos actores sociales de la cuenca, como productores y autoridades, diagnosticar con mayor precisión las problemáticas en el territorio y así tratar las áreas más vulnerables y prioritarias utilizando los instrumentos de gestión e incentivo de la legislación ambiental vigente.

1.1. Objetivos generales

- Evaluar el uso y manejo del suelo en los distintos ambientes dentro de la cuenca del río Carnero en relación a la geomorfología, vegetación actual y capacidad de uso de las tierras.
- Generar información para la toma de decisiones tanto a nivel predial como regional para afrontar los conflictos de uso del suelo.

1.2. Objetivos específicos

- Caracterizar la cuenca del río Carnero en base a aspectos geomorfológicos, edáficos, hídricos y climáticos.

- Generar mapas temáticos de riesgo de erosión hídrica y de eficiencia de uso del suelo de la cuenca.
- Establecer para las distintas áreas de la cuenca las prácticas de uso y manejo del territorio en el marco de la legislación vigente.

2. ÁREA DE TRABAJO

2.1. Ubicación geográfica y división política

La cuenca del río Carnero se ubica a 48 km al norte de Córdoba Capital, dentro de los departamentos Colón y Punilla de la provincia de Córdoba, y cubre una superficie aproximada de 33.400 hectáreas.

Es un río de carácter semipermanente, que conforma una cuenca endorreica con nivel de base en la Laguna Mar Chiquita. La ubicación geográfica dentro de la provincia de Córdoba se muestra en la Fig. 3 considerando los límites políticos establecidos por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

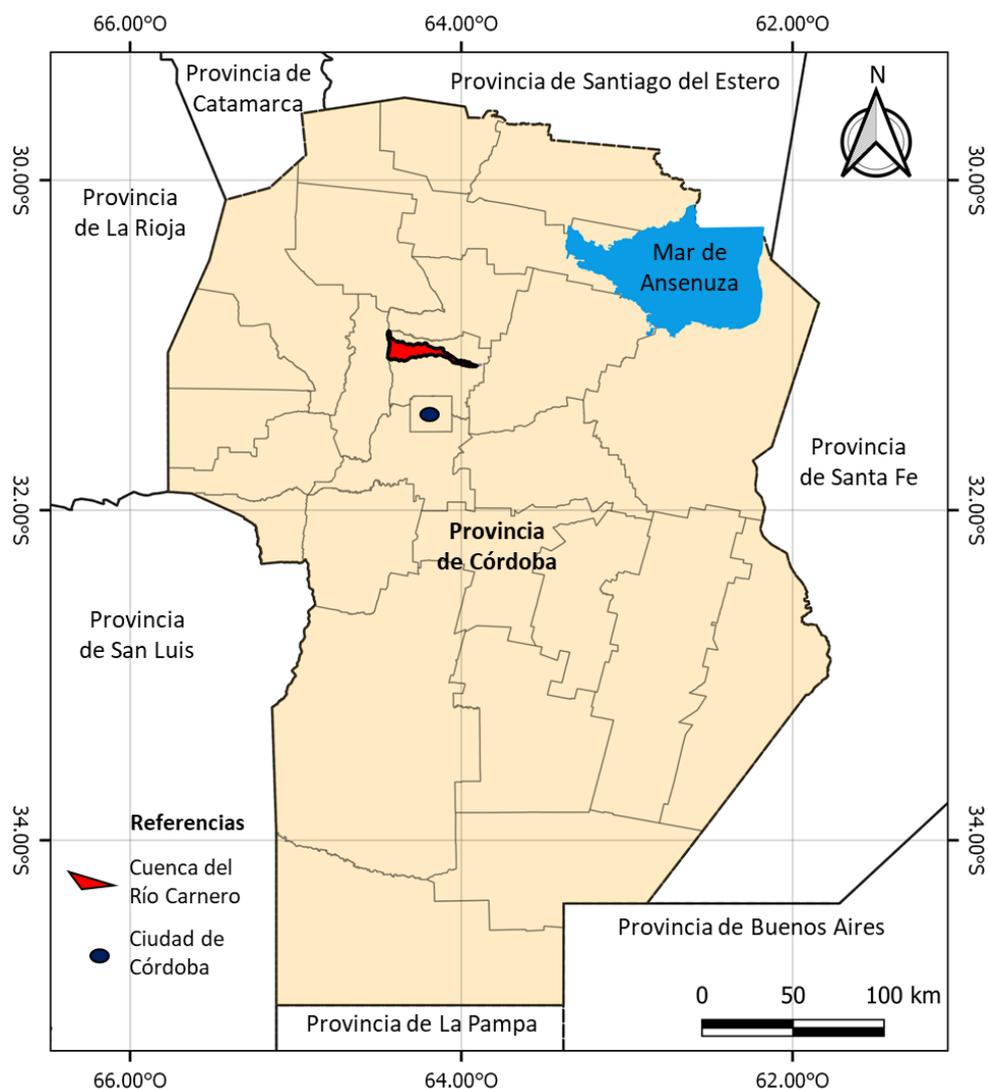


Figura 3. Ubicación geográfica general de la cuenca del río Carnero. Fuente: Elaboración propia a partir de IGN, 2022.

La divisoria de aguas de la cuenca fue calculada y vectorizada por medio del programa “**QGIS 3.10 y Grass**” utilizando como base un Modelo de Elevación Digital de 30 m del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Se aplicaron los algoritmos “**r.fill.dir**” y “**r.water.outlet**” para rellenar el MDE y extraer el área de la cuenca respectivamente. Como punto de cierre de la cuenca se asumió la localidad de Tinoco, con un área de aporte de 33.353 ha.

La cuenca se encuentra comprendida entre los paralelos 31°15' y 30°90' de latitud sur y los meridianos 63°90' y 64°50' de longitud oeste. El área de aporte es atravesada por la ruta Nacional N°9 y por las rutas provinciales E53 y E66. Las localidades de La Granja, Corral Quemado, Los Molles, Villa Cerro Azul y Agua de Oro entre otras están ubicadas dentro del área delimitada (Fig. 4). Además, en la Fig. 5 se marcan los límites de los municipios de Colonia Caroya, General Paz y Colonia Tirolesa, que abarcan parcialmente la cuenca y donde tendrán alcance las normativas de sus ordenanzas.

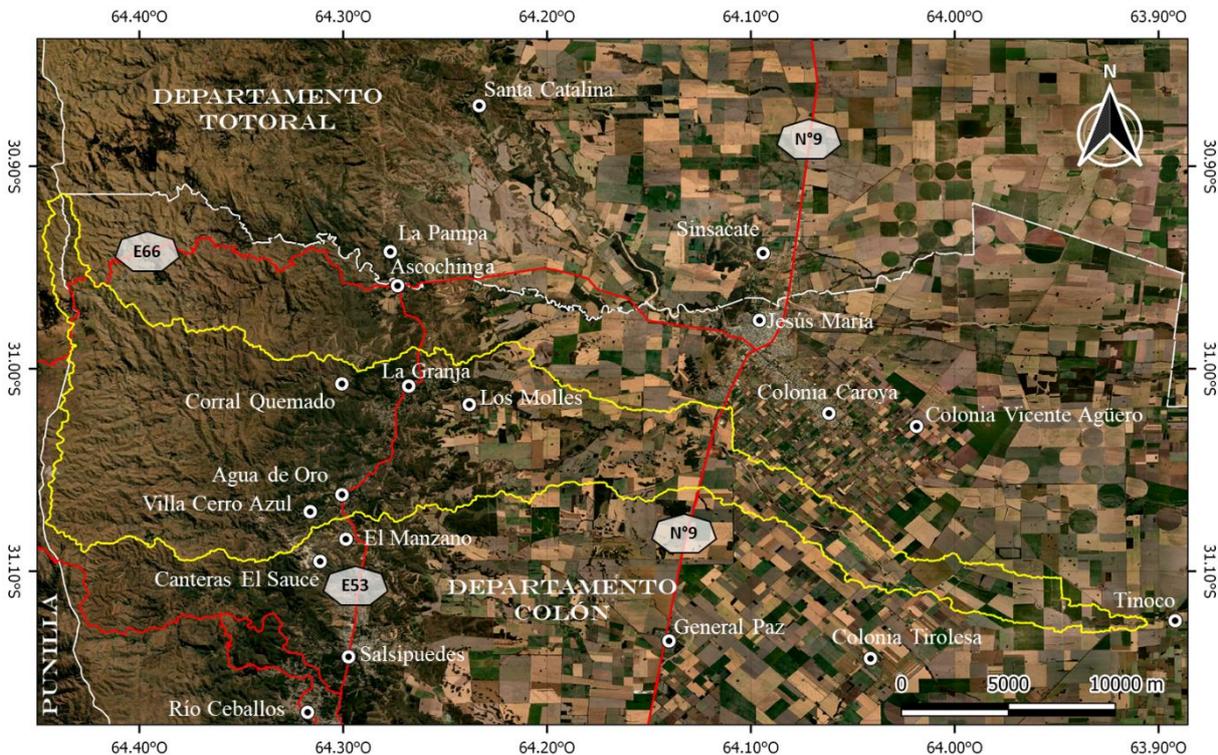


Figura 4. Cuenca del río Carnero, red vial y principales localidades. Fuente: Elaboración propia a partir de IDECOR e IGN, 2022.

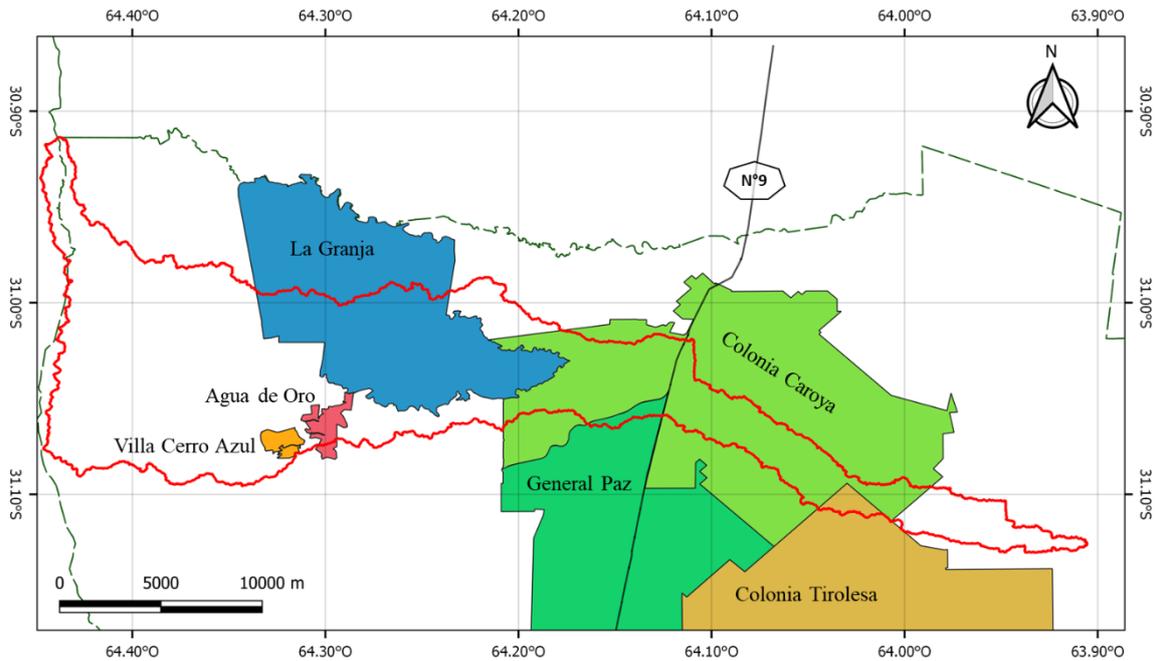


Figura 5. Municipios y comunas dentro de la cuenca del río Carnero. Fuente: Elaboración propia a partir de IDECOR, 2022.

La cuenca alta se ubica dentro de la pedanía San Vicente del departamento Colón, en donde el río atraviesa las localidades de Agua de Oro y La Granja. La cuenca baja se extiende por las pedanías Cañas y Constitución del departamento Colón, donde se ubican las localidades de Colonia Caroya y Tinoco (Fig. 6).

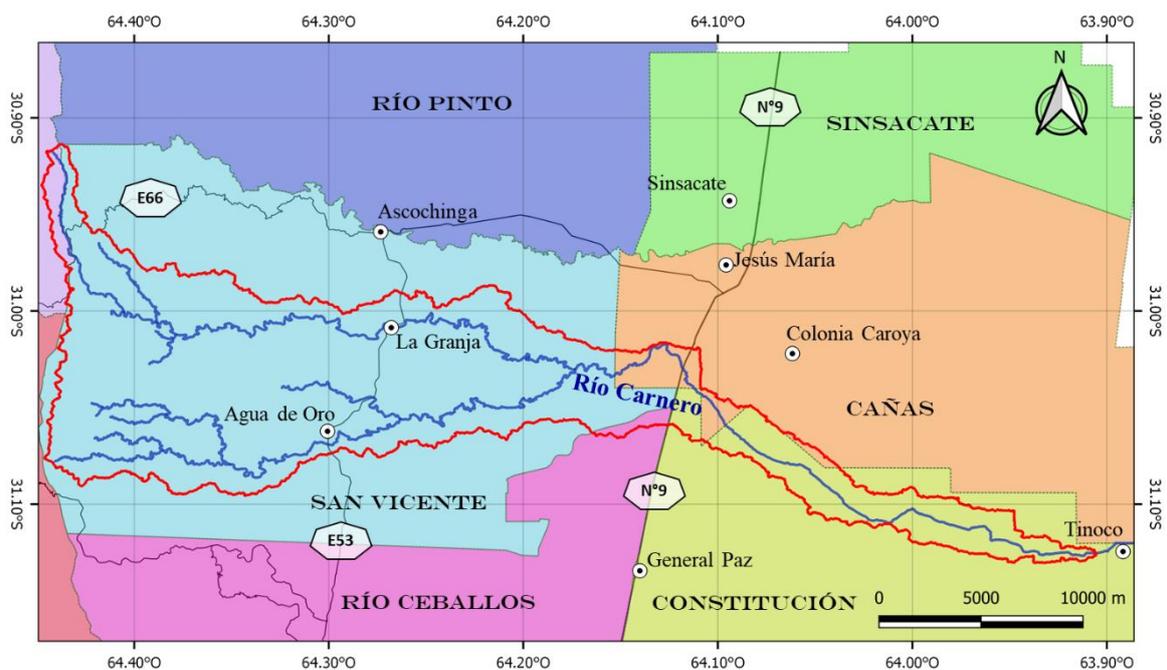


Figura 6. Pedanías atravesadas por el curso del río Carnero. Fuente: Elaboración propia a partir de IDECOR, 2022.

2.2. Subcuencas e hidrología

El río Carnero tiene una orientación general noroeste-sudeste y se origina por la confluencia de los ríos La Granja y San Cristóbal en la ladera oriental de las Sierras Chicas. Conjuntamente, las subcuencas de estos dos ríos ocupan una extensión aproximada de 25.400 hectáreas (tabla 1 y Fig. 7) y constituyen el área de recepción de las precipitaciones en la zona de montaña, siendo ambos cursos de agua permanente. Se ubican en el departamento Colón, pedanía San Vicente de la provincia de Córdoba, entre los paralelos 30°45' y 31°15' de latitud sur y meridianos 64°00' y 64°50' longitud oeste.

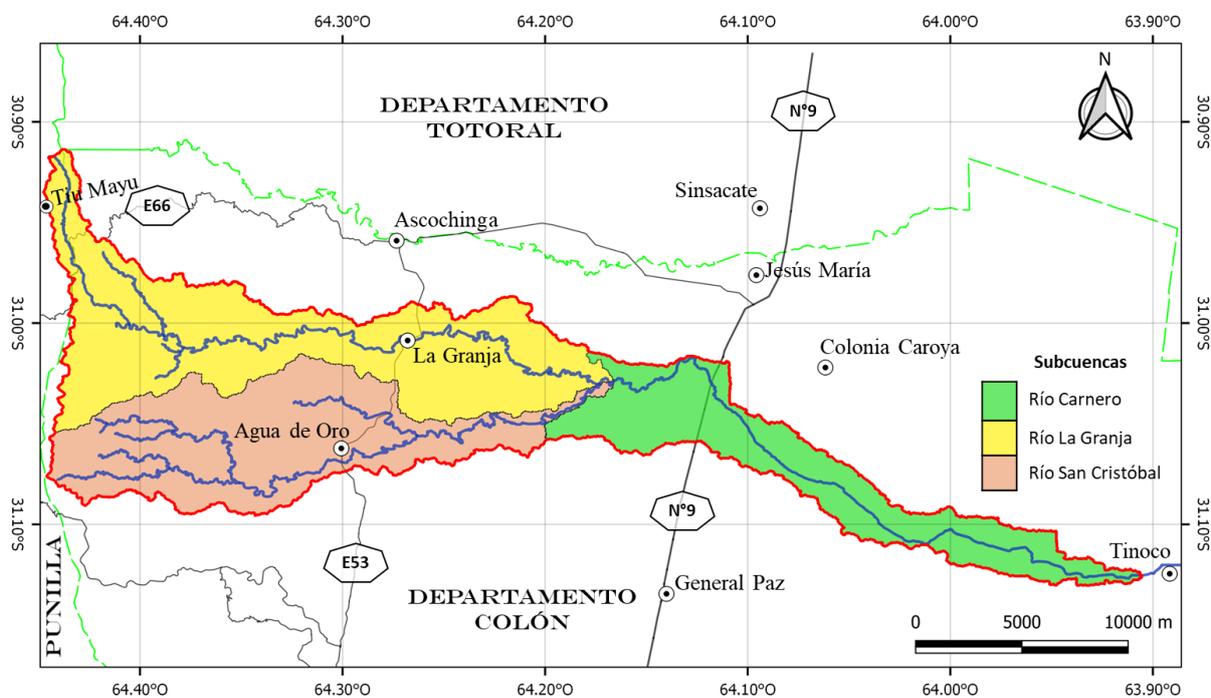


Figura 7. Subcuencas del río Carnero. Fuente: Elaboración propia a partir de IDECOR e IGN, 2022.

Tabla 1. Subcuencas del sistema río Carnero. Superficies relativas.

Subcuenca	Hectáreas	%
Río San Cristóbal	11.350	34,0
Río La Granja	14.045	42,1
Río Carnero	7.958	23,9
TOTAL	33.353	100

El río La Granja tiene sus nacientes al norte de la Reserva Natural río Tiu Mayu, a una altura aproximada a los 1.750 m s.n.m., y presenta una dirección hacia el sureste.

El río San Cristóbal nace en el cerro El Cuadrado a una altura de 1.605 m s.n.m., y luego de pasar por distintas poblaciones como Candonga, Villa Cerro Azul, Agua de Oro y San Cristóbal, se une al río La Granja a la altura de 580 m s.n.m. cerca de la Estancia San Carlos, en la salida del ambiente serrano, para dar origen al río Carnero, colector principal del sistema. El mismo presenta una clara definición geomorfológica, es decir con un cauce profundo, bien labrado y con márgenes claros, en un recorrido de 30 km hasta la altura de la localidad de Tinoco (Barbeito et al., 2001).

El sistema de drenaje del área de recepción en las sierras presenta una alta densidad debido a la baja permeabilidad del sustrato geológico, compuesto por rocas metamórficas e ígneas, y a un fuerte control por efecto de fallas y fracturas. Los colectores principales (ríos La Granja y San Cristóbal) corren encajonados en barrancas y transportan un caudal permanente ($116,6 \text{ m}^3/\text{s}$) cuyas crecidas ocasiona inundaciones en las poblaciones cercanas y graves problemas erosivos (OMIXOM Ingeniería Electrónica, 2017).

A la salida de las sierras, el sistema de drenaje, por la mayor permeabilidad del sustrato geológico aluvial con aportes eólicos, presenta una menor densidad y control estructural. Desde la confluencia de los ríos San Cristóbal y La Granja, las subcuencas laterales se conforman por bajos plano-cóncavos sin álveo definido con bajo grado de jerarquización y régimen de escurrimiento temporario. Aguas abajo el río Carnero, poco antes de cruzar la ruta nacional N°9, comienza a explayarse y se insume en el manto de sedimentos permeables que recubren la llanura oriental, generando en épocas de crecidas importantes inundaciones en las áreas rurales.

3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA

3.1. Dimensión biofísica

3.1.1. Geomorfología

El área delimitada para la cuenca del río Carnero se encuentra comprendida dentro de dos grandes ambientes geomorfológicos denominados “Sierras Chicas” y “Piedemonte Oriental Norte” (Carignano et al., 2014). Las subcuencas de los ríos San Cristóbal y La Granja integran parte del ambiente de sierras, mientras que la subcuenca del río Carnero se halla casi totalmente dentro del piedemonte (Fig. 8). La superficie en hectáreas y en porcentaje que cubre cada ambiente dentro de la cuenca se detalla en la tabla 2.

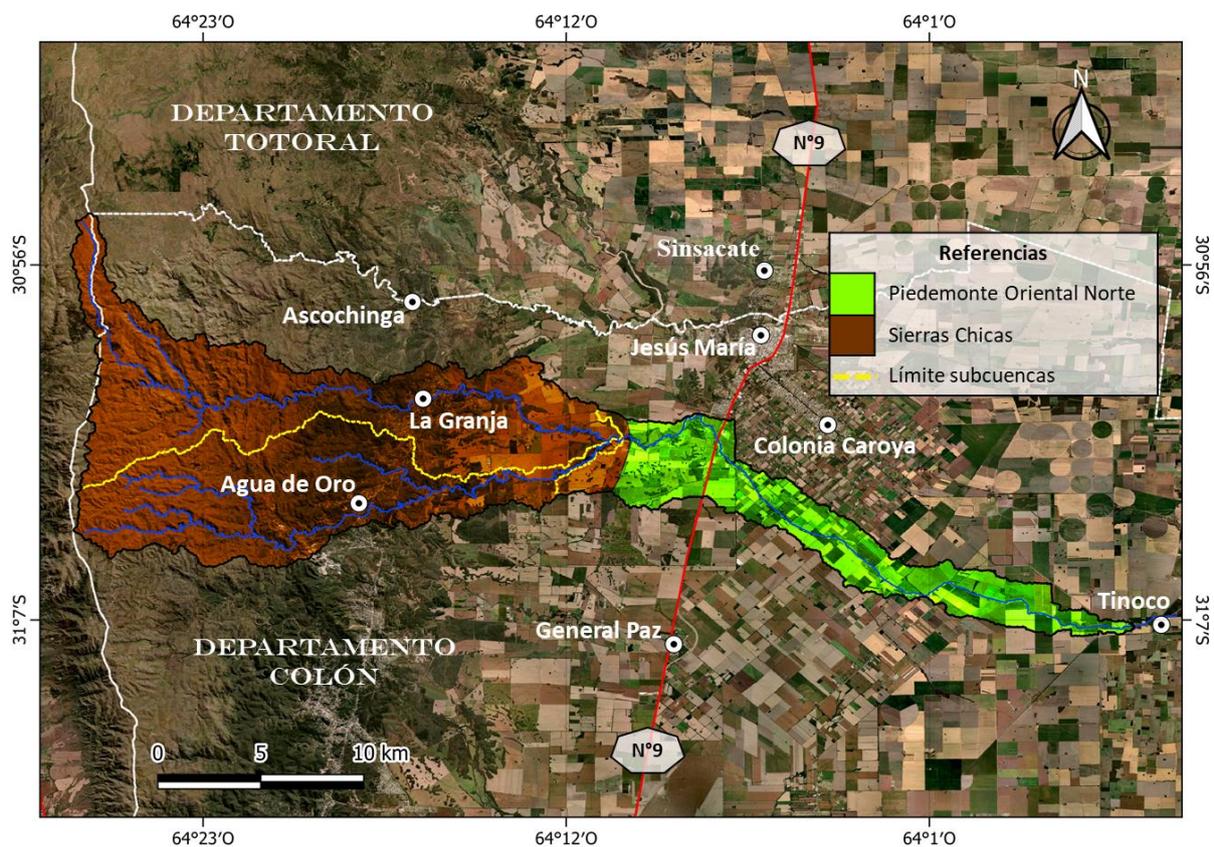


Figura 8. Geomorfología de la cuenca del río Carnero. Fuente: Elaboración propia de Ordenamiento Territorial Córdoba, 2022.

Tabla 2. Ambientes geomorfológicos de la cuenca del río Carnero. Superficies relativas.

Ambiente Geomorfológico	Hectáreas	%
Sierras Chicas	26.079	78,2
Piedemonte Oriental Norte	7.274	21,8
TOTAL	33.353	100

A continuación, se describen ambos ambientes:

3.1.1.1. Sierras Chicas

Las subcuencas de los ríos San Cristóbal y La Granja, que definen el sistema de recepción de la cuenca del río Carnero, tienen desarrollo en la vertiente oriental del macizo de las Sierras Chicas. Esta va descendiendo desde una altitud media de 1.650 m s.n.m. hasta los 700 m s.n.m. aproximadamente, donde comienza el paisaje del piedemonte proximal (Barbeito et al., 2001).

La naturaleza geológica corresponde al basamento cristalino antiguo, en donde se da la alternancia de materiales metamórficos e ígneos. Las geoformas menores son laderas colinadas y escarpadas con límites abruptos, áreas cumbrales estrechas y valles encajonados en forma de “V”. El relieve es de carácter accidentado con pendientes medias que varían entre 12% y 20%, correspondiendo los máximos valores a las laderas de los valles en “V” por los que corren encajados los principales colectores del sistema de drenaje.

La energía del relieve determina fuerte competitividad de los cursos, con predominio de los procesos de transporte (erosión) sobre los de depositación, y escasa presencia de sedimentos aluviales, con frecuentes afloramientos del sustrato rocoso en el fondo y márgenes. En consecuencia, los suelos son esqueléticos, gravillosos y con contacto lítico próximo a la superficie. La distribución de estos suelos someros en el paisaje es heterogénea y discontinua por la alternancia con roca expuesta, la cual alcanza hasta un 20% en sectores con material granítico (Cioccale, 1999).

3.1.1.2. Piedemonte Oriental Norte

Desde aproximadamente los 700 m s.n.m. al pie de sierra, hasta los 540 m s.n.m. en un recorrido de 12 km hacia el este, tiene desarrollo el piedemonte proximal. El paisaje consta de una alternancia de colinas plano-convexas aisladas, de naturaleza sedimentaria y granítica (Fotografía 5), con bajadas aluviales tendidas compuestas por materiales aluviales (limo arenosos hasta conglomerádicos) con aporte eólico (Loess).



Fotografía 5. Paisaje característico del Piedemonte Proximal (23/marzo/2022).

En esta asociación al norte de la Estación General Belgrano a una altitud de 570 m s.n.m., confluyen los ríos San Cristóbal y La Granja, dando lugar al río Carnero.

Desde 540 m s.n.m. hasta aproximadamente los 480 m s.n.m. en una distancia de 4 km tiene desarrollo el piedemonte distal (Fotografía 6). Este se caracteriza por una bajada aluvial tendida de perfil transversal norte-sur ligeramente plano-convexo y de inclinación constante hacia el este. Está conformado por una pendiente suave y continua que resulta de la coalescencia lateral de los abanicos individuales de los ríos Carnero, Jesús María, Pinto, entre otros. Los sedimentos de esta bajada se intercalan

con un manto de loess del Pleistoceno tardío. En esta zona aún se pueden reconocer paleomorfologías fluviales (cauces y terrazas).

Los suelos en general son molisoles con perfiles profundos, de textura franca a franco limosa y un contenido en materia orgánica entre 2 a 3% (Barbeito et al., 2001).



Fotografía 6. Paisaje característico del Piedemonte Distal (20/abril/2022).

3.1.2. Topografía y altimetría

A partir del Modelo Digital de Elevación del IGN, con una resolución espacial de 30 m, se elaboró un análisis de la altimetría generando curvas de nivel con diferencias de 50 m de equidistancia. El mismo se encuentra corregido con la geodesia del país y tiene una precisión vertical de 3 m. Para el área de interés, no se encuentran disponibles MDE de mayor resolución espacial. El procedimiento se llevó a cabo mediante el algoritmo “Curvas de Nivel” del software “QGIS 3.10 y Grass”. Para una mejor comprensión, en la Fig. 9 se muestra el resultado del proceso trazado sobre los ambientes geomorfológicos ya descritos.

Puede definirse como punto más elevado a las nacientes del río La Granja, en el extremo Oeste de la cuenca, cuya altura para el MDE es de 1.700 m s.n.m.

Coincidiendo con la caracterización geomorfológica, se aprecia que en el sector más occidental de la cuenca (zona de sierras) las curvas de nivel se encuentran menos espaciadas unas de otras, lo que refleja gradientes más pronunciados.

La pendiente general tiene dirección en sentido oeste a este, y a partir de los 700 metros las curvas de nivel se muestran más distanciadas, marcando este punto la zona de transición entre el ambiente de sierras y el piedemonte.

Desde los 600 m de altura, donde se origina el río Carnero y comienza el piedemonte, se aprecian pendientes muchos más suaves y con sentido más Noroeste – Sudeste. Llegando al punto de cierre de la cuenca, cerca de la localidad de Tinoco, la altitud del terreno alcanza valores entre los 400 y 300 m s.n.m.

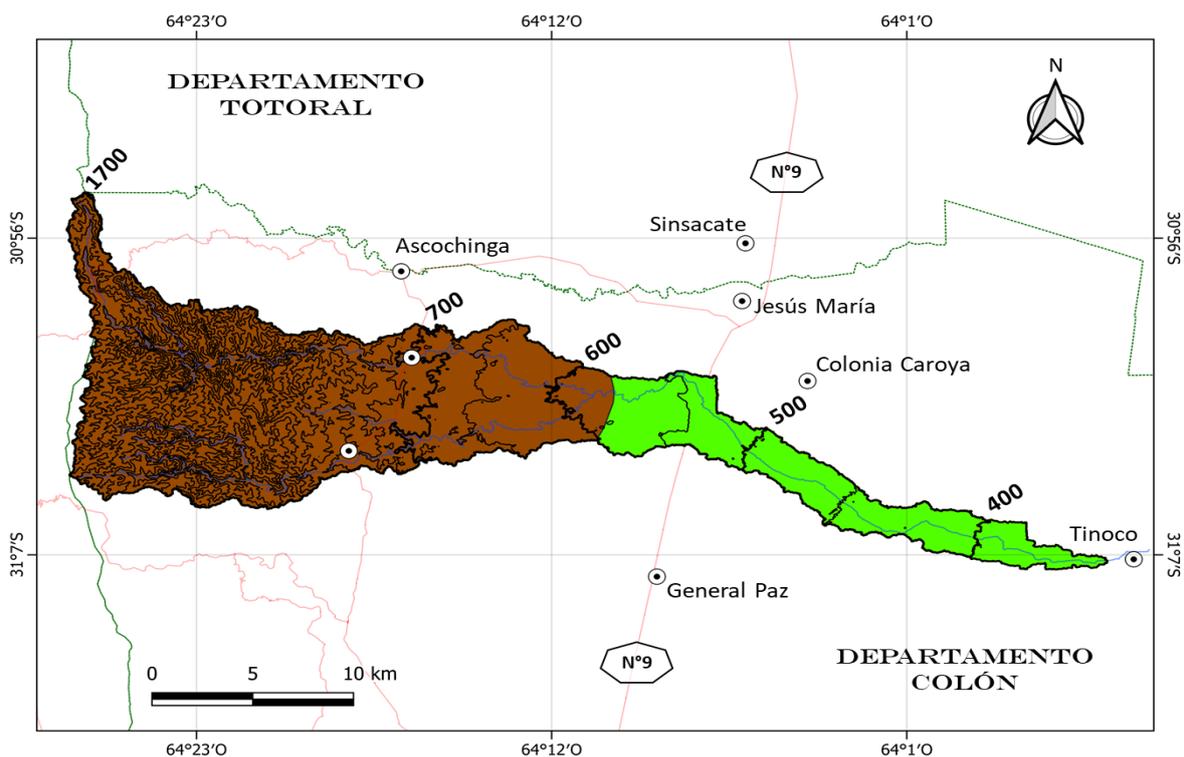


Figura 9. Curvas de nivel y ambientes geomorfológicos. Fuente: Elaboración propia a partir de Ordenamiento Territorial Córdoba e IGN, 2022.

3.1.3. Suelos

Se cuenta con información cartográfica oficial a escalas de semidetalle (1:50.000) y de reconocimiento (1:500.000) disponibles en las Cartas de Suelos de la República Argentina (Fig. 10 y tabla 3).

Tabla 3. Cobertura de la cartografía de suelos oficial en la cuenca del río Carnero

Escala de relevamiento de suelos	Hectáreas	%
Reconocimiento (1:500.000)	27.358	82,0
Semidetalle (1:50.000)	5.993	18,0
TOTAL	33.351	100

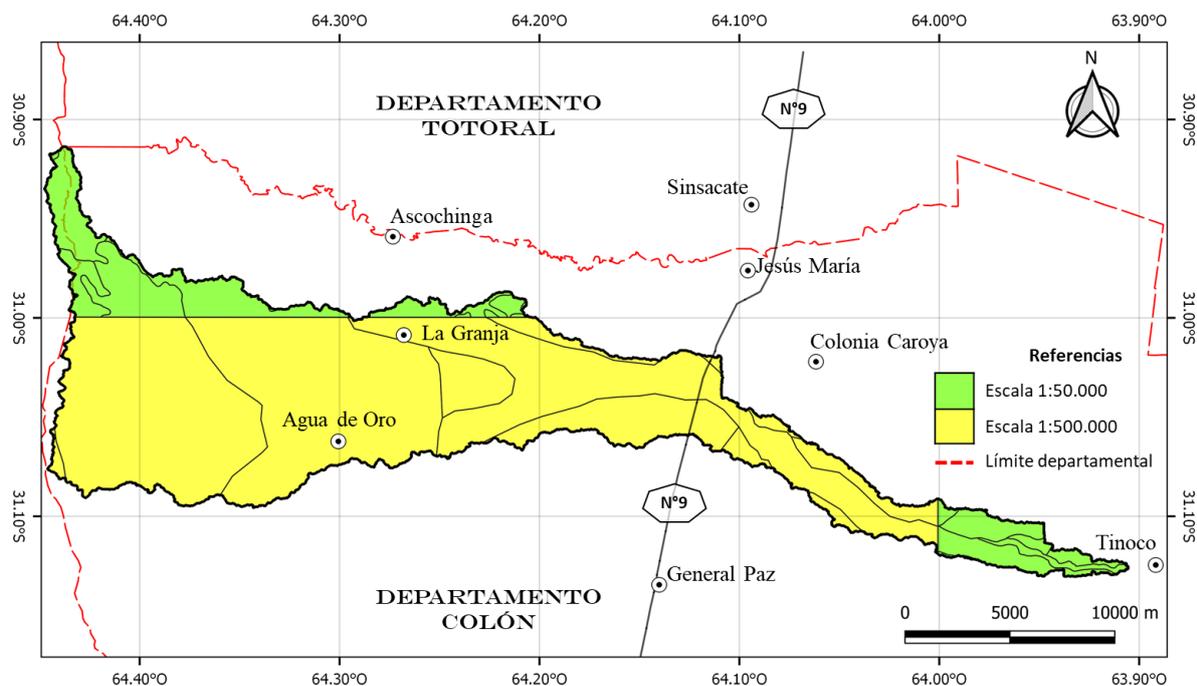


Figura 10. Mapas de suelos a distintas escalas en la cuenca del río Carnero.
Fuente: Elaboración propia a partir de IDECOR, 2022.

La cartografía a escala 1:500.000 se encuentra disponible para toda la provincia de Córdoba en “*Recursos Naturales de la Provincia de Córdoba - LOS SUELOS*” (Gorgas y Tassile, 2006) y en general reconoce suelos a nivel de Subgrupo (USDA, 2014). La unidad mínima mapeable es de 2.500 hectáreas.

Solo un 18% de la cuenca está relevada a escala de semidetalle, donde la unidad mínima mapeable es de 25 hectáreas y la clasificación de suelos llega a nivel de “Serie”. Al brindar una evaluación de tierras y una separación de ambientes más precisas, esta escala es considerada como la necesaria para planear el manejo de campos agrícolas extensivos (FAO, 1979). Los mapas semidetallados provienen de

las hojas “**3163-13 Jesús María (2003)**” y “**3163-20 Río Primero (2010)**” elaborados por el INTA y el Gobierno de la Provincia de Córdoba.

Tomando estas fuentes, los suelos representativos en los ambientes geomorfológicos son los siguientes:

- Sierras Chicas: en las laderas escarpadas, donde el relieve es fuertemente inclinado y la susceptibilidad a la erosión hídrica es máxima, se identifican suelos someros y pedregosos clasificados como Ustorthentes líticos paralíticos de textura arenoso franca (Fotografía 7) y Hapludoles líticos paralíticos de textura franco arenosa. Estos cubren aproximadamente un 70 a 80% de la unidad, dominando en el paisaje.

En los pequeños valles, se llegan a desarrollar suelos más profundos y fértiles, clasificados como Haplustoles fluvénticos y Argiudoles típicos, ambos de textura franca. Si bien en estas geoformas el relieve es mucho menos inclinado, los suelos siguen presentando pedregosidad y susceptibilidad a la erosión hídrica. Cubren un 10% de la superficie.

Finalmente, existe un porcentaje de roca expuesta que puede oscilar entre un 20 a 30%.



Fotografía 7. Ustorthent lítico dentro del ambiente de Sierras Chicas.

- Piedemonte Oriental: es importante diferenciar el área proximal, de mayor pendiente y actividad fluvial, de la distal. En la primera, la distribución edáfica puede sintetizarse así: Ustifluventes típicos franco arenosos en zonas de derrames, Ustorthentes típicos franco arenosos en planos interfluvios, y Haplustoles típicos franco limosos en lomas suavemente onduladas con depósitos loésicos. Se presentan fragmentos gravillosos y piedras dada la cercanía con el sector serrano (Fotografía 8).



Fotografía 8. Suelo de origen aluvial con fragmentos gruesos en el área de Piedemonte Proximal.

Por otro lado, en la parte distal del piedemonte, la pendiente disminuye considerablemente y la actividad fluvial pierde gradualmente su dinámica erosiva, dando lugar a suelos de mayor desarrollo (Fotografía 9). En área de derrames, se encuentran Argiustoles údicos y Haplustoles típicos de texturas variadas, mientras que en las llanuras loésicas dominan Haplustoles típicos en medias lomas, Haplustoles énticos en lomas y Argiustoles típicos en vías de escurrimiento y bajos; todos franco limosos.



Fotografía 9. Argiustol reconocido en calicata realizada dentro del Piedemonte Distal (2/marzo/2022).

3.1.4. Capacidad de Uso de las tierras

La aptitud productiva de los suelos y sus limitantes pueden ser analizadas en base a las Clases y Subclases de Capacidad de Uso (Klingebiel y Montgomery, 1961) definidas en las Cartas de Suelos. Con las capas vectoriales de dicha cartografía, se elaboró un mapa de distribución de Clases, uniendo las unidades cartográficas que posean la misma clasificación utilitaria. De manera resumida, puede decirse que la gran superficie cubierta por los suelos más erodables y limitados coincide con la superficie montañosa de esta cuenca (Fig. 11).

En la tabla 4 puede observarse que las tierras con potencialidad agrícola (Clases III y IV) cubren menos del 20% del área total, mientras que las netamente ganaderas (Clases VI y VII) el resto.

Tabla 4. Aptitud productiva y superficies relativas de las clases de Capacidad de Uso definidas en la cuenca del río Carnero.

Clases de Capacidad de Uso	Subclases	Aptitud productiva	Hectáreas	%
III	c/sc	Agrícola – Ganadero	2.669	8,0
IV	es/sc	Agrícola limitada	3.502	10,5
VI	ec	Ganadera	6.883	20,6
VII	es/sc	Campos naturales de pastoreo	20.297	60,9
TOTAL			33.351	100

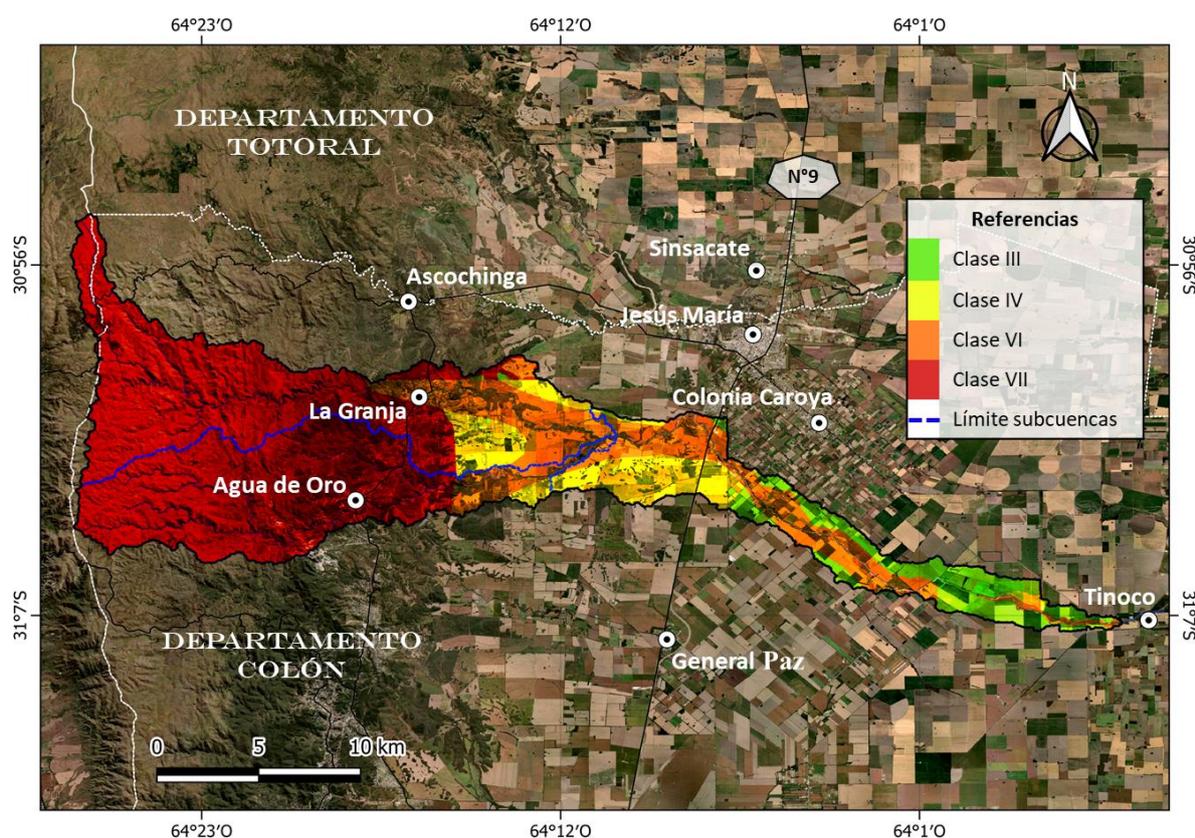


Figura 11. Mapa de Capacidad de Uso (USDA) de la cuenca del río Carnero.
Fuente: Elaboración propia a partir de IDECOR, 2022.

Las tierras Clase III se presentan limitadas climáticamente (subclase “c”) por las escasas precipitaciones en los meses de otoño e invierno (INTA y Gobierno de la Provincia de la Córdoba, 2003), y en menor medida por la baja retención de humedad de los suelos aluviales de texturas gruesas (subclase “s”). El 8,0% correspondiente a los suelos de esta clase coincide con el área de piedemonte distal, donde las pendientes son menores y el riesgo de erosión es mínimo.

El 10,5% perteneciente a la Clase IV identifica tierras con aptitud agrícola limitada, las cuales requieren prácticas especiales para producir sin provocar erosión e imprescindiblemente un esquema de rotaciones con pasturas. En este caso, se identificaron las subclases “e” por erosión actual y susceptibilidad, al igual que “c” y “s” por baja retención de humedad. Se ubican principalmente en el piedemonte proximal.

Con respecto a las tierras ganaderas, un 20% son de Clase VI que admiten siembra de pasturas, las cuales deben manejarse racionalmente para mantener una cobertura vegetal permanente. Estas se ubican en las inmediaciones del cauce del río, donde la dinámica erosiva es muy intensa y el riesgo de degradación alto.

Finalmente, las tierras más limitadas están representadas por los suelos someros, pedregosos y más susceptibles a la erosión del ambiente de sierras (Clase VII). La inclinación del paisaje y la roca expuesta hacen impracticable la siembra mecánica de pasturas, quedando estos ambientes restringidos al aprovechamiento responsable de la vegetación natural, al mantenimiento de la fauna y a actividades recreativas.

Cabe aclarar que la clasificación utilitaria corresponde a las unidades cartográficas y no a los suelos individuales. Esto adquiere importancia en las áreas relevadas a escala 1:500.000 donde hay menor delimitación de ambientes. Por ejemplo: dentro del área de sierras pueden existir pequeños valles con suelos más profundos aptos para implantación de pasturas adaptadas.

Por otro parte, es necesario considerar la fecha de publicación de los mapas de suelos ya que pueden haber ocurrido procesos de erosión y sedimentación que hayan afectado irreversiblemente la Capacidad de Uso de las tierras. Tal es el caso de la erosión de márgenes del río Carnero donde la pérdida total del suelo convierte tierras de clase III, IV y VI a clase VIII (sin aptitud productiva). Por ello deben tenerse en

cuenta los cambios de uso del suelo y el manejo actual para definir un plan de ordenamiento territorial.

3.1.5. Vegetación natural

De acuerdo a la clasificación fitogeográfica de la provincia de Córdoba (Luti et al., 1979), la vegetación presente en la cuenca del río Carnero corresponde a la de “Bosque Serrano” en las sierras y a la del “Espinal” en el piedemonte (Fig. 12).

La vegetación de las sierras es característica del matorral y arbolado semidesértico xerófilo, con especies espinosas de hojas pequeñas. En este ambiente cohabitan elementos herbáceos (pastizales) con elementos leñosos arbóreos bajos (menos de 10 metros de altura) y arbustivos. Dependiendo la altitud, puede distinguirse la dominancia de 3 pisos diferentes en orden ascendente: El Bosque Serrano, el Arbustal o Romerillal y el piso de Pastizales y Bosquecillos de altura.

El Bosque Serrano tiene un denso desarrollo en la vertiente oriental de la Sierra Chica, desde aproximadamente los 550 m s.n.m. hasta los 1.350 m s.n.m. y a mayor altitud en las quebradas de los arroyos por condiciones de microclima. En el piedemonte proximal, el bosque serrano se presenta en forma de manchones, coexistiendo con elementos del Espinal. Generalmente, se ven grandes áreas de uso agrícola-ganadero donde el monte se halla fuertemente alterado. Dentro de las principales especies remanentes se destacan el “Molle de Beber” (*Lithraea molleoides*), el “Coco” (*Zanthoxylum coco*), distintas especies de *Vachellia* (ex *Acacia*) y el “Manzano del Campo” (*Ruprechtia apetala*), entre otras.

En lo que respecta al Romerillal, se extiende a partir de los 1.350 m s.n.m. en transición con elementos del Bosque Serrano, hasta los máximos niveles conformando ecotonos con elementos del piso de los Pastizales y Bosquecillos de Altura. Entre los pastizales, predominan los géneros *Jarava* y *Nassella*.

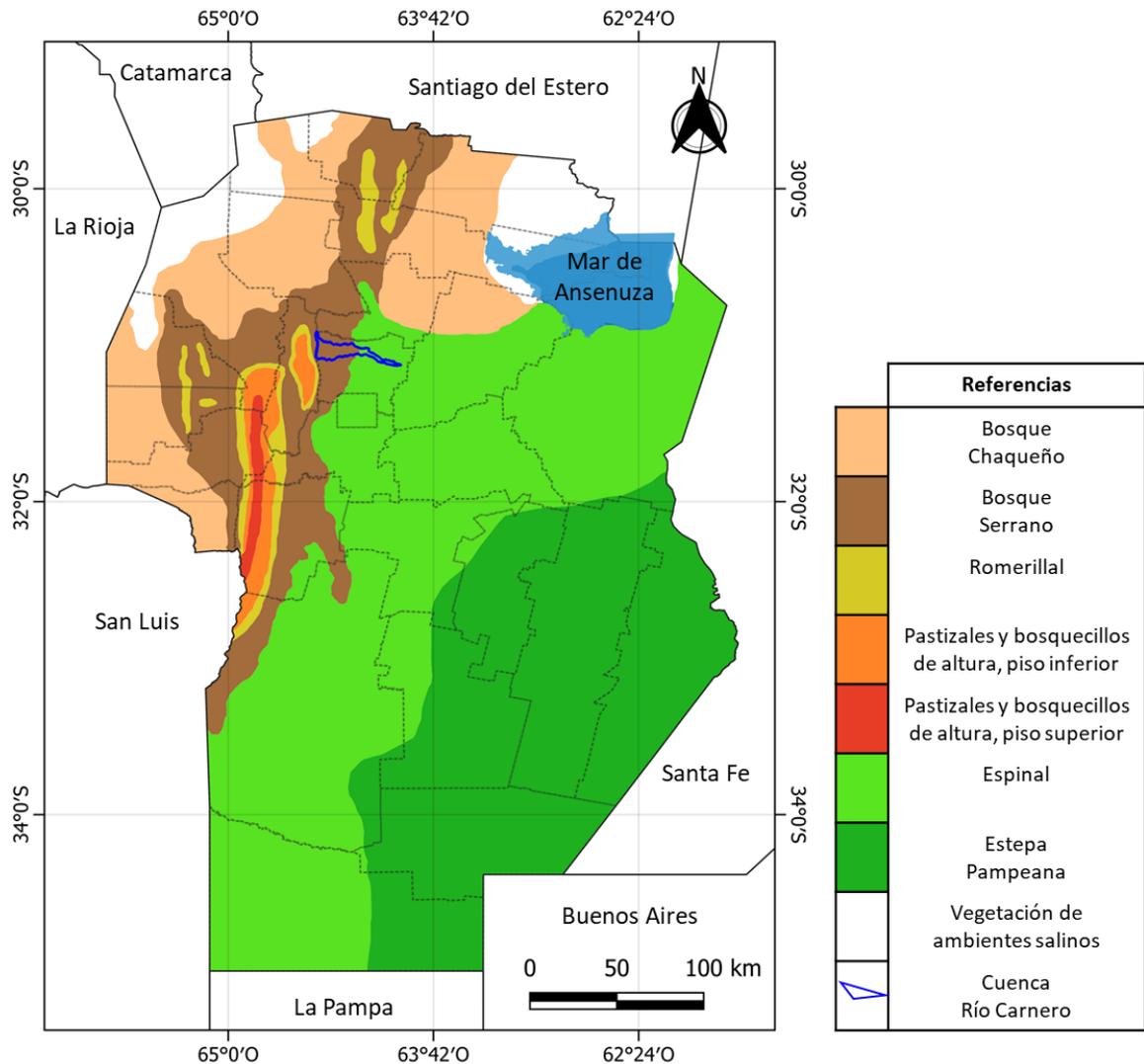


Figura 12. Vegetación de la provincia de Córdoba (adaptado de Luti, 1979).

El Espinal tiene desarrollo a partir de los 550 m s.n.m. desde el pie de sierra hacia el este, incluyendo todo el ámbito de piedemonte distal y llanura. Entre los árboles más característicos se destacan algarrobo blanco y negro acompañando por quebracho blanco, chañar y espinillo. En la actualidad, esta vegetación natural ha sido eliminada casi por completo por el desmonte y las prácticas agropecuarias (Barbeito et al., 2014).

3.1.6. Uso actual de la tierra – Cobertura vegetal

A partir del mapa de cobertura de la tierra “Land Cover 2017-2018” de 2,5 hectáreas de resolución espacial (García, 2019) se realizó un recorte en el área de la cuenca para analizar el uso actual (Fig. 13).

Como puede observarse, el ambiente de sierras está cubierto por los pisos de vegetación definidos anteriormente, sin presencia de cultivos agrícolas dada la imposibilidad de realizar prácticas mecánicas en este entorno rocoso y escarpado de tierras clase VII. Una mínima parte solamente (0,1%) se encuentra bajo producción forestal maderable (tabla 5).

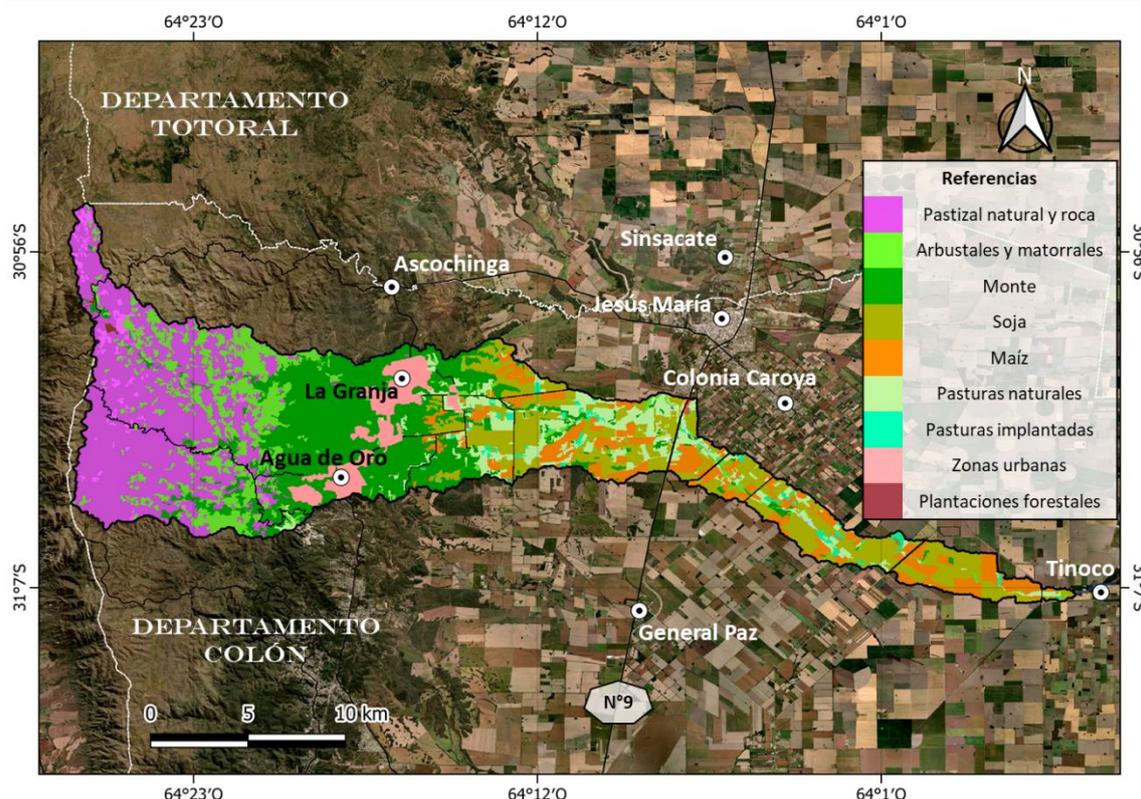


Figura 13. Mapa de Cobertura y Uso de Suelo (adaptado de IDECOR, 2022).

Tabla 5. Superficie cubierta por distintos tipos de vegetación en la cuenca.

Categorías de Cobertura	Hectáreas	%
Vegetación natural (monte + pastizales)	23.086	68,8
Cultivos agrícolas (Soja – Trigo – Maíz)	7.903	23,5
Misceláneas (Urbanizaciones – Red vial – Cuerpos de agua)	2.168	6,5
Pasturas implantadas	381	1,1
Plantaciones forestales maderables	37	0,1
TOTAL	33.575	100

Entrando en el piedemonte, aparecen los cultivos agrícolas encabezados por soja (14,6%) y luego por maíz (8,8%). La superficie implantada con pasturas es muy

reducida, tan solo 1,1%, y concentrada en el área proximal, donde las clases de Capacidad de Uso varían entre IV y VI. Esto confirmaría las observaciones en Barbeito et al. (2014) sobre la eliminación de la vegetación natural en el sector pedemontano que traería aparejado los problemas de erosión hídrica e inundación.

3.1.7. Condiciones climáticas

3.1.7.1. Características generales de la región

El clima en la cuenca del río Carnero varía desde la planicie del Este hasta las Sierras Chicas en el sector Oeste. Según Capitanelli (1979), la región tiene una caracterización climática transicional entre el dominio semi-húmedo con tendencia al semi-seco con invierno y sin verano de la montaña (tipo Ascochinga) y el dominio semi-seco con tendencia al semi-húmedo de las planicies (INTA y Gobierno de la Provincia de la Córdoba, 2003).

Se destaca la gran amplitud térmica considerando las temperaturas máximas medidas de 45°C y las mínimas de -8°C. Las heladas ocurren entre los meses de mayo y septiembre. Los vientos predominantes en la estación estival provienen del noreste y este, mientras que en el invierno aumentan los del oeste (Dottori, 2012).

Dada la escasez de estaciones meteorológicas en la cuenca, se utilizaron datos estadísticos de las localidades de Jesús María y Ascochinga recolectados por el INTA. La localidad de Jesús María está situada en la latitud 30°59" Sur, longitud de 64°6" Oeste y a una altura de 530 m s.n.m., siendo representativa de la zona de planicie ubicada en la margen oriental del piedemonte.

La localidad de Ascochinga está situada en la latitud 30°57' Sur, longitud de 64°11' Oeste y a una altura de 730 m s.n.m., dentro las sierras chicas, en la margen occidental del piedemonte (INTA y Gobierno de la Provincia de la Córdoba, 2003).

3.1.7.2. Régimen Térmico

Para la localidad de Jesús María la temperatura media anual es de 15,8°C, la media mensual del mes más frío (julio) de 8°C, y del mes más cálido (enero) de 22°C.

Para el área de influencia de Ascochinga, la temperatura media anual es de 13,2°C, la media mensual del mes de julio es de 8,6°C, y la media mensual de enero es de 18,5°C en el mes de enero (tabla 6). En cuanto a las temperaturas absolutas, la máxima para la localidad de Ascochinga es de 34°C en el mes de enero y la mínima de -6,2°C en el mes de julio (INTA y Gobierno de la Provincia de la Córdoba, 2003).

Tabla 6. Temperaturas medias mensuales (°C) de Jesús María y Ascochinga.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Jesús María	22,0	21,0	19,0	15,0	12,0	9,0	8,0	10,0	14,0	17,0	20,0	22,0	15,8
Ascochinga	18,5	17,9	14,8	12,8	10,7	8,6	8,0	9,0	11,4	13,5	15,2	17,8	13,2

3.1.7.3. Régimen de heladas

La localidad de Jesús María presenta un régimen de heladas con las siguientes características, en un período de registro de 26 años:

- Período libre de heladas: 267 días
- Promedio de días con heladas/año: 18 días
- Fecha promedio de la primera helada: 27 de mayo
- Fecha promedio de la última helada: 28 de agosto

En la localidad de Ascochinga la frecuencia media de días con heladas es de 18.

3.1.7.4. Régimen pluviométrico

Las precipitaciones se concentran en el verano y son escasas en el invierno, por lo que la región presenta un régimen de tipo “monzónico”. Otra característica es que las precipitaciones disminuyen de sur a norte y de oeste hacia el este, pero en las Sierras Chicas, por el efecto orográfico, las lluvias aumentan.

La localidad de Jesús María registra una precipitación media anual de 780 mm para un período de 78 años, y en las últimas 2 décadas esa media anual se incrementó un 9%, pasando a ser de 850 mm/año. Esto hizo disminuir el déficit hídrico permitiendo el avance de los cultivos de cosecha en detrimento de las pasturas.

La distribución anual de las precipitaciones es irregular, habiendo dos estaciones bien marcadas (tabla 7 y Fig. 14). La húmeda se extiende desde octubre a marzo y concentra el 81% de las lluvias anuales (636 mm). La época seca con el 19% de las lluvias totales (144 mm), se extiende de abril a agosto. Las precipitaciones máximas ocurren en los meses de diciembre y enero (INTA y Gobierno de la Provincia de Córdoba, 2003).

Tabla 7. Precipitaciones medias mensuales (mm) de Jesús María y Ascochinga.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Jesús María	127	106	110	56	26	11	9	11	31	69	103	121	780
Ascochinga	120	105	121	54	38	12	11	9	34	79	113	125	820

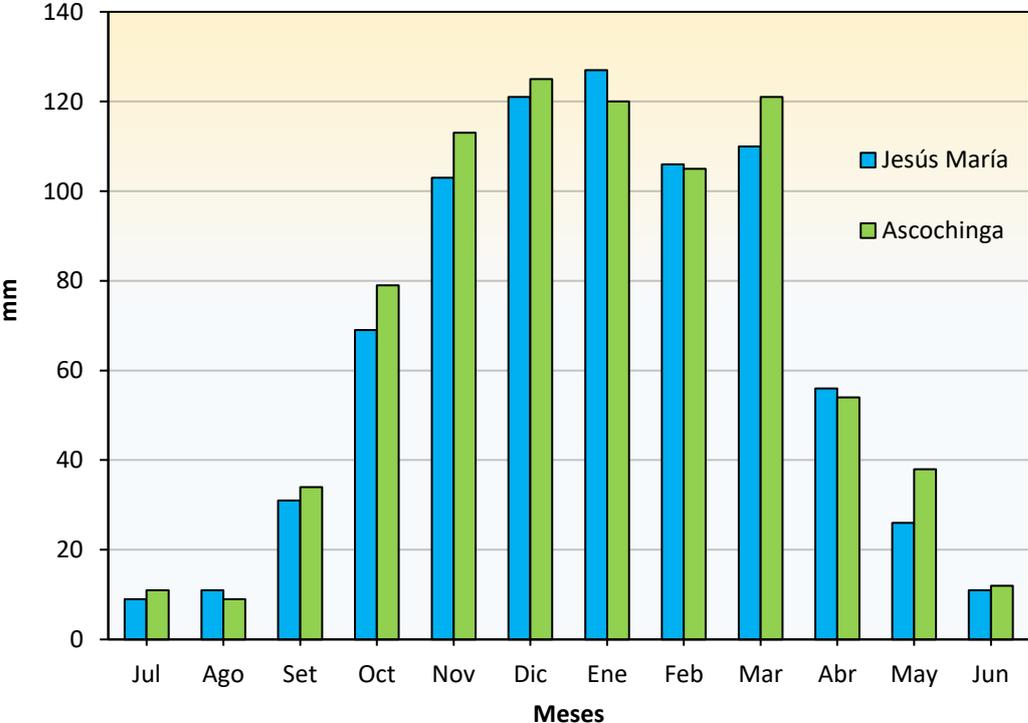


Figura 14. Precipitaciones medias mensuales (mm) de Jesús María y Ascochinga (adaptado de INTA, 2003)

Otra información disponible corresponde a los registros pluviales de los años 1969-1977 tomados durante el proyecto de construcción del dique del río Tiu Mayu (Capello et al., 1980). La serie toma datos de once pluviómetros (Fig. 15) que generaron un registro de lluvias único y continuo durante 8 años (Dottori, 2012). Estas cifras evidencian la variación de los milímetros de lluvia a lo largo de la cuenca (tabla 8).

Tabla 8. Registros pluviométricos de los años 1969-1977 (Dottori, 2012).

Ubicación	Cuenca	Latitud	Longitud	mm/año	Altitud (m s.n.m.)
Tiu Mayu		-30.9428	-64.4467	975	1.592
Estancia Carapé		-30.9703	-64.3950	985	1.445
La Estancita	Alta	-31.1047	-64.3769	994	1.082
Santa Lucía		-31.0525	-64.3502	968	1.052
El Sauce		-31.0914	-64.3072	800	810
Agua de Oro		-31.0690	-64.2963	872	773
Ascochinga	Media	-30.9665	-64.2744	842	703
El Tala		-30.9540	-64.2065	767	625
Jesús María		-30.9695	-64.1076	860	567
General Paz	Baja	-31.1380	-64.1477	679	530
Colonia Caroya		-31.0284	-64.0765	830	503

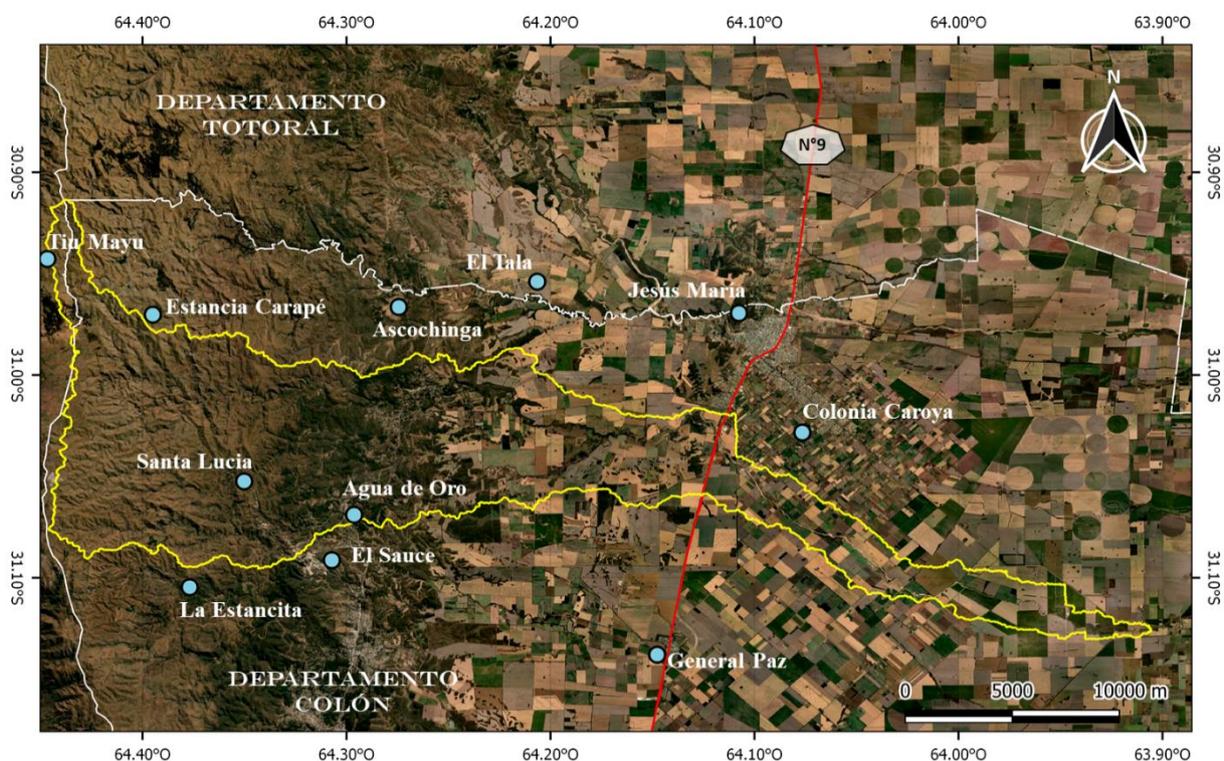


Figura 15. Ubicación de pluviómetros (adaptado de Dottori, 2012)

Como puede observarse en la tabla 9, los máximos valores de precipitaciones se registraron en la cuenca alta, disminuyendo gradualmente hacia el sector bajo. De esta forma, por encima de los 900 m s.n.m. (cuenca alta) las precipitaciones son un 8% más abundantes que en el piedemonte (el cual presenta una media de 784 mm/año), mientras que en la media ladera (700 - 900 m s.n.m.) el incremento respecto al piedemonte es del orden del 2% (con un promedio de 838 mm/año).

Tabla 9. Precipitaciones medias mensuales y anuales (mm) en la cuenca del río Carnero (Dottori, 2012).

	Cuenca Alta	Cuenca Media	Cuenca Baja
Promedio mensual	81,7	69,8	65,3
Promedio anual	980,5	838,0	784,0

3.1.7.5. Balance hidrológico

- **Jesús María**

Del análisis de la tabla 10, se aprecia un balance negativo entre la demanda de agua y las precipitaciones durante la mayor parte del año, habiendo un déficit anual aproximado de 54 mm. La Fig. 16 expone que, aunque los meses de primavera y verano son los más lluviosos, existe un mayor déficit de agua debido al incremento de las temperaturas estivales y al escaso almacenamiento de agua en los suelos.

Tabla 10. Balance hidrológico mensual de Jesús María, según Thorwthwaite.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Evapotranspiración Potencial ETP (mm)	137	104	85	48	29	16	14	25	48	78	110	141	835
Precipitación PP (mm)	127	106	110	56	26	11	9	11	31	69	103	121	780
Almacenaje (mm)	103	105	130	138	137	135	132	126	120	116	113	106	
Evapotranspiración Real ETR (mm)	130	104	85	48	27	13	11	17	38	73	106	128	780
Déficit (mm)	6	0	0	0	2	3	3	8	10	6	4	12	54
Exceso (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

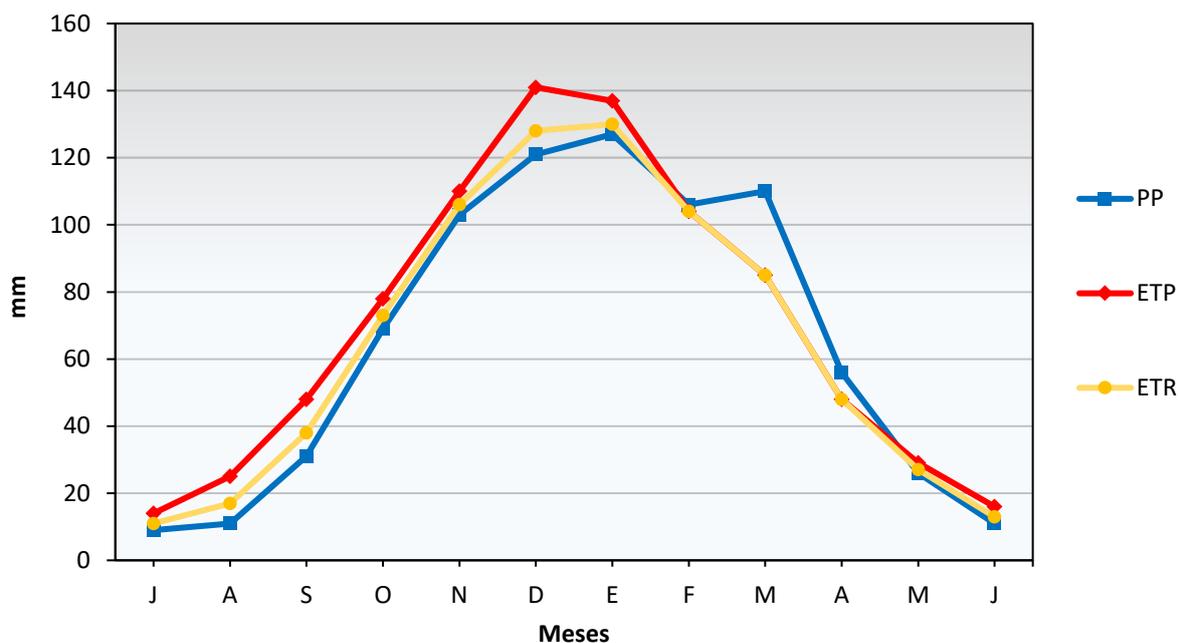


Figura 16. Balance hidrológico mensual de Jesús María (INTA, 2003)

- **Ascochinga**

El período hídrico favorable corresponde a la estación térmica intermedia, donde a pesar de registrarse altas temperaturas, las precipitaciones son las mayores del año (Fig. 17). El balance hidrológico (realizado con estadísticas de 42 años) no alcanza valores negativos, porque cuando la evapotranspiración es superior a la precipitación, el agua faltante es suministrada por los suelos, los cuales la almacenaron durante los períodos de excesos hídricos (tabla 11).

Tabla 11. Balance hidrológico mensual de Ascochinga, según Thorwthwaite.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Evapotranspiración Potencial ETP (mm)	115	90	67	45	31	20	20	28	43	65	83	112	719
Precipitación PP (mm)	120	105	121	54	38	12	11	9	34	79	113	125	821
Almacenaje (mm)	300	300	300	300	300	291	283	265	257	271	300	300	
Evapotranspiración Real ETR (mm)	115	90	67	45	31	20	20	26	42	65	83	112	716
Déficit (mm)	0	0	0	0	0	0.1	0.4	1.6	1.2	0	0	0	3.3
Exceso (mm)	5	15	54	8	7	0	0	0	0	0	1	13	103

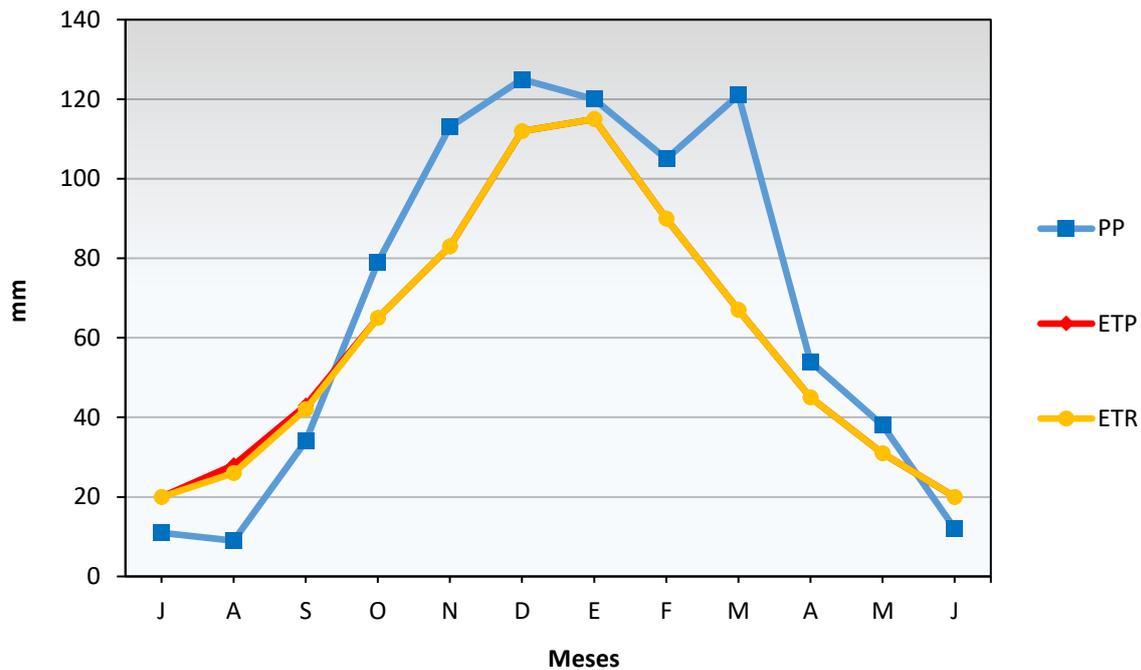


Figura 17. Balance Hidrológico Mensual de Ascochinga (INTA, 2003)

3.2. Dimensión económica y social

3.2.1. Valor de la tierra

Como se describió en el capítulo de la dimensión biofísica, la cuenca del río Carnero atraviesa diferentes ambientes ecológicos y productivos con diferentes precios de las tierras establecidos en el mercado inmobiliario. La Dirección General de Catastro de la provincia de Córdoba realizó un estudio en el año 2021 para determinar el valor de las tierras rurales utilizando variables como el uso actual del suelo, el contenido de materia orgánica, las Cartas de Suelos, el Índice de Fragmentación Urbana, la base parcelaria, la accesibilidad e infraestructura, datos climáticos (lluvias y temperaturas, series históricas), topografía (altura y pendiente), hidrología (agua subterránea, cursos de agua, etc.), humedad y sequía, entre otras (Monzani et al., 2021).

La distribución de las tierras clasificadas en rangos de \$/ha puede verse en la Fig. 18.

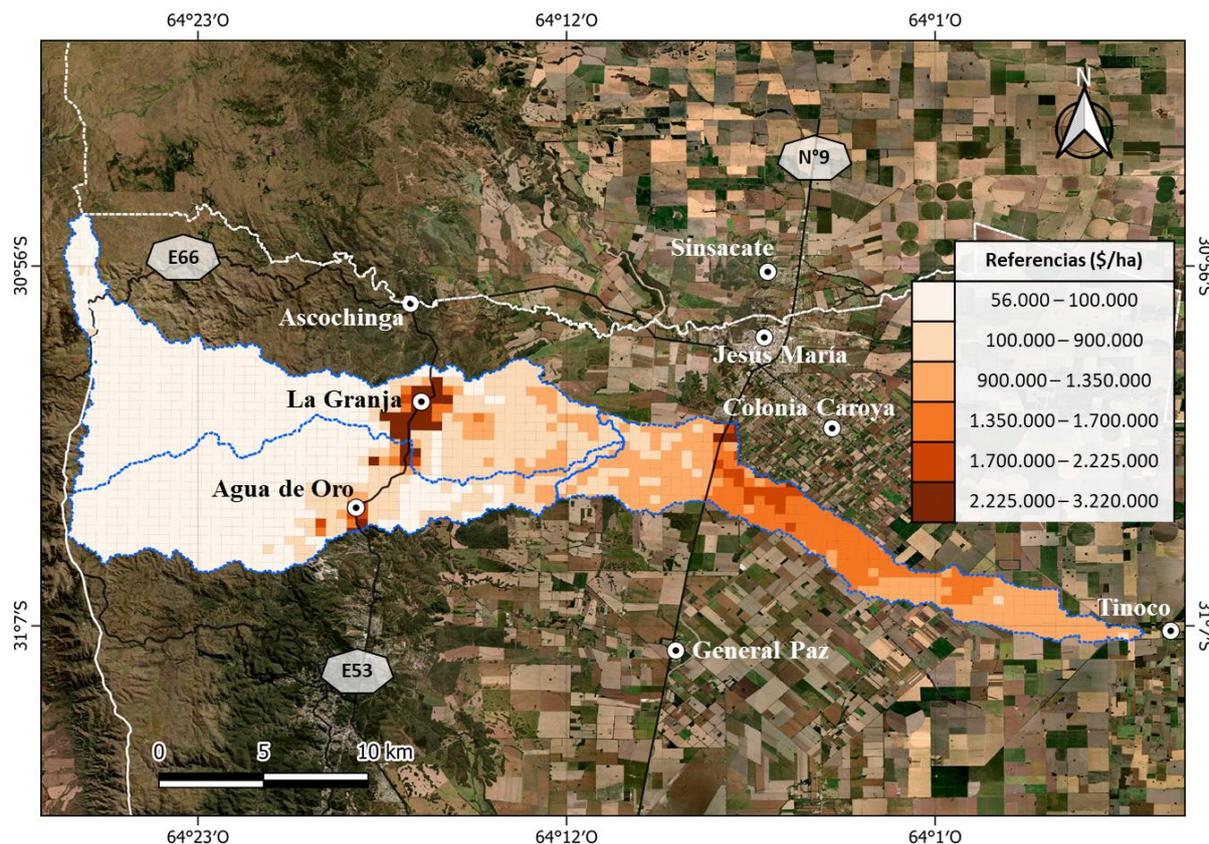


Figura 18. Valor de las tierras rurales en \$/ha para el año 2021. Fuente: Elaboración propia a partir de IDECOR, 2022.

Los colores más claros (ocre) contemplan la zona de sierras coincidiendo con los terrenos de mayor pendiente y capacidad de uso VII. Los colores comienzan a oscurecerse desde el inicio del piedemonte proximal hacia el este, tomando tonalidades naranjas oscuro en las cercanías de Colonia Caroya. Esto se explica no solamente por su mejor aptitud productiva (tierras clases IV y III) y menor pendiente, sino también por la accesibilidad a la ruta nacional N°9, proximidad con la localidad de Jesús María y la potencialidad de realizar agricultura bajo riego en el área de piedemonte distal (Jarsún et al., 1991).

Sin embargo, es notable que los colores más oscuros (marrones) corresponden al entorno urbano de la localidad de La Granja, donde si bien los suelos no tienen potencial agrícola, el valor paisajístico y turístico se convierte en un atributo de sumo valor como lugar de veraneo.

3.2.2. Municipios representativos de la cuenca del río Carnero

Para el análisis económico y de desarrollo social, se seleccionaron dos municipios dentro de la cuenca que se encuentran en ambientes geomorfológicos diferentes (Fig. 19). De esta manera, se pretende comprender la situación socioeconómica de las poblaciones en relación a la capacidad productiva de los suelos y al valor paisajístico del territorio. A tal fin se eligieron los municipios de La Granja y Colonia Caroya.

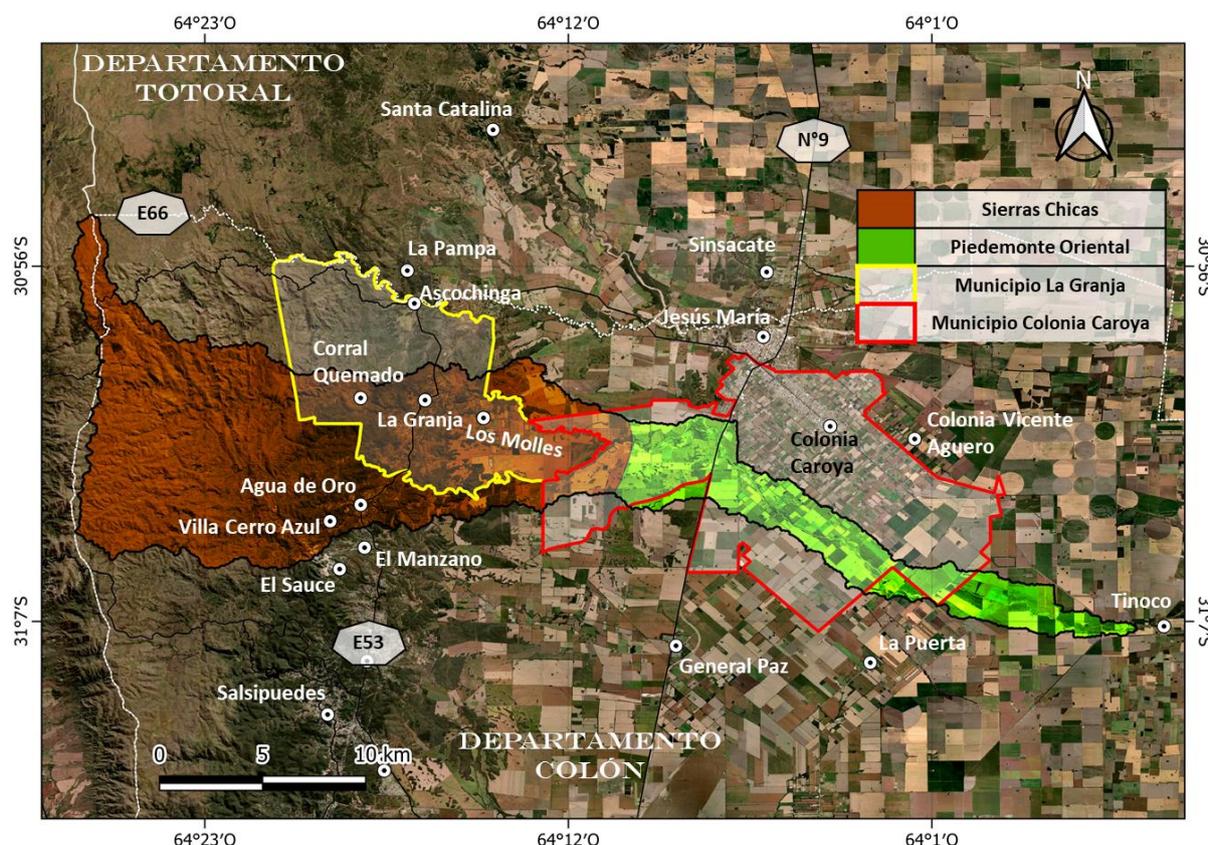


Figura 19. Municipios de La Granja y Colonia Caroya. Fuente: Elaboración propia a partir Ordenamiento Territorial Córdoba e IGN, 2022.

3.2.3. Municipio de La Granja

La localidad de La Granja posee un ejido urbano de 252 km² dentro del departamento Colón, se ubica en la latitud 31°10'S, longitud 64°20'O y a una altura de 729 m s.n.m. sobre el corredor de la Ruta Provincial E53.

El municipio de La Granja está conformado por la ciudad homónima junto a las localidades de Villa Animí y Las Vertientes (ambas colindantes), Ascochinga (6 km al

norte) y Los Molles (5 km al este). A la vera del río La Granja se encuentra el balneario La Toma y sobre el río Ascochinga el balneario Tres Cascadas, espacios naturales con destacadas características paisajísticas y turísticas (Campi, 2018).

3.2.3.1. Población

La localidad, según el censo del año 2010, tiene una población de 3.182 habitantes y un total de 1.000 hogares. Según datos aportados por el propio Municipio en el año 2018, se estima que la localidad cuenta con aproximadamente 7.000 habitantes que residen en forma permanente y 2.000 hogares. Se registra una población fluctuante en época estival de alrededor de 2.500 personas comprendidas por familias que se trasladan a casas de veraneo, caseros y turistas (Campi, 2018).

3.2.3.2. Sistema económico y actividades locales

El perfil económico tradicional de La Granja es el turístico ya que cuenta con varios locales comerciales y gastronómicos que brindan sus servicios a los habitantes y a los turistas atraídos por sus cualidades paisajísticas y su patrimonio cultural edificado.

Entre los sitios de interés público más visitados se encuentran:

- Hotel Círculo de Suboficiales de la Fuerza Aérea en Ascochinga.
- Salón Municipal Iria Berutto.
- Reserva Natural de la Defensa en Ascochinga
- Balneario Tres Cascadas en Ascochinga
- Balneario La Toma
- Capilla Nuestra Señora de Lourdes
- Castillo Roger Agst

El comercio minorista es una de las actividades predominantes de la localidad; el mismo se desarrolla sobre la Ruta Provincial E53 conformando el área central. El

turismo sigue siendo una de las fuentes principales de ingreso, estando asentado sobre los atractivos naturales del municipio y los hoteles sindicales.

En los últimos años su concurrencia ha ido decayendo por la competencia con otras áreas turísticas de la provincia de Córdoba y debido al crecimiento demográfico de la ciudad capital de la provincia, transformándola en ciudad dormitorio de la misma y afectando la actividad económica de la ciudad. La Granja presenta entre un 30-40% de la población que trabaja fuera de la misma.

A raíz de la migración de nuevos habitantes, la construcción se ha consolidado como una actividad económica dentro de la localidad, brindando trabajo tanto a profesionales como a diferentes oficios del rubro. Otros generadores de puestos laborales son el propio municipio y la cooperativa local.

3.2.3.3. Conectividad de La Granja

- **Red vial:** Rutas Provinciales E53 y E66.
- **Red ferroviaria:** nunca pasó por la localidad.
- **Puertos:** puerto de Rosario, a 461 km.
- **Aeropuertos:** Aeropuerto Internacional Ing. Ambrosio Taravella a 37 km.

3.2.3.4. Educación

La Granja dispone de una escasa oferta educativa en relación a la demanda poblacional, además presta servicio a otras localidades como Villa Cerro Azul. No posee instituciones de educación terciaria. Oferta esporádica de capacitación en oficios por parte del municipio.

- **Inicial primario:** Jardín de Infantes Dr. Pablo Rueda
- **Primario y secundario:**
 - Escuela Dr. Pablo Rueda (Primario)
 - C.E.N.M.A. Jesús María Anexo La Granja (Primario para adultos)

Instituto de Enseñanza Media I.P.E.M. N° 233 – Ex I.P.E.A. N°25 (Secundario y Secundario Superior)

3.2.3.5. Salud, seguridad y telecomunicaciones

En materia de salud, el municipio dispone de tres dispensarios. El dispensario “Municipal La Granja”, ubicado anexo al edificio municipal y los restantes se encuentran en Los Molles y Ascochinga. Los tres presentan un buen estado edilicio y cuentan con un excelente equipamiento para la atención primaria. Para casos de mayor envergadura, el Hospital Regional de Unquillo está a 27 km de distancia. La única falencia es que para el traslado de personas no disponen de una ambulancia propia, sino de un convenio a través de un privado.

La localidad dispone de una subcomisaría equipada con tres móviles (autos y camioneta) y cinco efectivos por turno. El cuerpo de bomberos cuenta con el equipamiento necesario para las tareas que realizan. Desde el municipio se brinda el servicio a las localidades de Villa Cerro Azul, El Manzano, Agua de Oro y La Cumbre. La localidad cuenta con cobertura de señal 4G. El servicio de internet es provisto por la compañía Arnet, mientras que la televisión se divide en las empresas Cablevisión y DirecTv.

3.2.3.6. Tasa de desocupación

Según el Censo Nacional 2010, la localidad de La Granja presenta un bajo porcentaje de habitantes en situación de desempleo (4,10%). Actualmente, no se cuenta con un registro que cuantifique dicho porcentaje.

3.2.3.7. Indicadores demográficos

En la Fig. 20 se muestran datos de distintos indicadores demográficos y de desarrollo social de la localidad de La Granja obtenidos a partir del “*Plan estratégico para el desarrollo territorial de La Granja*” (Campi, 2018).

RESUMEN DE INDICADORES

LA GRANJA

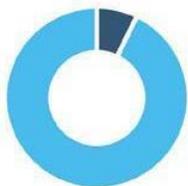
POBLACIÓN	DEPARTAMENTO	PROVINCIA
3182	COLÓN	CÓRDOBA

DATOS	%
1 HOGARES SIN RED DE AGUA	7,20
2 HOGARES SIN RED DE CLOACAS	98,05
3 HOGARES SIN RED DE ELECTRICIDAD	3,50
4 HOGARES SIN RED DE GAS	99,90
5 HOGARES CON TENENCIA IRREGULAR DE LA VIVIENDA	17,90
6 VIVIENDAS IRRECUPERABLES	0,74
7 VIVIENDAS CON MATERIALES INCOVENIENTES	6,23
8 DESOCUPACIÓN GENERAL	4,14
9 TRABAJO INFANTIL	2,94
10 DESEMPLEO JUVENIL	7,73
11 DESOCUPACIÓN FEMENINA	0,34
12 TASA ANALFABETISMO	6,34
13 POBLACIÓN ADULTA SIN EDUCACIÓN SUPERIOR (DE 25 AÑOS O MAS EDAD)	80,84
14 MORTALIDAD INFANTIL (POR MIL)	0,36



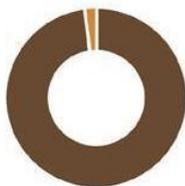
AGUA

93% Hogares con Red de Agua
7% Hogares sin Red de Agua



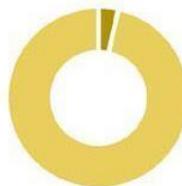
CLOACAS

2% Hogares con Red de Cloacas
98% Hogares sin Red de Cloacas



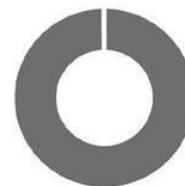
ELECTRICIDAD

96% Hogares con Red Eléctrica
4% Hogares sin Red Eléctrica



GAS

0% Hogares con Red de Gas
100% Hogares sin Red de Gas



SPTyCOP en base a datos Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda. INDEC 2010 y Cuestionario Municipal 2016

Figura 20: Indicadores demográficos y de desarrollo social La Granja. (Campi, 2018)

3.2.4. Municipio de Colonia Caroya

La ciudad de Colonia Caroya se localiza en el centro-norte de la provincia de Córdoba, dentro del departamento Colón. Se ubica a 50 km al norte de la ciudad de Córdoba, con la que se comunica a través de la Ruta Nacional N°9.

La localidad se desarrolla predominantemente hacia el este de la ruta y se organiza con una estructura lineal, a partir del eje definido por la Avenida San Martín. Hacia el oeste de la Ruta Nacional N°9 se encuentra la localidad de Jesús María, con la que conforma históricamente el principal aglomerado urbano del departamento Colón. Ambas localidades sostienen relaciones funcionales, económicas y de circulación de bienes y personas, y en algunas actividades funcionan de manera conjunta y complementaria (Lucca et al., 2017).

3.2.4.1. Servicios

El servicio es prestado por la Cooperativa de Servicios Públicos de Colonia Caroya y Jesús María desde el 5 de junio de 1970. El porcentaje de la población conectada a red de agua potable es de 100% en el área urbana, 90% en el área rural. El tendido eléctrico abastece al 99,5% de los hogares.

3.2.4.2. Educación

Colonia Caroya cuenta con establecimientos educativos para atender la demanda a nivel inicial, primario y medio. Actualmente funcionan 8 organizaciones de la sociedad civil orientadas a la infancia y adolescencia y hay una variedad de actividades de educación no formal que se ofrecen en clubes, bibliotecas y escuelas municipales, así como espacios de participación para adolescentes.

3.2.4.3. Características productivas

Las principales actividades productivas se concentran en el sector agropecuario, en el comercio y en la producción de alimentos. El sistema productivo de Colonia Caroya

se basa en minifundios constituidos por pequeñas parcelas, cuya superficie está comprendida entre las 2 y las 24 hectáreas, muy apropiadas para los cultivos frutihortícolas. La producción actual está orientada a viñedos, frutales y algunas hortalizas en sistema extensivo tales como batata, ajo y papa. En lo que respecta a la ganadería, existen en la localidad establecimientos pequeños y medianos dedicados a la producción de ganado menor; cerdos, conejos y aves de corral. La ciudad es residencia de productores agrícola-ganaderos, los que comercializan sus productos a través de empresas acopiadoras y ferias, algunas de ellas radicadas en su ejido.

En el sector alimentos, es representativa la producción de chacinados. Un importante medio de vida de la población es la elaboración de dulces, conservas, encurtidos, alfajores, repostería, panificación, pastas, vinos y miel con características artesanales, los que conjuntamente con los salames son comercializados a pobladores y visitantes. Una de las mayores ventajas para la localización de empresas que ofrece es la disponibilidad de infraestructura y mano de obra.

El sistema de canales de riego, por otra parte, no sólo constituye un hecho significativo por su función sino como estructurante del espacio de la localidad.

3.2.4.4. Características demográficas

Colonia Caroya ha experimentado un notable crecimiento poblacional en los últimos años. De acuerdo a la información provista por el INDEC (Censo 2010), en el año 2001 la ciudad contaba con 13.806 habitantes, en tanto que en 2010 esta cifra ascendió a 20.821 habitantes, con 90% de la población urbana y 10% rural. Para el año 2017 fue de 28.660 habitantes.

En cuanto a la densidad poblacional, en el año 2010 el área urbana presentaba una variación entre zonas con 5 habitantes por hectárea a zonas con 41 habitantes por hectáreas, siendo la media de 24 habitantes por hectárea en la zona urbana.

La tabla 12 muestra los cambios registrados en un conjunto de indicadores sociales y laborales en el período 2001- 2010.

Tabla 12. Indicadores sociales y laborales de Colonia Caroya 2001-2010. Fuente: Plan estratégico territorial de Colonia Caroya.

	2001	2010	Crecimiento 2001-2010	Variación Anual
Población	13.806	20.821	50,8%	4,7%
Edad Promedio	31,21	32,1	3%	0,3%
Población con NBI	7,8%	4,5%	42%	-5,9%
Tasa de Analfabetismo	1,3%	1,0%	23%	-2,9%
Cobertura de Salud por Obra Social	60,8%	71,7%	18%	1,8%
Tasa de Empleo	36,8%	47%	26%	2,6%
Desocupación	10,6%	5,3%	49%	-7,3%
Cantidad de viviendas	3.792	6.170		
Habitantes por vivienda	3,64	3,37		
Hacinamiento	2,76%	2,50%		
Tasa de Actividad Laboral	41%	49%	19,4%	2,0%
Desocupación	10,6%	5,3%	-49,4%	-7,3%
Educación	34,0%	44,2%	30,2%	3,0%

De acuerdo a datos censales del año 2010, el promedio de edad de la población caroyense es de 33,1 años, lo que la transforma en una población joven. Por su parte, el índice de masculinidad es del 95,4%. Existe un 56,5% de población entre 15 y 64 años, un 30 % de adolescentes niñas y un 50% de mujeres en edad fértil.

Con respecto a las viviendas la primera afirmación que arroja el censo es que no existen personas en situación de calle. El 63% de la población residente es dueña de la vivienda y la mayoría de las casas tienen una antigüedad de entre 11 y 49 años.

El análisis de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) arroja que hay un 2,5% de hogares que contienen más de 3 personas por cuarto, es decir se registra hacinamiento. Con respecto a hogares que presentan una NBI, el dato asciende al 4,5%.

El índice de envejecimiento determina que existen 60 personas adultas por cada 100 personas de 0 a 14 años. Este es un índice que se utiliza para fines económicos, ya que permite diferenciar población económicamente inactiva transitoria, de la población económicamente inactiva definitiva.

3.2.4.5. Aspectos culturales

El 98,7% de la población caroyense es nacida en Argentina, pero es resultado directo de la descendencia de la gran ola de inmigración sucedida entre 1850 y 1955, destacando principalmente a italianos y españoles.

Los residentes de origen boliviano se dedican a la frutihorticultura y a trabajar en las cortadas de ladrillo (trabajan y viven allí en condiciones precarias, de hacinamiento, compartiendo en muchos casos varias familias un mismo baño). Además, se destaca su labor en el rubro de la construcción como albañiles y en cooperativas de barrido (prestan servicios a municipalidad). Salvo algunos integrantes de cooperativas que cuentan con monotributo social, el resto tiene una relación laboral precaria e informal, lo que lleva a una marcada inestabilidad laboral (Lucca et al., 2017).

3.3. Dimensión legal, normativa e institucional

Como la cuenca del río Carnero se encuentra en su totalidad comprendida dentro de la provincia de Córdoba, los instrumentos de política y gestión ambiental aplicables serán especialmente de carácter provincial siguiendo la Ley N° 10.208 de Política Ambiental de la Provincia de Córdoba.

El **artículo 124°** de la Constitución Nacional dispone que “**...Corresponde a las Provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio**”. De allí que todo lo relacionado con la gestión de suelos y aguas, en su carácter de recursos naturales, constituyen, primariamente, cuestiones reservadas a las provincias.

3.3.1. Legislación nacional aplicable

A continuación, se mencionan las leyes ambientales nacionales aplicables (tabla 13) a los ámbitos de suelos, cuencas, manejo de aguas, producción agrícola y ganadera. Si bien corresponde a la provincia de Córdoba el manejo de los recursos naturales, sus leyes deben ajustarse a los presupuestos mínimos establecidos en la legislación nacional, respetando así los **artículos 31 y 41** de la Constitución Nacional:

Artículo 31 (principio jurídico de jerarquía de normas): “Esta Constitución las leyes de la nación en su consecuencia se dicten por el Congreso y los tratados con las potencias extranjeras son la ley suprema de la Nación; y las autoridades de cada provincia están obligadas a conformarse a ellas, no obstante, cualquiera disposición en contrario que contengan las leyes o constituciones provinciales...”.

Artículo 41 “...Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquéllas alteren las jurisdicciones locales...”.

Tabla 13. Legislación nacional pertinentes a aspectos ambientales.

Ley N°	Año	Nombre de la ley
13.246	1948	Arrendamientos y Aparcerías Rurales. Artículo 8° – Normas Complementarias.
18.284	1969	Código Alimentario Argentino
22.428	1981	Régimen legal para el fomento de la acción privada y pública de la conservación de los suelos. Exenciones impositivas. Decreto reglamentario N° 681
22.375	1981	Régimen de habilitación y funcionamiento de los establecimientos donde se faenen animales, se elaboren y depositen productos de origen animal.
24.430	1994	Constitución Nacional – Artículos 31°, 41°, 43 y 124°
25.080	1998	Ley de Inversiones para Bosques Cultivados
25.675	2002	Política Ambiental Nacional – Normas Complementarias
25.688	2002	Régimen Ambiental de Aguas – Normas Complementarias
25.831	2003	Acceso a la Información Pública Ambiental
26.331	2007	Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos.
26.562	2009	Control de Actividades de Quema
26.509	2009	Ley de Emergencia Agropecuaria
27.118	2014	Agricultura Familiar
26.994	2015	Código Civil y Comercial de la Nación - Artículos 14°, 240°, 241°, 1941°, 1942°, 1943°, 1970°.
27.279	2016	Presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión de envases vacíos de Fitosanitarios.

3.3.2. Legislación provincial aplicable

En la tabla 14, se mencionan las leyes de la provincia de Córdoba aplicables a los ámbitos de suelos, aguas, producción agrícola y ganadera.

Tabla 14. Legislación provincial pertinentes a aspectos ambientales.

Ley N°	Año	Nombre de la ley
5.589	1973	Código de Aguas para la provincia de Córdoba
22.211	1980	Promoción agropecuaria para tierras rurales de baja productividad
6.628	1981	Adhesión a la Ley Nacional 22.428 Fomento de la Conservación del Suelo
6.604	1981	Consortios de Usuarios de Riego y Otros Usos del Agua
7.121	1984	Comisión de Emergencia Agropecuaria
7.343	1985	Principios Rectores para la Preservación, Conservación, Defensa y Mejoramiento del Ambiente
	1987	Constitución de la provincia de Córdoba. Reforma 2001. Artículos 11° - 66°ley
8.595	1995	Creación de la Comisión Especial para Estudio de la Conservación del Suelo
8.751	1999	Manejo del Fuego
8.863	2000	Creación de los Consortios de Conservación de Suelos
8.936	2001	Conservación y Protección de Suelos
9.164	2004	Productos químicos o biológicos de uso agropecuario
9.306	2006	Regulación de los Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA)
9.814	2010	Ordenamiento Territorial del Bosque Nativo
10.208	2014	Política Ambiental de la provincia de Córdoba
10.508	2017	Código Tributario Provincial – Título V – Creación del Fondo Especial de Conservación del Suelo – Vencimiento 31/diciembre/2019
10.467	2017	Plan Provincial Agroforestal
10.669	2019	Modificatoria de la Ley N° 8.936
10.663	2019	Programa de Buenas Prácticas Agropecuarias de Córdoba

3.3.3. Ordenanzas municipales

De las ordenanzas municipales, la de Colonia Caroya presenta legislación respecto al uso de los recursos naturales como el suelo en el entorno del río Carnero y de los espacios verdes.

- **Ordenanza N° 2.361/2020** - Plan General de Ordenamiento Territorial y Uso del Suelo del radio municipal de la ciudad de Colonia Caroya.

Entre otras cosas, esta ordenanza en su capítulo 2 establece **“Áreas del Ordenamiento Territorial”** definidas en el artículo 6°:

- f) **Área de Interés Ambiental, Natural Protegida y/o Patrimonial.** Aquella que comprende el conjunto de bienes, tanto materiales como inmateriales,

acumulados a lo largo del tiempo y que deben ser protegidos. Comprende las siguientes Áreas:

24) Área de Interés Ambiental y Natural Protegida Río Carnero (24): Superficie que abarca un bioma cuyas características biológicas, geológicas, hidrológicas y ambientales son característicos de la zona, presentan integridad natural y conforman una unidad geográfica en donde los procesos ecológicos naturales que en ella se desarrollan deben ser protegidos. Todas las actividades humanas deben estar orientadas a un manejo racional y responsable de los recursos naturales, según pautas de sustentabilidad acordes al carácter del área, respetando los dominios Públicos y Privados y el equilibrio económico que permita sustentabilidad. ***Las prácticas agronómicas deben orientarse hacia las agroecológicas y forestales***, y de ese modo evitar la contaminación de las aguas subterráneas. Comprende la superficie delimitada con Clase de Capacidad de Uso VI (Fig. 11) del Mapa “Cartas de Suelo de la Provincia de Córdoba”. ***No urbanizable. De uso agroecológico y forestal.***

- El artículo 14 establece que, El Consejo de Planificación Estratégica en coordinación con la Secretaría de Obras Públicas y Vivienda de la Municipalidad, deben establecer los criterios de planificación urbanística de cada macro manzana de modo que los pedidos de Urbanización, Loteo, Subdivisión que se propongan y/o soliciten a la Municipalidad respeten el proceso de Planeamiento Territorial y uso del Suelo establecido y queden planificados los **espacios verdes**.
- El artículo 109 establece que el Concejo Deliberante debe proteger el ambiente, regulando el uso y preservación del suelo, subsuelo, espacio aéreo, espacios verdes, y tenencia de animales.
- **Ley N° 7.343 y modificaciones (arts. 32/35)**

Prohíben desarrollar actividades u obras que degraden o sean susceptibles de degradar los individuos y las poblaciones de la flora (excepto las especies declaradas 'plagas', las destinadas al consumo humano y las que representen algún peligro para la comunidad).

Esta legislación municipal cobra importancia para el manejo de los bosques y los árboles de los entornos urbanos y periurbanos que pueden contribuir a la gestión sostenible de las cuencas hidrográficas y es un aspecto clave del desarrollo urbano sostenible, ya que las ciudades consumen el 75% del agua para uso residencial e industrial.

3.3.4. Actores sociales involucrados

a) Actores nacionales

❖ Directos: aquellos organismos de aplicación de las leyes ambientales competentes.

- **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación**

- **Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca**

- **Consejo Federal Agropecuario (CFA) - Comisión Pampeana (Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe)**: creado por Ley N° 23.843 de 1990 y funciona bajo un reglamento interno. Lo preside el ministro de Agricultura, Ganadería y Pesca (decreto 32/2016) y *está integrado por los titulares de los Ministerios o Secretarías de Estado competentes en materia agropecuaria, agroindustrial y pesquera de las provincias, coordinado por el secretario de Agricultura Familiar, Coordinación y Desarrollo Territorial*. Por Resolución 4/16 del CFA se conformaron cinco Comisiones Regionales.

- **Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA) – Región Centro (Buenos Aires y Córdoba)**: es un organismo que la Ley General del Ambiente N° 25.675/02

sitúa como eje del ordenamiento ambiental del país. El COFEMA está integrado por representantes de la Nación y de 6 regiones.

- **Consejo Hídrico Federal (COHIFE) – Región COHICEN (Buenos Aires, Córdoba, La Pampa y C.A.B.A.):** conformado por los Estados Provinciales, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y el Estado Nacional. Es una persona jurídica de derecho público creada como instancia federal para el tratamiento de los aspectos de carácter global, estratégico, interjurisdiccional e internacional de los Recursos Hídricos. Se dividen en seis regiones.

❖ Indirectos:

- SENASA - Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Instituto Nacional de Aguas (INA).
- Ministerio de Obras Públicas > Vialidad Nacional (Está la ruta Nacional N°9).

b) Actores provinciales

❖ Directos:

- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Córdoba > Secretaría de Agricultura > **Dirección De Conservación De Suelo Y Manejo De Agua.**
- Gobierno de la Provincia de Córdoba > **Secretaría de Ambiente**
- Ministerio de Servicios Públicos > **Secretaría de Recursos Hídricos y Administración Provincial de Recursos Hídricos.**
- Ministerio de Obras Públicas > Dirección Provincial de Viabilidad > **Asociación de Consorcios Camineros > Regional N°4 Jesús María.**

❖ Indirectos:

- Colegio de Ingenieros Agrónomos de la Provincia de Córdoba > Comisiones de “Suelos”, “Fitosanitarios” y “Buenas Prácticas Ambientales”.

- Colegio de Ingenieros Civiles de Córdoba.
- Consorcios de Usuarios de Aguas Subterráneas.
- Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi.
- INA - Subgerencia Centro de la Región Semiárida.

c) Actores municipales:

❖ Directos:

- Consorcio de Conservación de Suelos Río Carnero (Fig. 21).
- Consorcios Camineros 84 Colonia Caroya, 298 Colonia Tirolesa, 229 General Paz, 200 La Granja. Son instituciones sin fines de lucro que prestan servicios en la red vial rural.
- Consorcio Canalero Cuenca Media Río Carnero (Fig. 21).

❖ Indirectos:

- Agencia de Extensión Rural INTA Jesús María.

d) Actores privados directos:

- Productores Agropecuarios.
- Propietarios de las Tierras.
- Residentes.

El área delimitada por la Dirección de Conservación de Suelos del consorcio “Río Carnero” incluye una pequeña subcuenca llamada “Cañada Los Leones” y la zona de influencia del paleocauce conocido como “Cañada de San Antonio”, también llamado “Antiguo Río Carnero”.

La escorrentía derivada de la subcuenca de la Cañada Los Leones, luego de superar un bajo aluvial, desagua en el sector de los derrames actuales del río Carnero, lo que incrementa y complica las inundaciones generadas en el sector. Es de carácter temporario.

En lo que respecta a la Cañada de San Antonio, dado que no posee en la actualidad conexión hidrológica con el área serrana ni con el río Carnero, y en razón de que atraviesa un relieve plano-convexo, no recibe aportes laterales significativos que impliquen inundaciones significativas, pero capta y conduce los aportes pluviales del entorno próximo de Colonia Caroya (Jarsún et al., 1991).

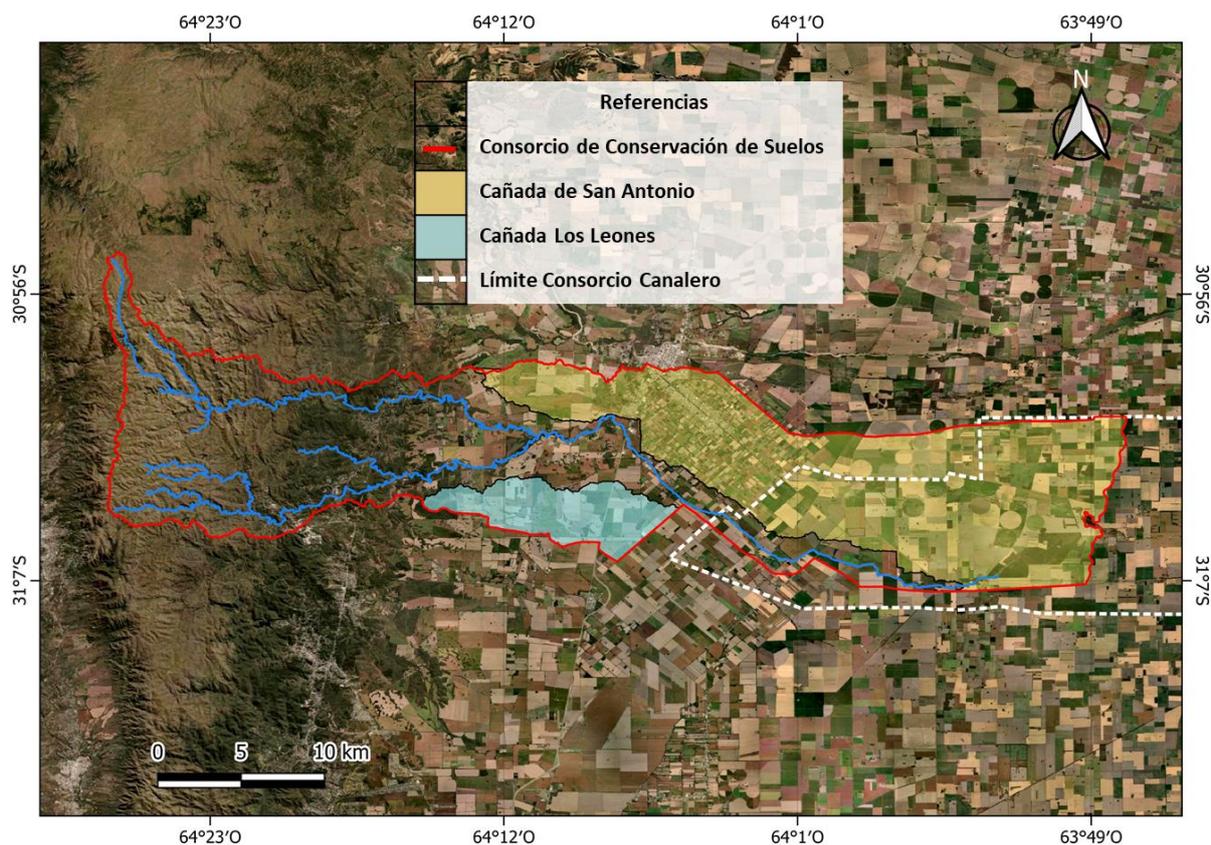


Figura 21. Límites de los consorcios de conservación de suelos y canaletes de la cuenca del río Carnero.

3.3.5. Instrumentos de política y gestión ambiental aplicables

a) Nacionales: Ley N° 25.675/02 – Política Ambiental Nacional

Artículo 8° — Los instrumentos de la política y la gestión ambiental:

1. El ordenamiento ambiental del territorio
2. La evaluación de impacto ambiental.
3. El sistema de control sobre el desarrollo de las actividades antrópicas.
4. La educación ambiental.

5. El sistema de diagnóstico e información ambiental.

6. El régimen económico de promoción del desarrollo sustentable.

b) Provinciales:

• **Ley N° 10.208 - Política Ambiental de la Provincia de Córdoba**

Artículo 8° - La Provincia de Córdoba utilizará en forma prioritaria como instrumentos de política y gestión ambiental los siguientes:

❖ **El ordenamiento ambiental del territorio**

El Ordenamiento Ambiental del Territorio debe asegurar el uso adecuado de los recursos ambientales, posibilitar la producción armónica y la utilización de los diferentes ecosistemas, garantizar la mínima degradación y desaprovechamiento y promover la participación social en las decisiones fundamentales del desarrollo sustentable. Dentro de los objetivos figuran: orientar la formulación, aprobación y aplicación de políticas en materia de gestión ambiental y uso sostenible de los recursos naturales y la ocupación ordenada del territorio, en concordancia con las características y potencialidades de los ecosistemas, la conservación del ambiente, la preservación del patrimonio cultural y el bienestar de la población.

❖ **La evaluación de impacto ambiental**

Entiéndase como Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) al procedimiento técnico-administrativo realizado por la Autoridad de Aplicación, basado en el Estudio de Impacto Ambiental, dictamen técnico, ponencias surgidas de las audiencias públicas u otros mecanismos de participación ciudadana implementados, que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que determinadas políticas y/o proyectos públicos o privados pueden causar en la salud del hombre y/o en el ambiente, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos, con el fin de aprobar o rechazar el Estudio de Impacto Ambiental.

❖ **La evaluación ambiental estratégica**

La Evaluación Ambiental Estratégica es el procedimiento iniciado por el área del ministerio sectorial respectivo para que se incorporen las consideraciones ambientales del desarrollo sustentable al proceso de formulación de las políticas, programas y planes de carácter normativo general que tengan impacto sobre el ambiente o la sustentabilidad, de manera que ellas sean integradas en la formulación e implementación de la respectiva política, programa y plan, y sus modificaciones sustanciales, y que luego es evaluado por la Autoridad de Aplicación. Se aplica obligatoriamente a planes de ordenamiento territorial, planes reguladores intermunicipales o intercomunales, planes regionales de desarrollo urbano y zonificaciones y **al manejo integrado de cuencas** o los instrumentos de ordenamiento territorial que los reemplacen o sistematicen.

❖ **Los planes de gestión ambiental**

Son instrumentos de gestión ambiental continuos en el tiempo. Permiten y orientan la gestión ambiental de los actores que impactan en el ambiente con el propósito de que los procesos de desarrollo propendan a la sostenibilidad. La Autoridad de Aplicación exigirá en todas las Evaluaciones de Impacto Ambiental el acompañamiento del Plan de Gestión Ambiental suscripto por la persona física o el representante legal de la persona jurídica y por un profesional inscripto en el registro que al efecto ésta lleve. El proponente debe acompañar el Plan de Gestión Ambiental con una propuesta de Auditorías Ambientales -a su cargo-, para ayudar a su seguimiento.

❖ **Los sistemas de gestión ambiental**

El Sistema de Gestión Ambiental es aquella parte del sistema general de gestión de una organización privada o pública que comprende su estructura organizativa, las

responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para determinar y llevar a cabo la política ambiental de esa organización.

❖ **El control de las actividades antrópicas**

Los instrumentos de control y fiscalización establecidos en el marco normativo ambiental vigente en la Provincia serán utilizados en el seguimiento de las actividades antrópicas. El control y fiscalización ambiental se desarrollará por la Autoridad de Aplicación a través de las diferentes dependencias administrativas y de la Policía Ambiental creada por Ley N° 10.115.

❖ **La fijación de estándares y normas**

Los estándares o normas fijan reglas técnicas a las que deben ajustarse las personas físicas o jurídicas -públicas o privadas - para evitar efectos perjudiciales sobre el ambiente como consecuencia de su actividad. Se reconocen tres tipos de estándares: “Estándares ambientales”, “Estándares de emisiones o efluentes” y “Estándares tecnológicos”. Compete a la Autoridad de Aplicación fijar e implementar dichos estándares, los que se controlarán a través del sistema de auditorías ambientales.

❖ **La educación ambiental**

Es un instrumento prioritario en la implementación de la Política Ambiental Provincial. La Autoridad de Aplicación coordinará con el Ministerio de Educación la incentivación en el tratamiento de aspectos ambientales en la currícula de la educación formal en los distintos niveles y en la modalidad de la educación no formal e informal.

❖ **La información y diagnóstico ambiental**

Las personas físicas y jurídicas -públicas o privadas- deben proporcionar a la Autoridad de Aplicación la información que esté relacionada con la calidad ambiental y referida a todas las actividades que desarrollan en el territorio provincial. El acceso a la información pública ambiental es un derecho reconocido en la Ley Nacional N°

25.831 - Régimen de Libre Acceso a la Información Pública Ambiental - y en la Ley Nacional N° 25.675 - General del Ambiente.

❖ **La participación ciudadana para la convivencia ambiental**

Todos los ciudadanos tienen derecho a participar y opinar acerca de las acciones, obras o actividades que se desarrollen en el territorio de la Provincia y puedan afectar el ambiente, sus elementos o la calidad de vida de la población.

❖ **El seguro ambiental**

La Autoridad de Aplicación -por vía reglamentaria- determinará qué persona física o jurídica -pública o privada- por la actividad que realice y que entrañe riesgo para el ambiente, los ecosistemas o sus elementos constitutivos, deba contratar un seguro de cobertura con entidad suficiente para garantizar el financiamiento de la recomposición del daño que en su tipo pudiere producir. Asimismo, según el caso y las posibilidades, podrá integrar un fondo de restauración ambiental que permita la instrumentación de acciones de reparación.

❖ **Las medidas de autogestión, incentivos y alicientes ambientales**

Los criterios para la implementación de incentivos y alicientes ambientales tendrán en cuenta que, además del cumplimiento normativo ambiental en el desarrollo de las actividades, se ponderen aquellas actividades, empresas o emprendimientos que hayan reducido la emisión de gases de efecto invernadero, que hayan reducido su huella de carbono; que hayan implementado acciones en el marco de un sistema de responsabilidad empresarial; que promuevan la eficiencia energética y el uso de las energías renovables o alternativas; que propendan a la minimización y gestión integral sustentable de los residuos; y que implementen prácticas de uso de suelo sustentables o conservacionistas.

3.3.6. Autoridades de aplicación y marcos normativos

- **Ley N° 8.936 - De Conservación y Protección de los Suelos y su modificatoria Ley N° 10.669**

Artículo 3: el *Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Ministerio de Servicios Públicos de la Provincia de Córdoba, a través de la Secretaría de Ambiente y Cambio Climático,* o los organismos que los sustituyeran en sus respectivas competencias son la Autoridad de Aplicación de la presente Ley, a excepción de los **Consortios de Conservación de Suelos** y los planes prediales en los que -exclusivamente- la Autoridad de Aplicación es el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Los **planes prediales** deberán ser confeccionados por un ingeniero agrónomo matriculado y habilitado por el Colegio de Ingenieros Agrónomos de la Provincia de Córdoba.

- **Ley N° 5.589 - Código de Aguas para la Provincia de Córdoba**

La Autoridad de Aplicación es el *Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos > Secretaría de Recursos Hídricos > Administración Provincial de Recursos Hídricos.*

Defensa Contra Efectos Nocivos De Las Aguas Atmosféricas – Obras Hidráulicas

Artículo 207: Requisitos para construcción de obras. “Para la construcción de toda obra hidráulica, salvo las que efectúen concesionarios o permisionarios en su propiedad en los casos en que este código ni su título de concesión exijan presentación de planos, **es necesario previa aprobación** y registro en el catastro de agua”.

- **Ley N° 10.208 – Política Ambiental Provincial**

Actualmente la Autoridad de Aplicación es la **Secretaría de Ambiente.**

Artículo 31°: la **Licencia Ambiental** debe ser exigida por todos los organismos de la Administración Pública Provincial y Municipal con competencia en la materia,

quedando expresamente prohibido en el territorio de la Provincia la autorización de obras y/o acciones que no cumplan este requisito.

La Licencia Ambiental es el acto administrativo de autorización emitido por la Secretaría de Ambiente como resultado de la aprobación del proyecto, mediante presentación de Aviso de Proyecto o Estudio de Impacto Ambiental.

- **Ley Nacional 26.331 “Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos” y Ley Provincial N° 9.814 de “Ordenamiento Territorial del Bosque Nativo”**

Actualmente la Autoridad de Aplicación es la **Secretaría de Ambiente**.

Los propietarios de tierras, los productores y titulares de campos, donde se conserva vegetación autóctona, podrán presentar los “*Planes de Conservación del Bosque Nativo e informes de avance*” para acceder a la compensación económica en cumplimiento de la Ley nacional N° 26.331. Dichos planes e informes deben ser elaborados y rubricados en todas sus páginas y anexos por un profesional idóneo y matriculado (ingeniero agrónomo, biólogo o ingeniero forestal).

- **Ley N° 10.663 – Programa de Buenas Prácticas Agropecuarias de Córdoba**

La Autoridad de Aplicación es el **Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Córdoba**. La misma contempla incentivos no reintegrables para los productores que se adhieran al programa y a las instituciones que colaboren en el mismo. De modo que para acceder al mismo se deben cumplir una serie de requisitos para que se obtenga el beneficio.

- **Ley N° 10.467 – Plan Provincial Agroforestal**

La Autoridad de Aplicación es el **Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Córdoba**. Los propietarios rurales deben tener implantada una superficie de entre el 2 y el 5% de su establecimiento con especies arbóreas,

dependiendo de la zona (Fig. 22) y otras variables. Los obligados deben presentar ante la Autoridad de Aplicación, el plan de forestación que detalle y grafique la superficie a implantar, la ubicación de la plantación, las especies arbóreas, el programa anual de ejecución y todo otro aspecto que determine la reglamentación. Dicho plan debe estar refrendado por un **profesional matriculado en la Provincia de Córdoba** idóneo en la especialidad (ingeniero agrónomo, forestal o biólogo).

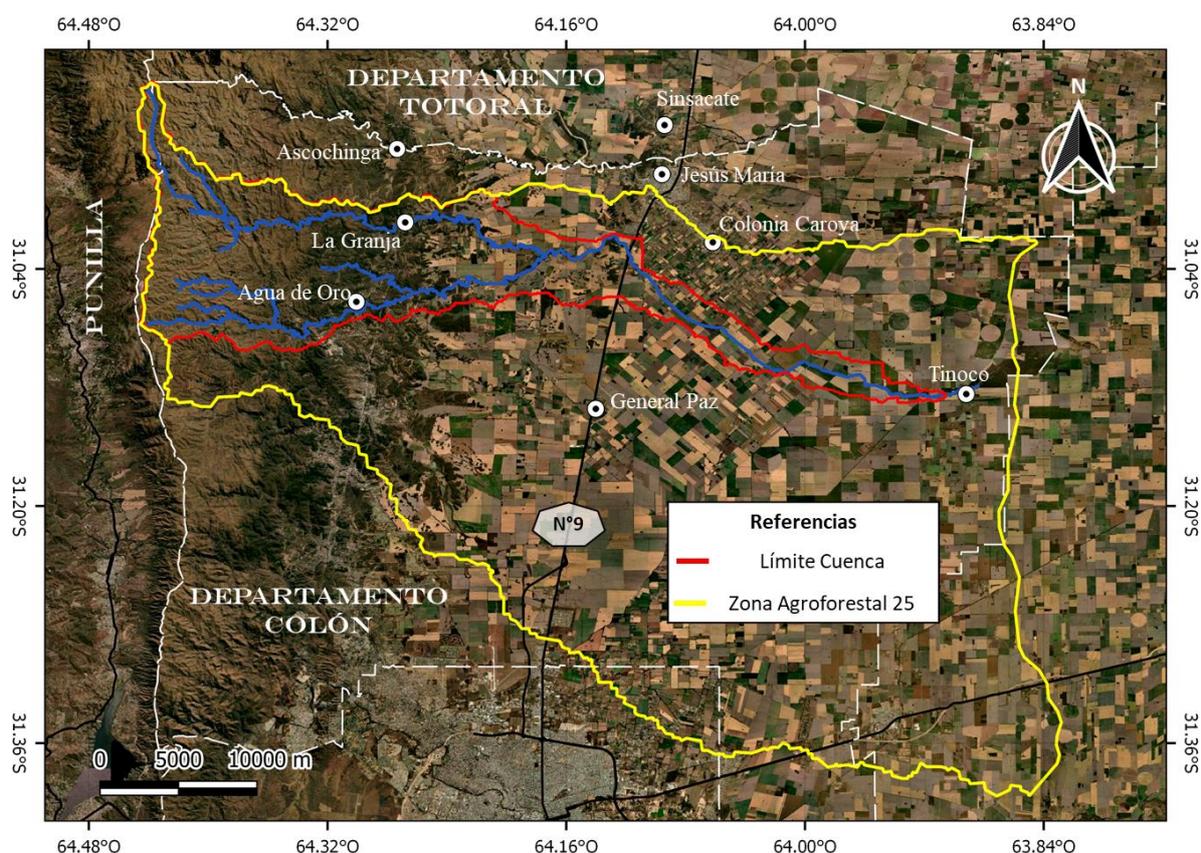


Figura 22. Límites de la “Zona agroforestal 25 Río Carnero y Pichanas – Oeste”. Fuente: Elaboración propia a partir de IDECOR, 2022.

4. DIAGNÓSTICO: IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PROBLEMÁTICAS

En base a la información recolectada y a la bibliografía citada, se reconoce al **manejo inadecuado del suelo** como problema central a abordarse en la cuenca del río Carnero. Existen antecedentes como Barbeito et al. 2001 que manifiestan que el cambio de uso de la tierra es la principal causa de los fenómenos de erosión e

inundación. Esto se debería a la remoción de la vegetación natural y su reemplazo por cultivos agrícolas producidos sin prácticas conservacionistas (Fotografía 10).



Fotografía 10. Erosión hídrica sobre campos con pendiente del Piedemonte Proximal destinados a agricultura sin construcción de terrazas (4/mayo/2022).

Para ejemplificar esta situación, se marca un sector dentro del área del piedemonte proximal donde se analiza el uso actual del suelo en relación a la aptitud productiva del mismo (Fig. 23).

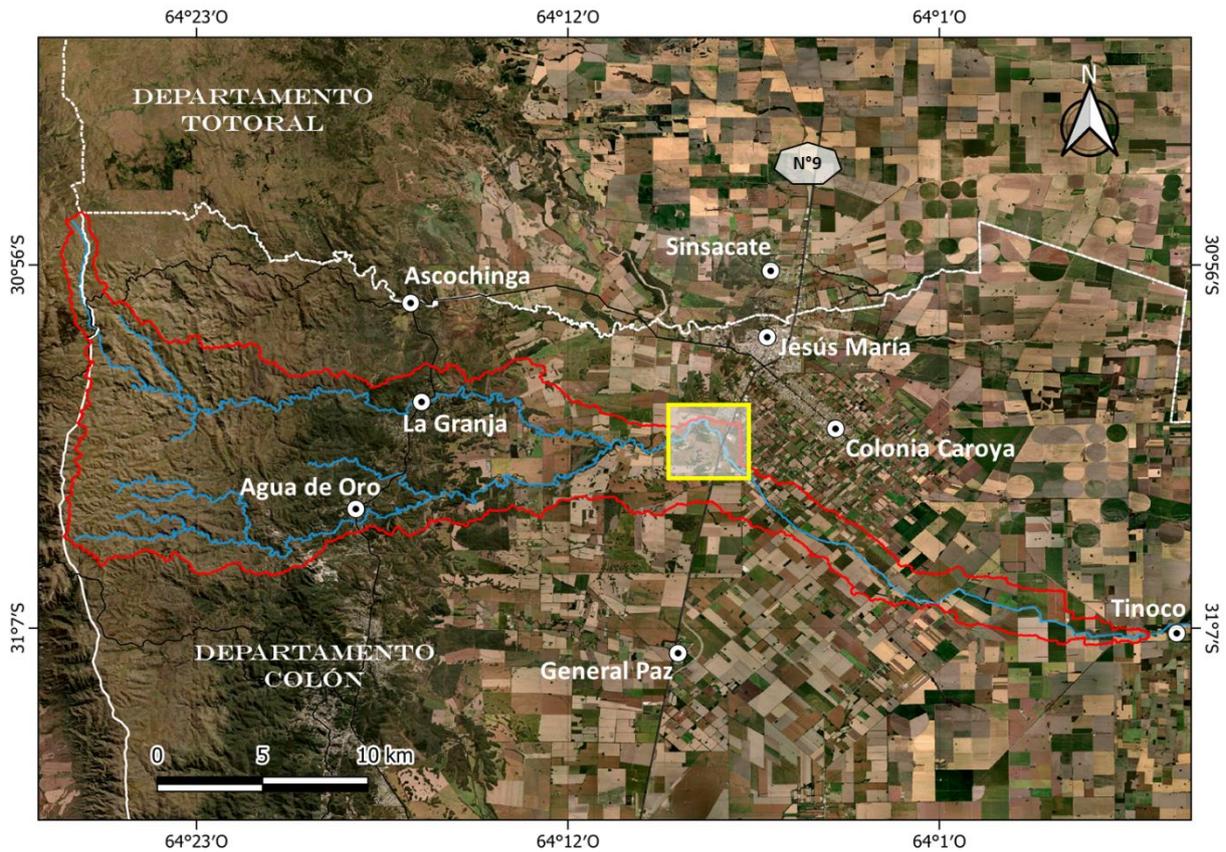


Figura 23. Sector de la cuenca seleccionado para analizar la problemática del manejo del suelo. Elaboración propia.

La Fig. 24 muestra este sector de la cuenca en mayor detalle, en el cual la capacidad de uso de los suelos está definida como clase “Vlec” (color naranja). Como puede verse, existe una incompatibilidad en el uso de la tierra: dentro del polígono clase VI, hay sectores con cultivos de soja. En la misma zona, sobre fondo de imagen satelital, se observan algunos signos de erosión hídrica.

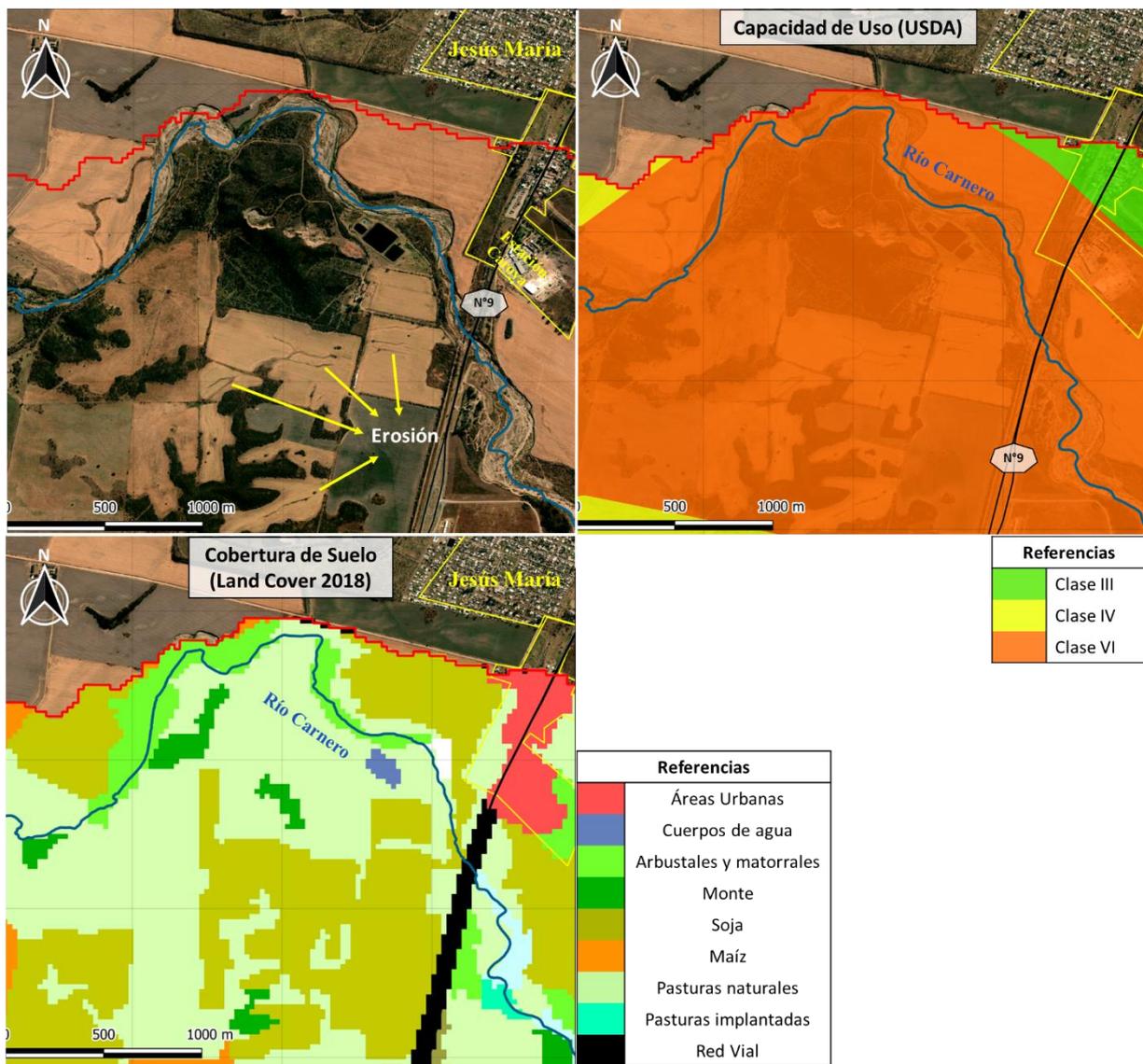


Figura 24. Comparación de la capacidad de uso de las tierras y cobertura del suelo (año 2018) en un sector de la cuenca media del río Carnero. Fuente: Elaboración propia a partir de IDECOR, 2022.

Al cruzar los mapas de Capacidad de Uso y de Cobertura de Suelo pudieron identificarse los sectores de Clases VI y VII con uso actual agrícola, es decir, con un uso del territorio distinto al definido por el mapa de aptitud de suelos (Fig. 25). Estas áreas o “puntos calientes” comprenden algunas de las situaciones de mayor riesgo de erosión y por ende deberían trabajarse con prioridad para el ordenamiento de la cuenca.

Por otra parte, a través del Programa de Buenas Prácticas Agropecuarias puede conocerse el grado de adopción de prácticas culturales e ingenieriles dentro los

sectores agrícolas. En la Fig. 26 se muestran los establecimientos adheridos a las BPA hasta el año 2020, clasificados según las prácticas que realicen. La superficie de estos establecimientos es de 2.236 hectáreas, de las cuales 590 realizan conjuntamente terrazas y rotaciones (tabla 15). Esta distinción adquiere importancia en las tierras con Capacidad de Uso “IVec”, donde el peligro de erosión requiere ambas prácticas de manejo.

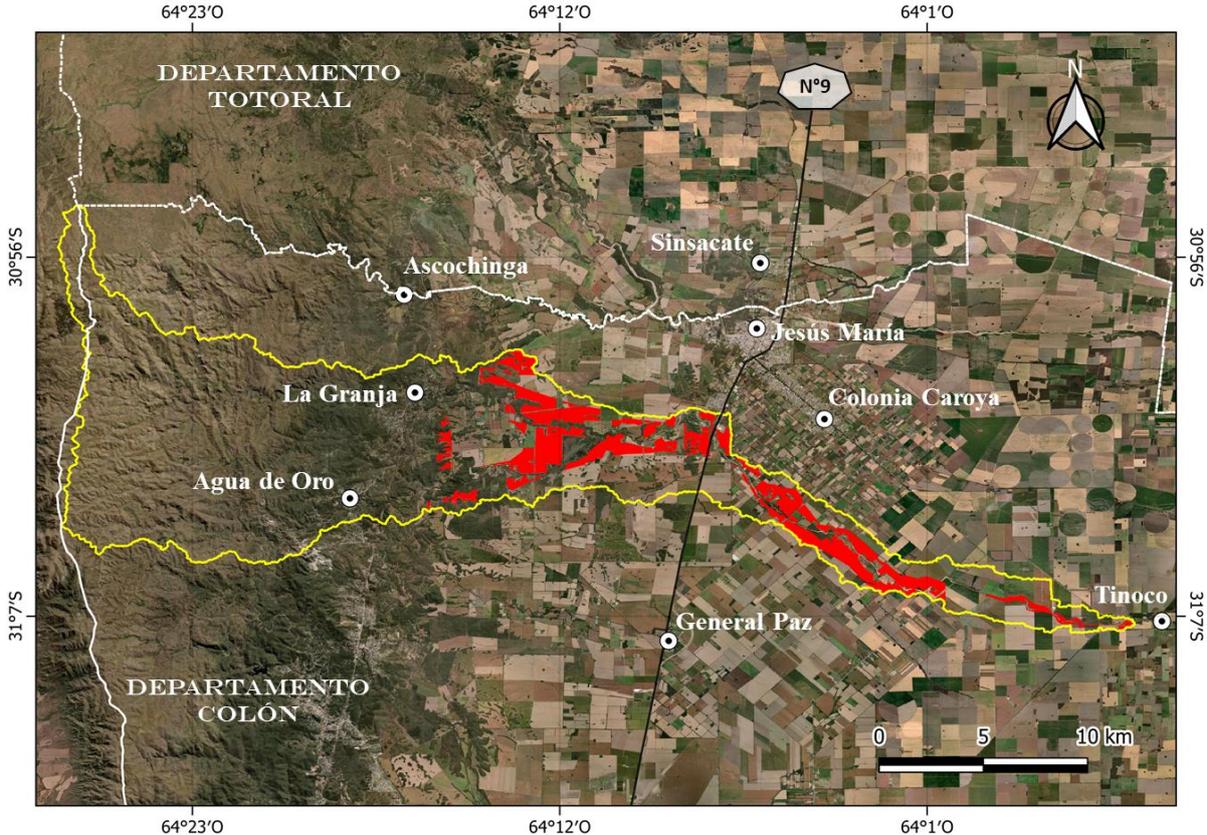


Figura 25. Áreas de aptitud exclusivamente ganadera (clase VI y VII) con uso actual agrícola. Fuente: Elaboración propia a partir IDECOR, 2022.

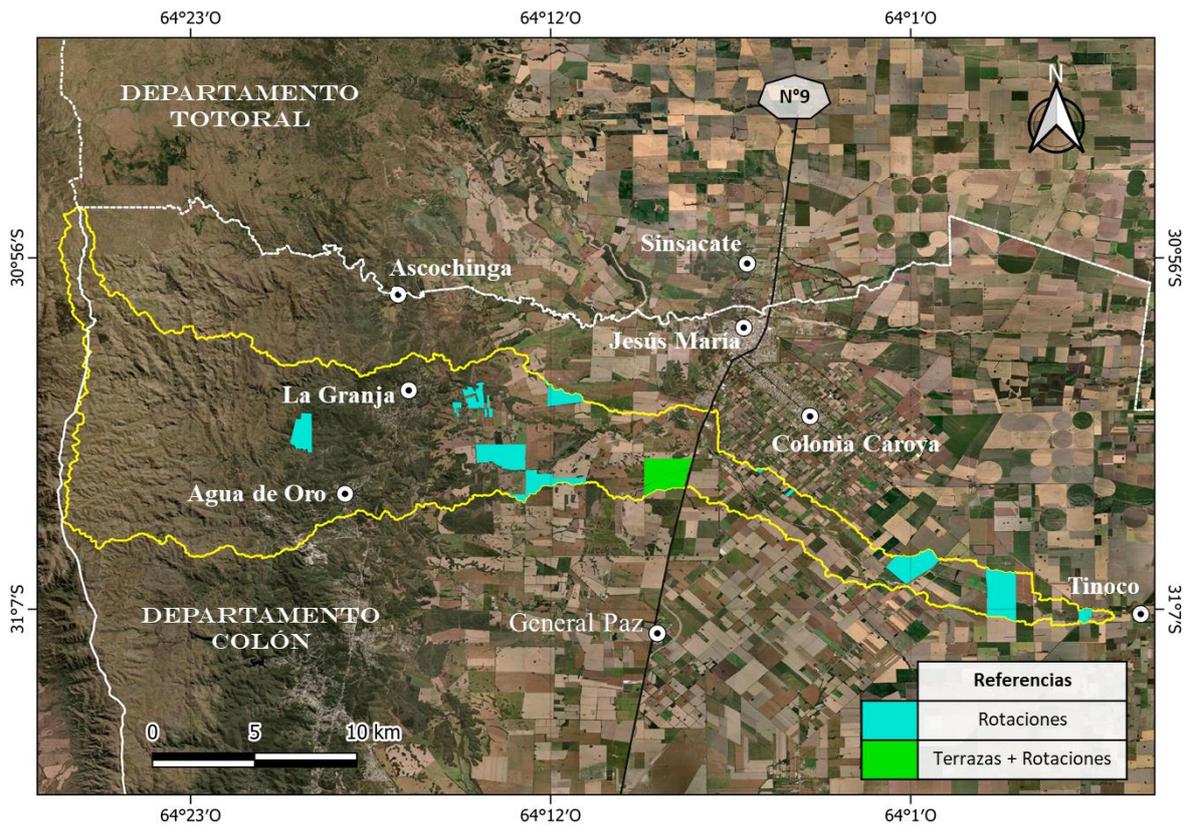


Figura 26. Establecimientos adheridos al Programa de Buenas Prácticas Agropecuarias 2020. Fuente: Elaboración IDECOR, 2022.

Tabla 15. Superficie de los establecimientos BPA en la cuenca del río Carnero.

Categorías de BPA	Hectáreas	% sobre total cuenca
Solo rotaciones	1.646	4,9
Rotaciones y sistematización	590	1,8
Total establecimientos BPA	2.236	6,7
Superficie total de la cuenca	33.575	100

Comparando nuevamente la capacidad de uso con la cobertura actual del suelo y agregando al análisis la ubicación de los establecimientos BPA, se pueden identificar otras áreas de conflicto: tierras de Clase IV_{ec} con uso actual agrícola y sin terrazas. En la Fig. 27 se muestran todas las áreas donde los usos del suelo y las prácticas de manejo no atienden a la aptitud y limitantes expresadas en los mapas de suelos.

En base a los datos de la tabla 16, dentro de las tierras mal manejadas existen 1.955 hectáreas en clase IV y 3.321 hectáreas en clases VI/VII, lo que equivale al 6 y 10% del territorio total de la cuenca respectivamente. Sin embargo, si se considera solo el

área de piedemonte (donde es factible llevar a cabo la producción agrícola-ganadera) la superficie de tierras mal manejadas sería del 37%.

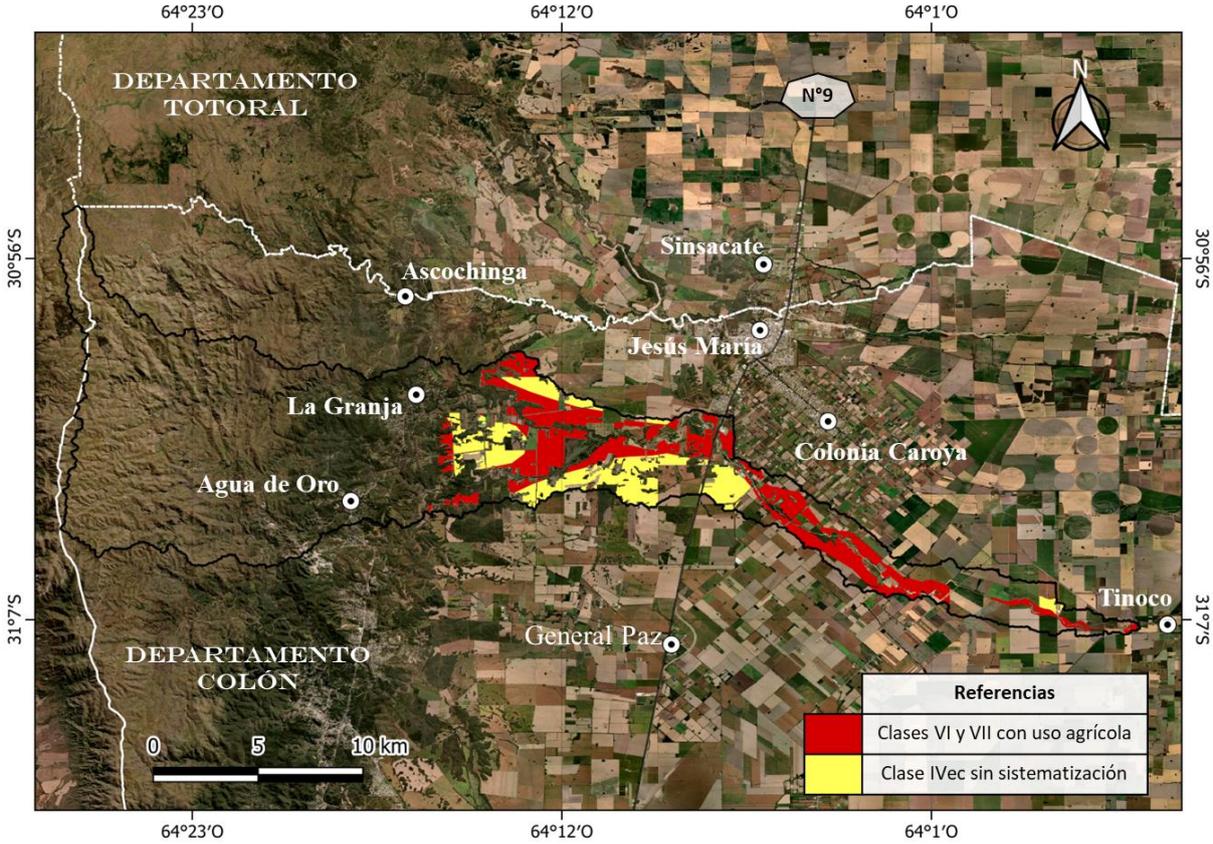


Figura 27. Áreas de conflicto de uso en la cuenca del río Carnero. Fuente: Elaboración propia a partir de IDECOR, 2022.

En cuanto a las BPA, se puede ver que hasta el año 2020 el grado de adopción de prácticas conservacionistas en la cuenca del río Carnero es realmente bajo. Menos de un 7% de la superficie total se encuentra adherida al programa, de la cual menos del 2% está sistematizada con terrazas y prácticas para el control de la erosión hídrica.

Tabla 16. Superficie en hectáreas y % de áreas de conflicto y establecimientos BPA en la cuenca del río Carnero.

Categorías	Hectáreas en toda la cuenca	% en toda la cuenca	Hectáreas en el piedemonte	% en el piedemonte
Clases VI/VII con uso agrícola	3.321	9,9	1.777	24,2
Clase IVec sin sistematización	1.955	5,8	885	12,2
Subtotal áreas de conflicto	5.276	15,7	2.662	36,6
Solo rotaciones	1.646	4,9	702	9,7
Rotaciones y sistematización	590	1,8	590	8,1
Total Establecimientos BPA	2.236	6,7	1.292	17,8
Total área de piedemonte	7.242	21,6		
Superficie total de la cuenca	33.575	100		

5. PROPUESTA DE GESTIÓN - ORDENAMIENTO

El diagnóstico expuesto en el apartado precedente pone en evidencia que la planificación en el uso del suelo en la cuenca del río Carnero es insuficiente para lograr un manejo sustentable y sostenible. No existe una política de aprovechamiento del recurso suelo con base a la fragilidad de cada sector de la cuenca. Por este motivo, antes de poder definir qué medidas deberían tomarse, es necesario ponderar dicho riesgo de degradación de modo que puedan establecerse criterios de prioridad en el ordenamiento.

La misma metodología aplicada en la determinación de las áreas de conflicto se usó para la elaboración de mapas temáticos de mayor detalle espacial, combinando distintas variables para agregar más información para la toma de decisiones. Al cruzar e integrar datos de suelo, vegetación, manejo, capacidad de uso, etc. en una sola capa vectorial, pudo obtenerse una tabla de atributos más completa y detallada. En total se determinaron 38 unidades de mapa con una combinación única de las siguientes características:

- Capacidad de Uso (CU)
- Cobertura de suelo (Land Cover)
- Paisaje o geoforma (tomado de los mapas de suelos a escala 1:500.000)
- Adhesión al Programa de Buenas Prácticas Agropecuarias
- Tipo de Suelo Dominante (Tomado de los mapas de suelos a escalas 1:500.000 y 1:50.000)

Además, se sumaron y estimaron otras variables como:

a) Número de Curva (NC): variable cuantitativa que relaciona características del terreno para determinar el volumen de escorrentía. Explicado más adelante.

b) Compatibilidad de Uso: se establecieron tres categorías:

- (1) Uso Sustentable: cuando exista compatibilidad entre el uso actual del suelo y la Capacidad de Uso de esa unidad cartográfica. Ej: tierras Clase IIIc con cultivos agrícolas y BPA.
- (2) Uso Ineficiente: cuando exista compatibilidad entre el uso actual del suelo y la Capacidad de Uso pero no se empleen prácticas de manejo necesarias. Ej: tierras Clase IIIc con agricultura pero sin BPA o tierras Clase VIec con pasturas pero sin sistematización.
- (3) Uso Riesgoso e Insostenible: cuando no exista compatibilidad entre el uso actual del suelo y la Capacidad de Uso, y además no se empleen prácticas de manejo necesarias: Ej: tierras Clase IVec con agricultura sin sistematización o tierras clase VIec con agricultura.

c) Actor Social Responsable: organismos o personas jurídicas encargadas de mantener el estado de las distintas unidades. Así, los caminos y rutas internas estarán a cargo de Los Consorcios Camineros, las áreas urbanas y periurbanas estarán a cargo de Los Municipios y las tierras rurales a cargo del Consorcio de Conservación de Suelos Río Carnero.

d) Prácticas de Manejo Necesarias: recomendaciones para revertir los conflictos de uso actuales considerando la relación entre compatibilidad de uso y la aptitud productiva.

e) Legislación Aplicable: para cada unidad se determinó cuáles son leyes que mejor instrumenten las Prácticas de Manejo Necesarias a través de los mecanismos de gestión, control, promoción y/o sanción.

En la Fig. 28 se expone el mapa generado distinguiendo las 38 unidades por colores. Este producto supone un avance en el nivel de detalle y escala de la información geográfica de la cuenca, al menos en términos interpretativos, que sirve como

diagnóstico de problemáticas para priorizar zonas a tratar en base a distintos objetivos.

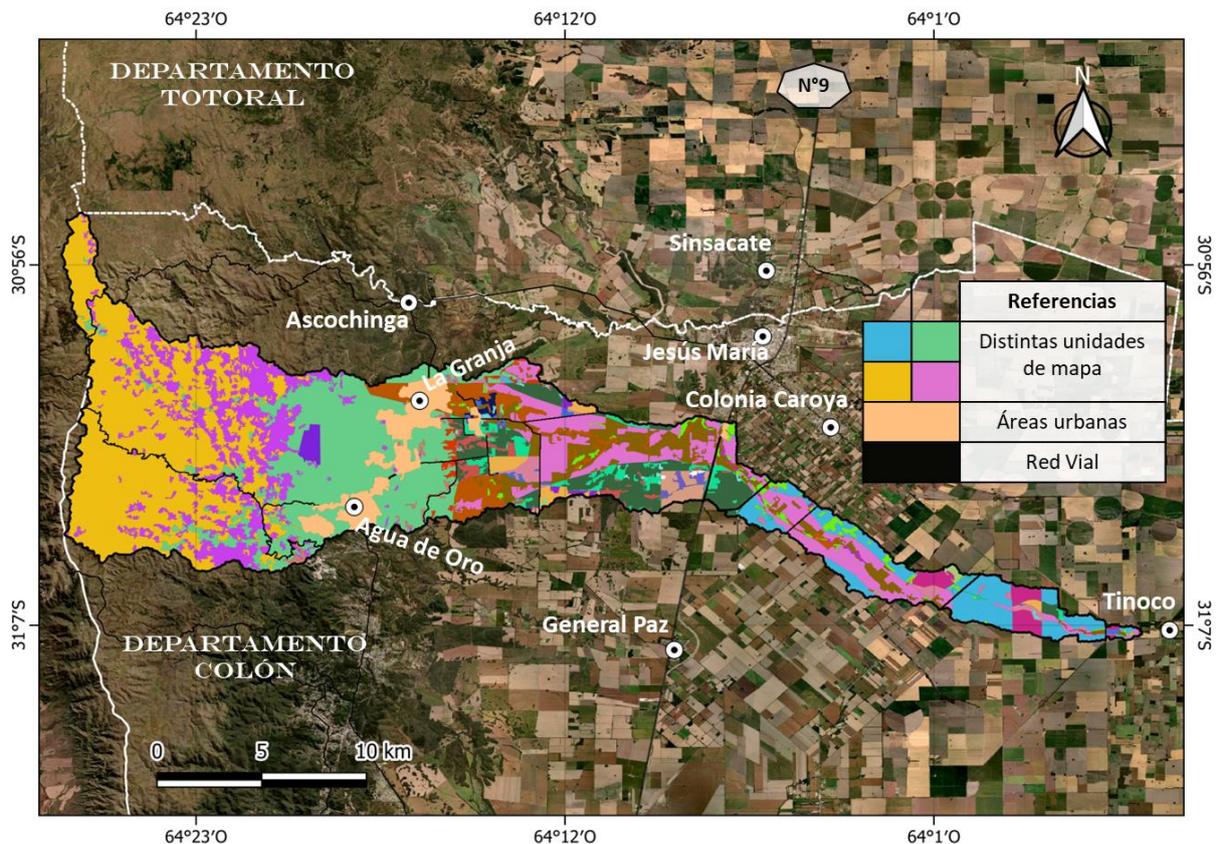


Figura 28. Nuevas unidades de mapa definidas a partir de la combinación de variables geográficas.

5.1. Elaboración de mapas temáticos y utilitarios

Conocer cómo los conflictos de uso y limitantes naturales varían dentro de la cuenca permitirá sugerir planes de ordenamiento y prácticas de manejo dirigidas a problemas específicos en orden de prioridad. Para la elaboración de los mapas temáticos se clasificó la capa resultante de la Fig. 28 según los distintos campos que componen la tabla de atributos.

5.1.1. Mapa de Erosión Hídrica Potencial

La erosión hídrica es el arrastre del suelo por la acción del agua. De manera natural, las pendientes pronunciadas y los suelos someros de las sierras favorecen este proceso en la cuenca alta del río Carnero. Así mismo, las cuencas media y baja

presentan signos de erosión actual y marcada peligrosidad debido a la mayor alteración antrópica sobre los ecosistemas.

Para poder definir cuáles son las áreas de mayor riesgo, se utilizó el método del Número de Curva (NC) desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS) del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (Martínez de Azagra et al., 2003). El mismo resume las condiciones del terreno para la producción de escurrimientos en un número determinado por parámetros como:

- **Cobertura de suelo:** monte, pastizal, cultivos, pavimento, etc. (tomado del Land Cover)
- **Tratamiento o prácticas de manejo:** cultivos en surcos o en curvas de nivel, con o sin cobertura de rastrojos, terrazas, etc. (inferido a partir del mapa de BPA)
- **Grupo hidrológico de suelo:** existen 4 grupos (A, B, C y D) según la capacidad de infiltración, textura y permeabilidad. En este caso, se eligieron las series dominantes de cada unidad cartográfica de las cartas de suelos (datos analíticos en anexo) y se asociaron a los distintos grupos según tablas (anexo).
- **Estado hidrológico:** condición hidrológica del terreno que depende de la pendiente y del grado de cobertura de la vegetación. Este parámetro se definió arbitrariamente teniendo en cuenta la capacidad de uso y el tipo de BPA.

El número de curva puede estar comprendido entre 0 y 100. Números de curva altos implican escorrentías elevadas (infiltraciones bajas, pendientes mayores). En cambio, números de curva bajos aseguran altas tasas de infiltración, baja escorrentía superficial y escasa erosión hídrica (Martínez de Azagra et al., 2003).

Para elegir el número de curva se utilizaron tablas que ofrecen distintas condiciones edáficas y de sistemas de producción, tomando la situación que mejor se asemeje a la de cada unidad (Anexo).

Los resultados obtenidos se representan en la Fig. 29 que muestra el mapa de riesgo de erosión hídrica en base al NC. Dada la cantidad de valores obtenidos, se definieron rangos para su mejor representación gráfica.

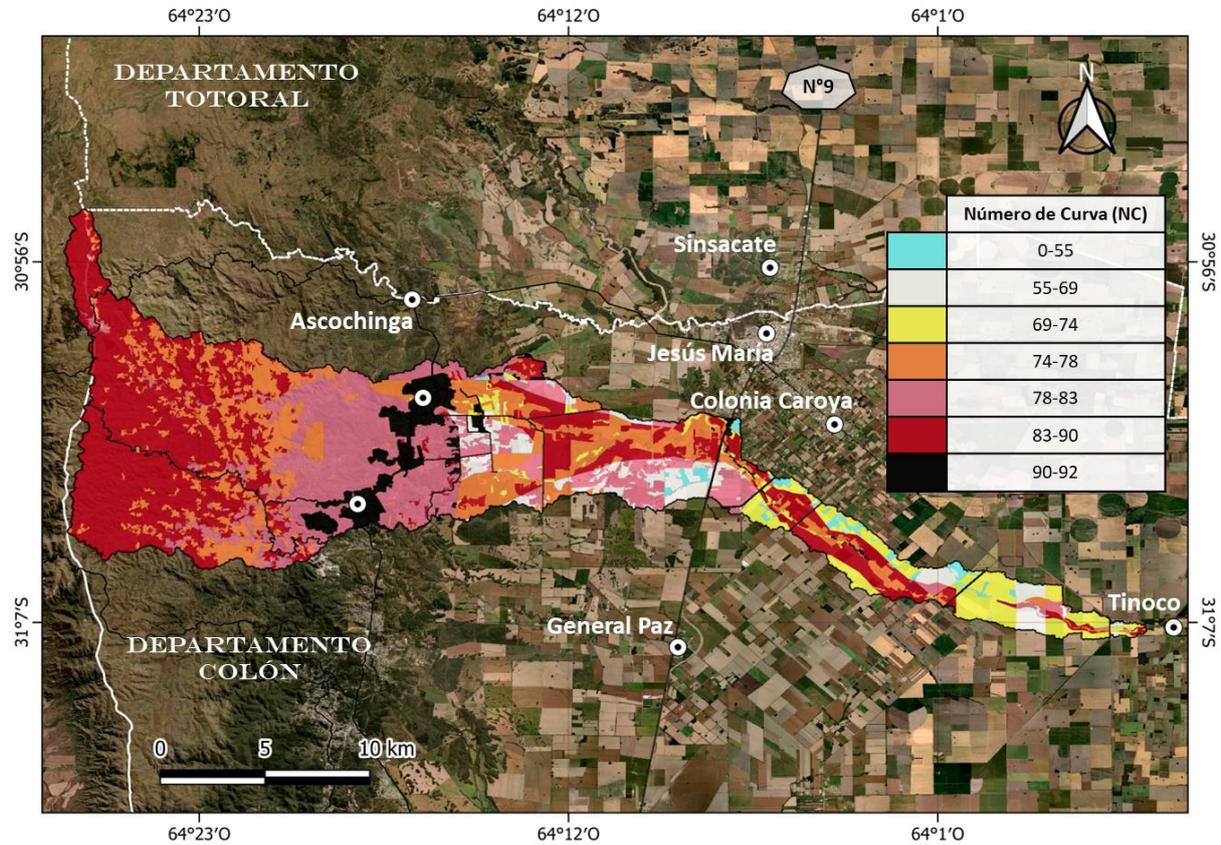


Figura 29. Mapa de riesgo de erosión hídrica del río Carnero en función del Número de Curva (SCS). Elaboración propia.

La tabla 17 está realizada a partir de la tabla de atributos del archivo vectorial y muestra únicamente las variables utilizadas para la determinación del número de curva de las 38 unidades. Puede apreciarse que el NC varía para un mismo tipo de suelo según la vegetación presente y las prácticas realizadas. De manera general, los suelos con pasturas tienen NC más bajos que los destinados a agricultura, y en ambos casos las unidades sistematizadas reducen el NC con respecto a las no sistematizadas.

Tabla 17. Números de Curva determinados en la cuenca del río Carnero.

CU	Suelo	Cobertura	BPA (tratamiento)	Estado	NC		
IIIc	Serie LA EMILIA Haplustol típico, limosa fina Tipo de Suelo: B	Cultivos agrícolas	Rotaciones	Bueno	69		
			Sin BPA	Bueno	74		
		Matorrales	Rotaciones	Bueno	48		
			Sin BPA	Bueno	48		
		Monte	Rotaciones	Bueno	55		
			Sin BPA	Bueno	55		
		Pasturas	Rotaciones	Bueno	35		
			Sin BPA	Bueno	35		
		IVec	Perfil 64 Haplustol típico, limosa gruesa Fase: ligeramente erosionada Tipo de Suelo: B	Cultivos agrícolas	Rotaciones	Bueno	75
					Sin BPA	Pobre	80
Rotaciones+Terrazas	Bueno				69		
Matorrales	Rotaciones			Bueno	48		
	Sin BPA			Regular	60		
	Rotaciones+Terrazas			Bueno	48		
Monte	Rotaciones			Regular	60		
	Sin BPA			Regular	60		
	Rotaciones+Terrazas			Bueno	55		
Pasturas	Rotaciones			Bueno	61		
	Sin BPA			Bueno	61		
	Rotaciones+Terrazas			Bueno	35		
	Rotaciones			Bueno	82		
Vlec	Perfil 65 Haplustol típico, franca gruesa Fase: ligeramente inclinada Tipo de Suelo: C			Cultivos agrícolas	Sin BPA	Pobre	87
		Rotaciones	Bueno		65		
		Matorrales	Sin BPA	Regular	70		
			Rotaciones	Regular	73		
		Monte	Sin BPA	Pobre	77		
			Rotaciones	Bueno	70		
		Pasturas	Sin BPA	Regular	75		
			Rotaciones	Bueno	70		
		VIIes	Serie CERRO NEGRO Ustorthent lítico, esquelética franca Tipo de Suelo: D	Cultivos agrícolas	Sin BPA	Pobre	91
					Rotaciones	Bueno	73
Matorrales	Sin BPA			Regular	77		
	Rotaciones			Bueno	77		
Monte	Sin BPA			Regular	79		
	Pastizal natural			Regular	84		
Pasturas	Sin BPA			Regular	84		
	Cuerpos de agua				92		
Áreas misceláneas	Rutas - Caminos				92		
	Urbanizaciones				92		

Analizando los rangos extremos, se observa que los colores negros (de mayor NC) están asociados a áreas misceláneas compuestas por urbanizaciones y rutas, prácticamente impermeables, mientras que los colores celestes (de menor NC) corresponden a tierras de Clase IVec con pasturas y terrazas, como también las Clase IIIc con vegetación de pastizales.

Los colores rojos representan tanto la parte más alta de la cuenca (suelos clase VIIes con pendientes elevadas) como las tierras de aptitud ganadera con manejo agrícola. Estas últimas constituyen las de mayor riesgo actual, considerando que la cobertura del suelo provista por estos cultivos disminuye significativamente en época de cosecha, pudiendo aumentar aún más el NC o potencial de escurrimiento.

Los colores rosados quedan integrados por parte del área de sierras (Clase VIIes con Monte) y por las tierras Clase IVec con cultivos agrícolas sin sistematización. De modo similar, los naranjas se distribuyen tanto en la cuenca alta (Clase VIIes + Matorrales + Suelo tipo D) como en la cuenca media y baja sobre las tierras Clase VIec con vegetación natural o pasturas pero sin sistematización.

Por último, los suelos de clase IIIc, poco erodables y de buen drenaje, están en su mayoría bajo agricultura, pudiendo distinguirse que los lotes con BPA (blancos) presentaron una susceptibilidad menor que los sin BPA (amarillos) debido al efecto favorable de las rotaciones sobre la infiltración.

Algunas conclusiones obtenidas a partir de este mapa:

- Las prácticas de gestión u ordenamiento en la cuenca del río Carnero deben arrancar prioritariamente por el área del Piedemonte Proximal, donde existen ambientes con mayor potencial de escorrentía y uso antrópico actual inadecuado. Debería comenzarse por los sectores rojos a ambas márgenes del río y por la sistematización de los rosados sobre las Clases VIec y IVec respectivamente.
- La cuenca alta posee valores de NC muy altos debido a la topografía y a la escasa profundidad de los suelos. Naturalmente, los excedentes hídricos nacen de este punto y se concentran sobre los cauces de los ríos San Cristóbal y La Granja. En efecto, es fundamental mantener la cubierta vegetal lo más densa posible y en caso de degradación restaurarla con especies nativas y/o mejorarla con otras adaptadas.

- Aunque poco susceptibles a la erosión, las tierras de la cuenca baja son destinadas en su totalidad a la realización de cultivos agrícolas sin implementación de buenas prácticas agropecuarias. Los NC disminuyeron en lotes con BPA y pasturas. Esto se explicaría por el efecto favorable que las rotaciones y la cobertura vegetal viva tienen sobre la infiltración y la estructura de los suelos al protegerlos del impacto de la gota de lluvia, aumentar el contenido de carbono orgánico y disminuir la evapotranspiración.

5.1.2. Mapa de eficiencia en el uso del suelo y de prioridad de ordenamiento

Se definieron 3 categorías de prioridad para comenzar a ordenar la cuenca según el grado de compatibilidad entre Capacidad de Uso, vegetación actual y tipo de BPA (Fig. 30).

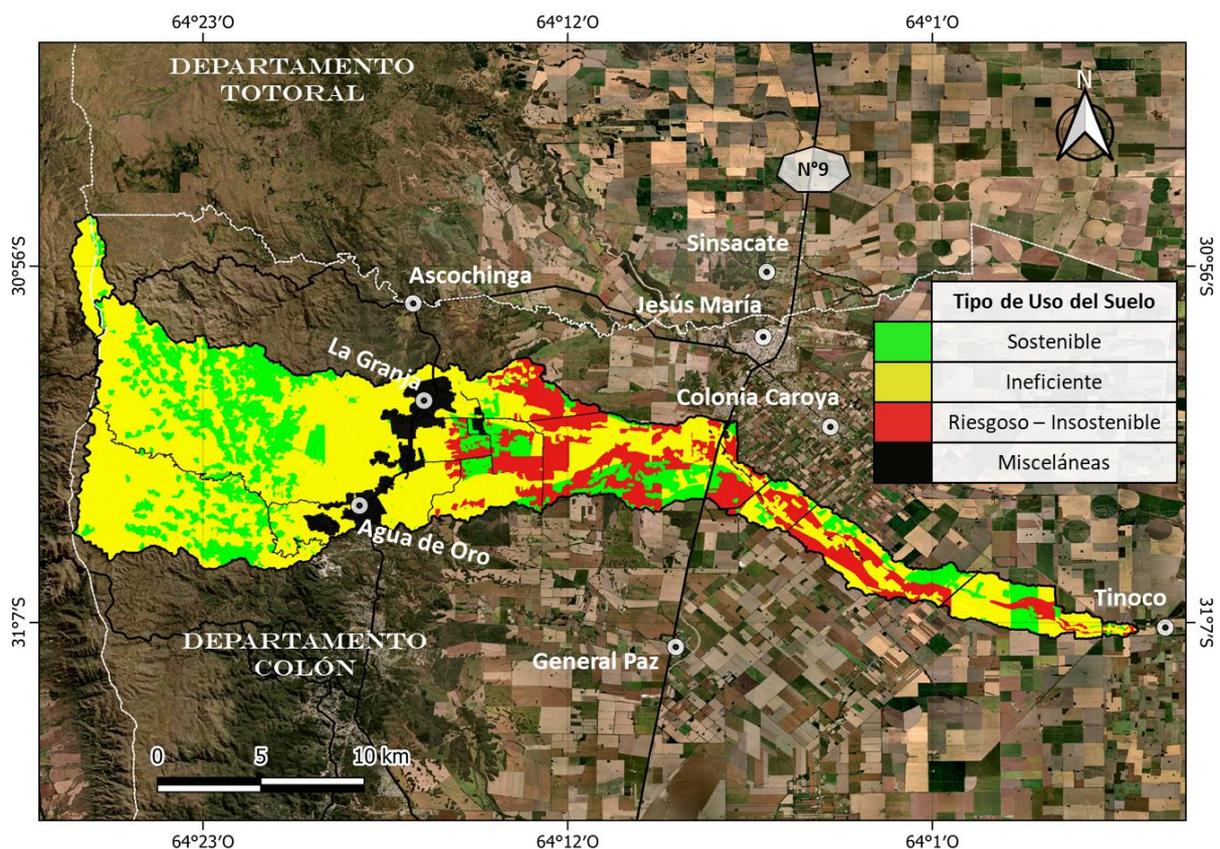


Figura 30. Mapa de eficiencia en el uso del suelo de la cuenca del río Carnero.

- a) **Uso Riesgoso e Insostenible (áreas de conflicto):** no existe compatibilidad entre el uso actual del suelo y la Capacidad de Uso, y además no se empleen

prácticas de manejo necesarias. Deben ser tratadas primero a fines de no tener que sobredimensionar las obras hidráulicas o el accionar sobre las demás.

- b) **Uso Ineficiente:** se respeta la capacidad de uso pero no se complementa el manejo con prácticas conservacionistas. Deberían incorporar BPA para mejorar su aprovechamiento y condición hidrológica, disminuyendo los valores de NC.
- c) **Uso Sostenible o Responsable:** establecimientos donde se respeta la capacidad de uso, están cubiertos con vegetación o cultivos acordes y/o se aplican prácticas conservacionistas.

5.1.3. Mapa de actores responsables

La Fig. 31 muestra la jurisdicción de los distintos actores involucrados en el área de la cuenca del río Carnero que deben atender a las problemáticas específicas de cada territorio. Brevemente se describen las funciones de cada organismo y que leyes instrumentan su accionar.

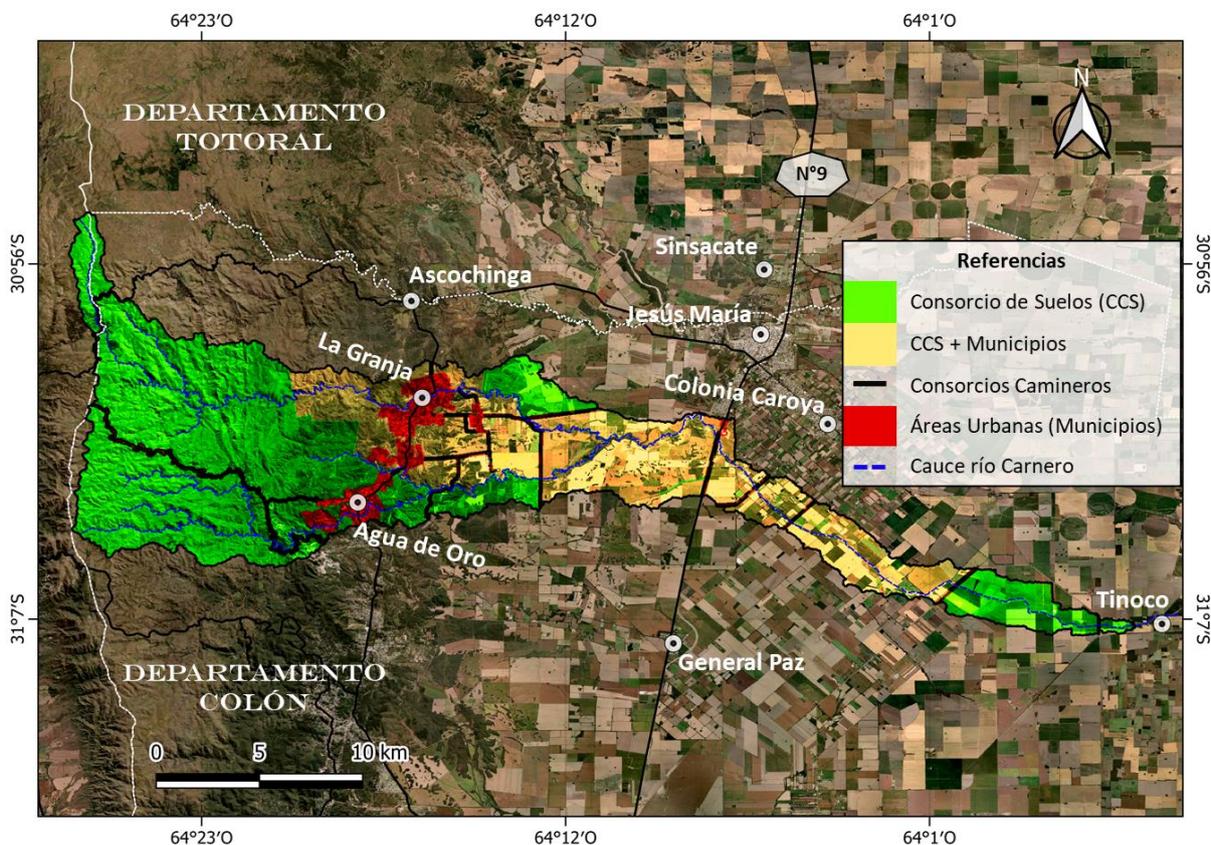


Figura 31. Mapa de principales actores sociales en la cuenca del río Carnero.

- **Consortios Camineros:** son instituciones sin fines de lucro, cuya responsabilidad civil es la de conservar los caminos de la zona (líneas negras), determinados previamente por la Dirección de Vialidad. Los Consortios se rigen por la ley N° 6.233 y es la Dirección de Vialidad el organismo público encargado de controlar su funcionamiento.
- **Municipios:** los polígonos color rojo abarcan las áreas urbanas de las distintas localidades comprendidas dentro de la cuenca. Los municipios están encargados del manejo de los bosques y los árboles de los entornos urbanos y periurbanos que pueden contribuir a la gestión sostenible de las cuencas hidrográficas y del desarrollo urbano sostenible. Al reducir la erosión, mitigar el clima y las inundaciones, los bosques son fundamentales para proteger y conservar las cuencas hidrográficas que abastecen a las comunidades urbanas. Deben brindar especial atención a las áreas frágiles, como las laderas pronunciadas en las sierras y las riberas de los ríos (FAO, 2016).
- **Consortio de Conservación de Suelos río Carnero:** persona jurídica conformada por los productores agropecuarios cuyo accionar está instrumentado bajo la ley N° 8.863 de Consortios de Conservación de Suelos mediante el decreto 151/04. Los productores conformantes tienen la obligación de llevar adelante proyectos de protección del recurso suelo ante la erosión, mediante trabajos de infraestructura prediales e intraprediales.

5.2. Soluciones propuestas

5.2.1. Mapa de acción

En base a las limitaciones edafoclimáticas y al uso actual, se propone la ejecución de prácticas de conservación instrumentadas en las distintas leyes ambientales para solucionar los conflictos propios de cada unidad, respetando su capacidad de uso.

En el marco de la ley N° 10.208 de Política Ambiental, se propone un plan de ordenamiento territorial de la cuenca del río Carnero, que permita un uso del suelo y manejo de la vegetación de acuerdo con los mapas de Capacidad de Uso (Fig. 11) y de Riesgo de Erosión Hídrica (Fig. 29), tomando como áreas prioritarias a las definidas en el mapa de Eficiencia en el Uso del Suelo (Fig. 30).

Los instrumentos de gestión, incentivo y fiscalización recomendados para el ordenamiento de la cuenca deberían ser aplicados según el mapa de la Fig. 32, ser llevados a cabo principalmente por el Consorcio de Conservación de Suelos Río Carnero (Fig. 31) y controlados por las autoridades de aplicación pertinentes.

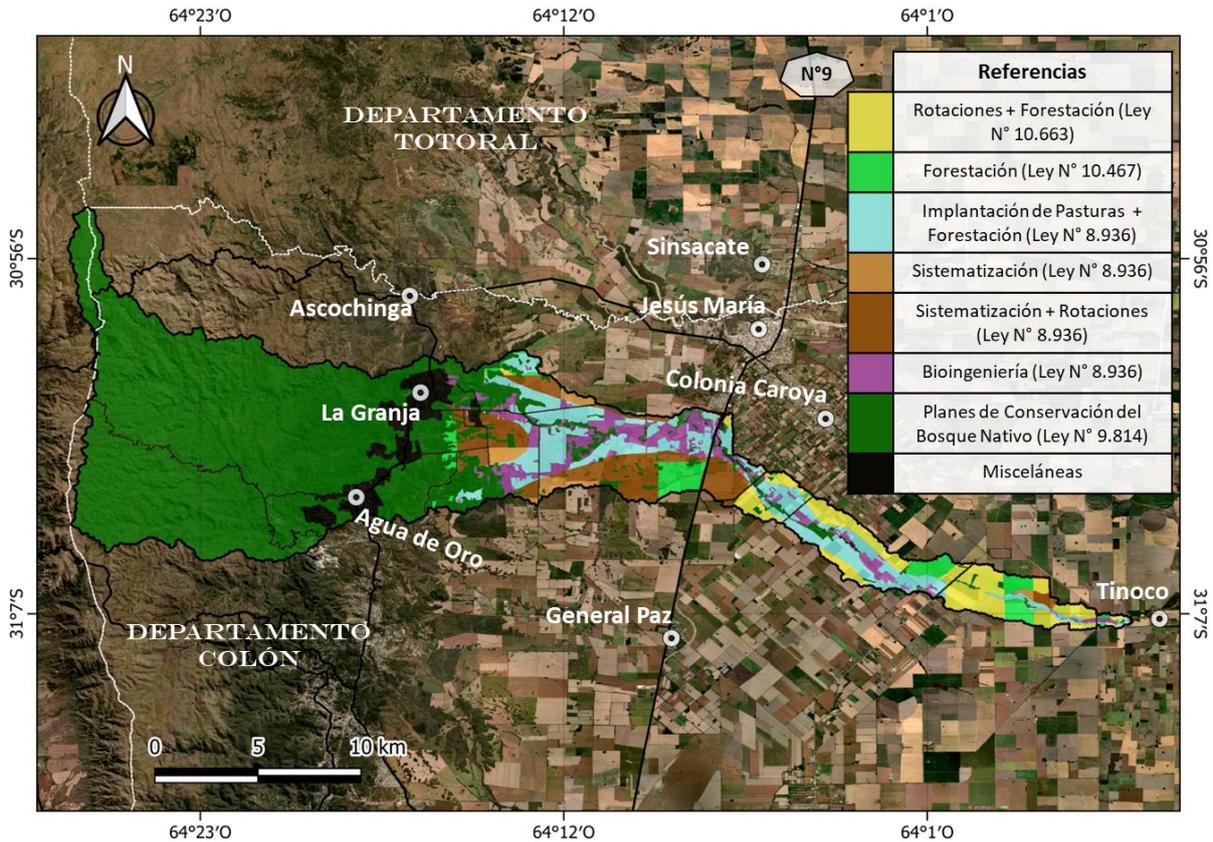


Figura 32: Mapa de prácticas recomendadas para el ordenamiento de la cuenca del río Carnero.

Dentro de las acciones enmarcadas en la legislación vigente de la provincia de Córdoba, se propone:

- Para resolver el inconveniente de la pérdida de la vegetación natural que se da sobre todo en la zona serrana y en el piedemonte proximal, los propietarios de

tierras, productores y titulares de campos, deben presentar los “Planes de Conservación del Bosque Nativo” instrumentados en la ley provincial N° 9.814 de “*Ordenamiento Territorial del Bosque Nativo*”, a partir de los cuales pueden acceder a una compensación económica en cumplimiento de la ley nacional N° 26.331.

- En aquellos campos de la cuenca media y baja, ubicados en el piedemonte distal, principalmente destinados a la actividad agrícola, deben implementarse las prácticas de manejo consignadas en las leyes N° 10.663 “*de Buenas Prácticas Agropecuarias*” y N° 10.467 “*Plan Provincial Agroforestal*”. En virtud de esta última, los propietarios rurales deben tener implantada una superficie de entre el 2 y el 5% de su establecimiento con especies arbóreas. En aquellos campos ya adheridos a las BPA, se debe cumplir con la forestación establecida en el Plan Agroforestal.
- Si bien la forestación contribuiría a mitigar los efectos causados por la escorrentía y las sucesivas pérdidas de suelo en los campos cultivados del piedemonte proximal, los instrumentos más eficientes en este sentido serán los de las leyes N° 8.936 y N° 10.669 “*De Conservación y Protección de los Suelos*”. Bajo esta ley, los planes prediales de los establecimientos rurales deberán tener un relevamiento altimétrico y planificar un uso del suelo compatible con la capacidad de uso de las tierras, siendo necesaria la construcción de terrazas, microembalses o canales, la implantación de pasturas y/o prácticas de bioingeniería según corresponda.
- A su vez, el Programa de Buenas Prácticas Agropecuarias proporcionará los incentivos para la aplicación de otros programas y leyes, al mismo tiempo que promoverá acciones como el asociativismo y la capacitación de los productores y profesionales que intervengan en la presentación de los planes de gestión. Por este motivo, es necesaria la completa adhesión de todos los productores del Consorcio de Conservación de Suelos Río Carnero en el programa.

5.2.2. Manejo del “Área de Interés Ambiental y Natural Protegida Río Carnero”

Para cumplir con la “Ordenanza Municipal N° 2.361/2020” de Colonia Caroya, que establece a esta área como “No urbanizable, de uso agroecológico y forestal” se recomiendan las siguientes técnicas de bioingeniería:

- En las riberas de los ríos San Cristóbal, La Granja y Carnero establecer fajas forestales para controlar la erosión de márgenes. Para ello se recomienda utilizar especies arbóreas en combinación con vegetación herbácea para el mantenimiento de la biodiversidad. Como vegetación de ribera adaptada a inundaciones pueden usarse especies como sauce criollo (*Salix humboldtiana*), durazno del campo (*Kageneckia lanceolata*), lecherón (*Sapium haematospermum*) o blanquillo (*Sabastiana commersoniana*). Otras especies complementarias útiles a este propósito son el algarrobo blanco (*Prosopis alba*) y negro (*P. nigra*), quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), espinillo (*Acacia caven*), tusca (*A. aroma*), tala (*Celtis tala*) y/o chañar (*Geoffroea decorticans*).
- La forestación de cárcavas con especies arbóreas y/o arbustivas para controlar la erosión del piso de las mismas es una medida a tomar en conjunto con otras prácticas como la parabolización. Una buena elección sería la implantación de estacas de álamos (ejemplo: *Populus deltoides*) que son especies muy plásticas y de rápido crecimiento.
- De manera complementaria, es importante realizar la praderización de canales de desagüe y cabeceras de lotes próximos a zanjas y cárcavas. Para este propósito, se recomienda sembrar especies anuales de rápido crecimiento y rústicas como moha, sorgo o gramilla, incluso combinadas con especies perennes a sembrarse en otoño.

- La vegetación ejerce su influencia estabilizadora de los materiales del suelo tanto a través de la acción de la porción viva y muerta superficial (tallos, hojas, residuos) como subterránea (raíces, materia orgánica humificada, etc.). Algunas de estas prácticas pueden combinarse con estructuras inertes, tales como muros de piedra o gaviones, de modo de aprovechar los beneficios estructurales de los componentes vegetativos y no vegetativos (Cisneros et al., 2012).

5.2.3. Plantación forestales y reforestación en área de las Sierras Chicas

Ambas prácticas pueden realizarse con múltiples objetivos como aumentar la biodiversidad, recuperar la belleza escénica de los ambientes degradados y a su vez aprovechar una producción maderable y/o no maderable. Para este propósito puede aprovecharse la ley nacional N° 25.080 de “*Inversiones para Bosques Cultivados*”, la cual otorga un Apoyo Económico No Reintegrable (AENR) a los nuevos emprendimientos forestales implantados y a las ampliaciones de los bosques existentes. Para actividades de plantación y enriquecimiento de los bosques nativos con especies nativas y exóticas de alto valor comercial el AENR se incrementa 10%. Se recomienda utilizar especies nativas propias de esta región fitogeográfica. Entre ellas, los algarrobos (*Prosopis sp.*) y los quebrachos (*Schinopsis marginata* y *Aspidorperma quebracho-blanco*) son especies plásticas que pueden ser aprovechadas para producción de madera.

Será importante considerar el tipo de suelo dentro del área de la cuenca para elegir las especies mejor adaptadas. Por ejemplo: los *Prosopis* pueden crecer sobre suelos arenosos, francos y arcillosos, medianamente profundos, tanto en terrenos llanos como en las sierras hasta 1000 m de altura, pero sólo ocupando los valles y quebradas. Son poco tolerantes a suelos superficiales y rocosos, por ese motivo no se recomienda su plantación en laderas.

6. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

En el territorio de la cuenca del río Carnero no existe una planificación estratégica en el uso de los recursos naturales, principalmente con lo que respecta al aprovechamiento de los suelos y de la vegetación autóctona. El manejo agronómico ineficiente de las tierras rurales, la degradación del bosque nativo en el área serrana y el bajo grado de sistematización de los terrenos con pendiente, son condiciones que favorecen los escurrimientos hídricos y que se evidenciaron por Números de Curva más altos en comparación con situaciones prístinas o campos aterrizados. Los sectores más vulnerables en este sentido se identificaron en la zona de transición entre los ambientes de sierras y piedemonte, donde las actividades agropecuarias no se realizan en sintonía con la Capacidad de Uso definidas en los mapas de suelos, generando erosión hídrica de márgenes y en forma de surcos fácilmente observables desde imágenes satelitales.

Se debe comprender que cualquier efecto degradante del ambiente constituye un incumplimiento de los principios de la ley provincial N° 10.208 de Política Ambiental establecidos en su artículo 4, especialmente el “principio de sustentabilidad”, donde se establece que el aprovechamiento de los recursos naturales debe realizarse de manera tal que no comprometa las posibilidades de las generaciones presentes y futuras. Por otra parte, las pérdidas de biodiversidad y de suelo por escorrentía en la cuenca del río Carnero significan también un incumplimiento de la “Cláusula Ambiental” del artículo 41 de la Constitución Nacional, la cual establece que el daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer.

Afortunadamente, existen instrumentos de gestión, incentivo y fiscalización útiles dentro de la legislación provincial y nacional para poder diseñar un Plan de Ordenamiento Territorial en base a las aptitudes productivas de los distintos sectores

de la cuenca del río Carnero. Entre otras, las leyes provinciales N° 10.669 “*De Conservación y Protección de los Suelos*” y N° 9.814 de “*Ordenamiento Territorial del Bosque Nativo*” proveen los marcos necesarios para la utilización racional de los recursos dentro de una cuenca hidrográfica y de una región fitogeográfica específica. Sumado a esto, en la cuenca ya se encuentra conformado el Consorcio de Conservación de Suelos, lo que supone un gran avance en la cooperación entre los actores sociales involucrados.

Como resultado de las recomendaciones propuestas, es de esperar que disminuyan los impactos negativos del uso y manejo actual, al recuperar la vegetación arbórea en la parte alta de la cuenca, y al utilizar los suelos de la parte media, en el piedemonte distal, de acuerdo con la Capacidad de Uso. Esto traería aparejados beneficios en los sectores bajos de la cuenca al recibir menos excedentes hídricos y suelo erosionado, mitigando las inundaciones y la sedimentación. Las mejoras en las condiciones hidrológicas y de cobertura vegetal podrían ser evaluadas posteriormente con un nuevo mapa de riesgo de erosión, recalculando los números de curva.

Algunas consideraciones finales a tener en cuenta:

- Sería ideal que las medidas necesarias para el ordenamiento se realicen de manera coordinada entre todos los actores sociales. Aprovechando el auge de los Consorcios de Gestión Integrada de Cuencas Hídricas (como el de los ríos Pinto y Jesús María), debería conformarse uno en la cuenca del río Carnero de modo de aunar los consorcios canaleros, camineros y de conservación de suelos y consolidar entonces una sola unidad de planificación y gestión territorial para los proyectos y obras orientadas a la resolución de las problemáticas hídrica, agropecuaria y de infraestructura.

- La información geográfica utilizada para el desarrollo de este trabajo está limitada por su resolución espacial y año de publicación. Tal es el caso de los mapas de suelos a escala 1:500.000 que pueden generalizar las limitantes y productividades de las tierras en un sector de la cuenca. Del mismo modo, los mapas de cobertura de suelo y de los establecimientos BPA reflejan una situación de uso de suelo puntual de un año, la cual puede haber cambiado actualmente. Por lo tanto, para un diagnóstico más preciso y para planear un mejor manejo intrapredial, sería de suma utilidad un relevamiento altimétrico y de suelos más detallado, junto con un seguimiento más frecuente de las rotaciones y prácticas conservacionistas.
- No debe dejarse de lado el análisis social, económico y cultural. Aunque dado lo expuesto, pareciera se cuenta con la información y la legislación necesarias para llevar a cabo las soluciones propuestas, muchas veces las acciones se ven condicionadas por factores como la rentabilidad económica, la idiosincrasia productiva actual de campos arrendados, la falta de fiscalización y control por parte de las autoridades de aplicación, entre otros. En pocas palabras, este tipo de planes no pueden establecerse solamente mediante una ley, sino que deben ser fruto de los consensos entre usuarios de la tierra, entes gubernamentales, instituciones educativas, organizaciones civiles, el sector científico-tecnológico, etc.

7. BIBLIOGRAFÍA

Barbeito O.; M. Lilian y A. Silvio, 2001. Análisis hidrogeomorfológico de la Cuenca del río Carnero y Derrames Asociados. Departamento Colón, Provincia de Córdoba. Informe DIPAS. Pág 1-15.

Barbeito, O.L.; F. Muracciole; N. Raptópulos; A. L. Rydzewski. 2014. Riesgo de inundación en la cuenca baja del río Carnero. Provincia de Córdoba. INA- CIRSA; Facultad de Filosofía y Humanidades, Dto. de Geografía, Universidad Nacional de Córdoba; CONICET, UNC.

Boletines oficiales de la provincia de Córdoba

- 28 de mayo de 1973. Ley provincial N° 5.589.
- 9 de agosto de 2000. Ley provincial N° 8.863.
- 23 de julio de 2001. Ley provincial N° 8.936.
- 10 de agosto de 2010. Ley provincial N° 9.814.
- 27 de junio de 2014. Ley provincial N° 10.208.
- 8 de noviembre de 2019. Ley provincial N° 10.663.
- 19 de mayo de 2020. Ley provincial N° 10.669.

Campi, M.; M. L. Mosciaro; R. Rodríguez Castro. (2018). *Plan Estratégico para el Desarrollo Territorial de La Granja*. Secretaría de Planificación Territorial y Coordinación de Obra Pública. Ministerio de Obras Públicas y Vivienda. Presidencia de la Nación.

CAPELLO, H., FERPOZZI, L., GIUSIANO, A., ORTEGA, G. y TROMBOTTO, G., 1980. Estudio de prefactibilidad técnica-económica y humana, para el emplazamiento de una presa en el arroyo "Vertientes de la Granja", en el departamento Colón. Provincia de Córdoba. Cátedra de Geotecnología II, Informe inédito.

- Capitanelli, R. G., 1979. Clima. En: Vázquez, J.B. (Eds.) Geografía Física de la Provincia de Córdoba.
- Carignano C, Kröhling D, Degioanni S & M. Cioccale (2014). Geología de Superficie, Geomorfología. Relatorio del XIX Congreso Geológico Argentino. 747-821.
- Carta Orgánica Municipal de Colonia Caroya. 2020. Concejo Deliberante de Colonia Caroya.
- Cioccale, M. A. (1999). *Investigación geomorfológica de cuencas serranas: estudio geomorfológico integral: morfodinámica, morfometría y morfogénesis del flanco oriental de las Sierras Chicas de Córdoba*. Tesis doctoral no publicada. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- Cisneros, J. M.; Cholaky, C. G.; Cantero Gutierrez, A.; González, J. G.; Reynero, M. A.; Diez, A.; Bergesio, L.; Cantero, J. J.; Núñez, C.; Amuchástegui, A. Y A. J. Degioanni. 2012. Erosión hídrica. Principios y técnicas de manejo. *Capítulo 7: Control de erosión en áreas críticas. Técnicas de bioingeniería*. Ed. Unirio, UNRC, Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
- Cisneros J. M., De Prada J., Degioanni A., Cantero A., Gil H., Reynero M. A., Shah F., Bravo Ureta B. 2004. Erosión hídrica y cambio de uso de los suelos en Córdoba: Evaluación mediante el modelo RUSLE 2. Actas XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Paraná
- Constitución de la Nación Argentina. 1994.
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/804/norma.htm>
- Dottori Fontanarrosa S. (2012). *Aplicación de SIG para el modelado Hidrogeomorfológico de la Cuenca del Río Carnero: Implicancias ambientales*. Tesis

de grado no publicada. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

FAO, 1979. Soil Survey Investigation for Irrigation. FAO Soils Bulletin N°42. Roma.

FAO, 2016. Directrices para la silvicultura urbana y periurbana, por Salbitano, F., Borelli, S., Conigliaro, M. y Chen, Y. 2017. Directrices para la silvicultura urbana y periurbana, Estudio FAO: Montes N° 178, Roma, FAO.

García, C. L. (16 de abril de 2019). *Land Cover Córdoba... ¿Qué es el nuevo Mapa de Cobertura de Suelo de la Provincia?* IDECOR. <https://idecor.cba.gov.ar/land-cover-cordoba-que-es-el-nuevo-mapa-de-cobertura-de-suelo-de-la-provincia/>

Gorgas J. y Tassile, J.L. (Editores). 2003, 2006. Recursos Naturales de la provincia de Córdoba. Los Suelos. Escala 1:500.000. Agencia Córdoba DACYT-SEM, INTA.

IDECOR, 2022. Mapas Córdoba.

- Buenas Prácticas Agropecuarias 2019-2020: <https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/317/view>
- Cartas de suelo: <https://mapascordoba.gob.ar/viewer/#/mapa/334>
- Catastro online: <https://mapascordoba.gob.ar/viewer/#/mapa/15>
- Coberturas de suelo: <https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/24/view>
- Mapa vial: <https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/336/view>
- Valor de la tierra rural 2021: <https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/358/view>

Instituto Geográfico Nacional (IGN), 2022. <https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG>

INTA y Gobierno de la Provincia de Córdoba. (2003). Hoja 3163-13 Jesús María. Serie Carta de Suelos de la República Argentina. Córdoba. Escala 1:50.000

INTA y Gobierno de la Provincia de Córdoba. (2010). Hoja 3163-20 Río Primero. Serie Carta de Suelos de la República Argentina. Córdoba. Escala 1:50.000

- Jarsún, B. A., H. Bosnero, et al. (1991). *Estudio de los suelos de los distritos de riego de las colonias Caroya, Vicente Agüero, La Cotita y Elena*. Consejo federal de inversiones, dirección de proyectos de infraestructura y servicios, provincia de Córdoba, subsecretaría de gestión ambiental.
- Klingebiel AA & PH Montgomery. (1961). Land capability classification. Agricultural Handbook 210, Soil Conservation Service, U.S.D.A., Washington D.C. Pp 1-21.
https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_052290.pdf
- Lucca, C.; R. del Sueldo; N. Vaudagna. (2017). *Plan Estratégico de Desarrollo Local Colonia Caroya. Primer informe de avance*.
<http://coloniacaroya.gov.ar/PDF/PLANESTRATEGICODEDESARROLLOLOCALD ECOLONIACAROYA.pdf>
- Luti, R., Bertran De Solis, M. A., Galera, F. M., Muller, N., Berzal, M., Nores, M., Herrera, M. A. Y Barrera, J. C., 1979. Vegetación. En: Vázquez JB, Miatello RA & ME Roque. Geografía Física de la Provincia de Córdoba, 297-368. Banco de la Provincia de Córdoba. Editorial Boldt, Buenos Aires, Argentina.
- Martínez de Azagra, J. Mongil y J. del Río. (2003). *Pequeña guía de uso del modelo MODIPÉ*. Disponible en: <http://www.oasification.com/>
- Monzani, F. (5 de enero de 2022). *Nuevo mapa de valores actualizados de la tierra rural en la Provincia de Córdoba*. IDECOR. <https://idecor.cba.gov.ar/nuevo-mapa-informa-los-valores-actualizados-de-la-tierra-rural-en-la-provincia-de-cordoba/>
- OMIXOM Ingeniería Electrónica. (2017). *Ordenamiento de los escurrimientos hídricos de las cuencas de los ríos Carnero, Guanusacate, Pinto, Los Mistoles y otros arroyos menores*. Sociedad Rural de Jesús María.
https://srjm.org.ar/suelos/Barrancas/plan%20master/OMIXON_Final.pdf

Ordenamiento Territorial Córdoba, 2022. Bases Ambientales para el Ordenamiento Territorial del Espacio Rural de la Provincia de Córdoba. Disponible en: <http://www.ordenamientoterritorialcba.com/web3/>

United States Department of Agriculture (USDA). Soil Survey Staff. 2014. Keys to Soil Taxonomy, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.

8. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO DEL RÍO

CARNERO

La información alfanumérica georreferenciada y los datos recopilados y generados fueron organizados en una Base de Datos asociada a un Sistema de Información Geográfico (SIG). Esto permite organizar y brindar acceso adecuado a la información, en soporte físico digital y a través de la web, tanto de los datos de base como de los productos derivados generados en este Trabajo Integrador Final.

Se trabajó con el software QGIS de código abierto usando el sistema de coordenadas UTM.

Se generaron los siguientes mapas:

- Ubicación Geográfica y División Política
- Mapa de Subcuencas
- Esquema Geomorfológico
- Mapa de Curvas de Nivel a 50m y 100m
- Mapa de suelos a distintas escalas
- Aptitud de las tierras en base a Capacidad de Uso (USDA)
- Mapa de cobertura y uso actual del suelo
- Valor de las tierras rurales 2021
- Ubicación de pluviómetros
- Mapa de áreas de conflicto
- Mapa de Erosión Hídrica Potencial en base a NC (SCS)
- Mapa de Eficiencia en el Uso del Suelo
- Mapa de actores responsables
- Mapa de acción y legislación aplicable

9. ANEXOS

Tabla 18. Tablas para obtención del Número de Curva. Martínez de Azagra et al. 2003

Tipo de vegetación	Tratamiento	Condición Hidrológica	Tipo de suelo			
			A	B	C	D
Barbecho	Desnudo	-	77	86	91	94
	CR	Pobre	76	85	90	93
		Buena	74	83	88	90
Cultivos alineados	R	Pobre	72	81	88	91
		Buena	67	78	85	89
	R + CR	Pobre	71	80	87	90
		Buena	64	75	82	85
	C	Pobre	70	79	84	88
		Buena	65	75	82	86
	C + CR	Pobre	69	78	83	87
		Buena	64	74	81	85
	C + T	Pobre	66	74	80	82
		Buena	62	71	78	81
	C + T + CR	Pobre	65	73	79	81
		Buena	61	70	77	80
Cultivos no alineados, o con surcos pequeños o mal definidos	R	Pobre	65	76	84	88
		Buena	63	75	83	87
	R + CR	Pobre	64	75	83	86
		Buena	60	72	80	84
	C	Pobre	63	74	82	85
		Buena	61	73	81	84
	C + CR	Pobre	62	73	81	84
		Buena	60	72	80	83
	C + T	Pobre	61	72	79	82
		Buena	59	70	78	81
	C + T + CR	Pobre	60	71	78	81
		Buena	58	69	77	80
Cultivos densos de leguminosas o prados en alternancia	R	Pobre	66	77	85	89
		Buena	58	72	81	85
	C	Pobre	64	75	83	85
		Buena	55	69	78	83
	C + T	Pobre	63	73	80	83
		Buena	51	67	76	80
Pastizales o pastos naturales	-	Pobres	68	79	86	89
	-	Regulares	49	69	79	84
	-	Buenas	39	61	74	80
Pastizales	C	Pobres	47	67	81	88
		Regulares	25	59	75	83
		Buenas	6	35	70	79
Matorral-herbazal, siendo el matorral preponderante	-	Pobres	48	67	77	83
	-	Regulares	35	56	70	77
	-	Buenas	≤30	48	65	73
Combinación de arbolado y herbazal, cultivos agrícolas leñosos	-	Pobres	57	73	82	86
	-	Regulares	43	65	76	82
	-	Buenas	32	58	72	79
Montes con pastos (sistemas silvopastoriles)	-	Pobres	45	66	77	83
	-	Regulares	36	60	73	79
	-	Buenas	25	55	70	77
Camino con asfalto	-	-	74	84	90	92

* En terrenos con pendiente menor a 2% se considera siempre que el cultivo es según curvas de nivel

Significado de las abreviaturas:

- **CR:** con cubierta de rastrojos que ocupe al menos el 5% de la superficie del suelo durante todo el año.
- **R:** si las labores culturales (labranza, siembra, etc.) se realizan en línea recta, sin considerar la pendiente del terreno.
- **C:** si el cultivo se realiza siguiendo las curvas de nivel.
- **T:** si se trata de terrenos sistematizados (terrazas con desagüe para la conservación de suelos).

Tabla 19. Tabla para la elección del grupo hidrológico de suelos según el Servicio de Conservación de Recursos Naturales de los Estados Unidos (NRCS). Modificada de López Alonso (2001)

Suelo	Capacidad de infiltración con humedad elevada	Tasa de infiltración (mm.h ⁻¹)	Profundidad Efectiva	Textura	Drenaje
A	Alta	7,62 – 11,43	Elevada	Arenosa Arenoso franca	Excesivo
B	Moderada	3,81 – 7,62	Mediana a elevada	Franca Franco limosa/arenosa Franco arcillo arenosa	Bueno a moderado
C	Escasa	1,27 – 3,81	Mediana a pequeña	Franco arcillosa Franco arcillo limosa Arcillo limosa/arenosa	Imperfecto
D	Muy escasa	0 – 1,27	Escasa (Litosoles) Horizontes arcillosos Nivel freático alto	Arenosa (somero) Arcillosa	Pobre o muy pobre

* **La profundidad del suelo y la permeabilidad de la roca madre deben ser consideradas a la hora de fijar el tipo de suelo. Así, suelos someros (con profundidad menor de 30 cm) sobre una roca madre impermeable se comportan como suelos tipo D** (Martínez de Azagra et al., 2003). Por esta razón, se determinó que la Serie Cerro Negro (Ustorthent lítico) se clasifique como suelo tipo D ya que, a pesar de tener textura arenoso franca, presenta solo 16 cm de perfil hasta el contacto con la roca.

* La series La Emilia y el Perfil 64 (ambos Haplustol típicos) se clasificaron como suelos tipo B por tener texturas franco limosa y franca respectivamente. Además, poseen buena profundidad efectiva y buen drenaje.

* **“El horizonte a considerar dentro del perfil debe ser siempre el más impermeable”** (Martínez de Azagra et al., 2003). La serie La Caroyense es el suelo al cual se asocian los Haplustoles típicos de la unidad **“MNtc-21”** con capacidad de uso **“Vlec”** (Gorgas y Tassile, 2006). Si bien su perfil modal es algo excesivamente drenado, en esta unidad se presenta en fase ligeramente inclinada y con drenaje algo impedido. Además, posee un subsuelo franco limoso a franco arcillo limoso (horizonte 2C_k), con tan solo 1,5% de arenas, coincidiendo con los requisitos para suelos tipo C. A continuación, se transcriben las descripciones de las series y unidades cartográficas elegidas para la determinación del Número de Curva. Las familias texturales se actualizaron a Soil Taxonomy 2014 (USDA).

Tabla 20. Series y unidades cartográficas representativas de la cuenca del río Carnero.

Serie	Cerro Negro	La Emilia	Perfil 65	Perfil 64
Unidad	CN7	LEm8	MNtc-21	MNtc-29
Escala	1:50.000		1:500.000	
Fuente	Hoja 3163-13 Jesús María. 2003	Hoja 3163-20 Río Primero. 2010	Los Suelos. 2006	

9.1. Unidades cartográficas elegidas como representativas

9.1.1. Complejo de Series CERRO NEGRO en fase muy escarpada 60%;

ESTANCIA TODOS LOS SANTOS 10% y 30% de roca expuesta

Símbolo: CN7

Capacidad de Uso: Viles

Índice de Productividad: 2

Sectores muy quebrados ubicados en el nacimiento de arroyos permanentes con pendientes muy escarpadas (mayores al 45%) de bajísima aptitud para pastoreo. Las limitantes son la escasa presencia de suelo; pendientes muy escarpadas casi inaccesibles y rocosidad extrema. La vegetación natural consiste en un gramíneo muy escaso donde la presencia de suelo lo permite.

9.1.2. Asociación de Series LA EMILIA 70% y BARRANCA YACO 30%

Símbolo: LEm8

Capacidad de Uso: IIIc

Índice de Productividad: 68

Unidades cartográficas correspondientes a la Pampa Loésica Alta. La pendiente regional es de aproximadamente 0.5%. Los suelos son de excelente aptitud individual estando la serie La Emilia en sectores relativamente más elevados y Barranca Yaco en las suaves concavidades, esta última con excelente retención de humedad por la presencia de horizontes subsuperficiales enriquecidos en arcillas iluviales. Se han desarrollado sobre derrames de desbordes distales o loess redepositado. Como inclusiones puede encontrarse esta última serie con una ligera acumulación o engrosamiento del horizonte superficial y presenta, por otra parte, una ligera susceptibilidad a la erosión hídrica que requiere prácticas muy sencillas de aplicar. La red caminera puede conducir excesos hídricos hacia el este ocasionando trasvasamiento de subcuencas a pequeña escala. Son tierras aptas para los cultivos normales de la región con buenos rendimientos.

9.1.3. Unidad MNtc-21

Índice de productividad de la unidad: 42

Aptitud de uso: Clase VI

Fisiografía: Pampa loésica plana, áreas de derrame

Composición:

- **Suelos de lomas de interfluvio (Haplustol típico; ver Perfil 65) 40%.**
Moderadamente bien drenado; profundo (+ de 100 cm); franco limoso en superficie; franco limoso en el subsuelo; moderadamente bien provisto de materia orgánica; moderada capacidad de intercambio; ligeramente inclinado (1-0.5%).

Limitantes: Drenaje algo impedido. Ligera susceptibilidad a la erosión hídrica.

- **Suelos de planos de interfluvio (Ustorthent típico) 30%.** Moderadamente bien drenado; profundo (+ de 100 cm); franco arenoso en superficie; franco arenoso en el subsuelo; moderadamente salino; moderadamente pobre en materia orgánica; moderada capacidad de intercambio.

Limitantes: Drenaje algo impedido. Salinidad moderada.

- **Suelos de derrames (Ustifluent típico; ver Perfil 111) 30%.** Moderadamente bien drenado; profundo (+ de 100 cm); franco arenoso en superficie; franco arenoso en el subsuelo; moderadamente salino; moderadamente pobre en materia orgánica; moderada capacidad de intercambio.

Limitantes: Drenaje algo impedido. Salinidad moderada.

9.1.4. Unidad MNtc-29. Piedemonte oriental, muy ondulado

Índice de productividad de la unidad: 43

Aptitud de uso: Clase IV

Composición:

- **Suelos de pendientes medias y bajas (Haplustol típico; ver Perfil 64) 40%.** Bueno a algo excesivamente drenado; profundo (+ de 100 cm); franco en superficie; franco en el subsuelo; moderadamente bien provisto de materia orgánica; moderada capacidad de intercambio; moderadamente inclinado (3.5-1.1%); ligera erosión hídrica; moderada susceptibilidad a la erosión hídrica.

Limitantes: Baja capacidad de retención de humedad. Pendiente suave. Erosión hídrica ligera y moderada susceptibilidad; necesidad de prácticas de control.

- **Suelos de lomas onduladas (Haplustol éntico; ver Perfil 56) 30%.** Algo excesivamente drenado; profundo (+ de 100 cm); franco en superficie; franco en el subsuelo; moderadamente bien provisto de materia orgánica; moderada capacidad

de intercambio; fuertemente ondulado (10-3.5%); ligera erosión hídrica; moderada susceptibilidad a la erosión hídrica.

Limitantes: Baja capacidad de retención de humedad. Pendiente moderada. Erosión hídrica ligera y moderada susceptibilidad; necesidad de prácticas ocasionales de control.

- **Suelos de lomas onduladas (Ustorthent lítico) 20%.** Algo excesivamente drenado; muy somero (< 25 cm); franco arenoso en superficie; franco arenoso en el subsuelo; pobre en materia orgánica; baja capacidad de intercambio; fuertemente ondulado (10-3.5%); pedregoso; alta susceptibilidad a la erosión hídrica.

Limitantes: Baja capacidad de retención de humedad. Muy poco espesor. Pendiente moderada. Ligera pedregosidad/rocosidad. Alta susceptibilidad a la erosión hídrica. Ligera susceptibilidad a la erosión eólica.

- **Suelos de bajos (Argiustol típico; ver Perfil 21) 10%.** Bien drenado; profundo (+ de 100 cm); franco en superficie; franco en el subsuelo; moderadamente bien provisto de materia orgánica; moderada capacidad de intercambio; ligeramente inclinado (1-0.5%).

Limitantes: Ligera susceptibilidad a la erosión hídrica. Ligera susceptibilidad a la erosión eólica.

9.2. Series de suelos elegidas como representativas

9.2.1. Serie CERRO NEGRO

Símbolo: CN

Ustorthent lítico, esquelética, franca, mixta, térmica

Índice de Productividad: 6

Capacidad de Uso: VIles

Este suelo se ha desarrollado incipientemente sobre rocas del complejo metamórfico

de las serranías de la vertiente oriental de la Sierra Chica de Córdoba y de Ischilín. Ocupa laderas muy colinadas y se caracteriza esencialmente por su profundidad efectiva muy somera, pedregosidad y textura de matriz franco arenosa a arena franca gruesa.

Descripción del perfil típico:

Latitud: 30°46'53"S Longitud: 64°15'47"O Altitud: 1000 m s.n.m.

- A** 0-8 cm; color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); arena franco graviloso; estructura en bloques débiles; friable en húmedo; no plástico; no adhesivo; raíces comunes; límite inferior abrupto (más de 30% de gravilla).
- 2A** 8-16 cm; color en húmedo pardo amarillento oscuro (10YR3/4); arena franco graviloso; estructura en bloques débiles; friable en húmedo; no plástico; no adhesivo; raíces escasas; límite inferior claro (más de 30% de gravilla).
- R** 16 cm a +; roca alterada del complejo metamórfico; colores cambiantes según el mineral o combinaciones de minerales observados. Predominan las rojizas y amarillentas según el grado de alteración (contacto lítico/paralítico).

Tabla 21. Datos analíticos serie CERRO NEGRO.

Horizonte	A	2A
Profundidad de la muestra (cm)	0-8	8-16
Materia Orgánica (%)	5,2	4,3
Carbono Orgánico (%)	3,0	2,5
Nitrógeno total (%)	0,27	0,22
Relación C/N	11,1	11,4
Arcilla, <2 μ (%)	3,6	5,7
Limo, 2-50 μ (%)	16,0	17,4
Arena muy fina, 50-100 μ (%)	9,1	7,7
Arena fina, 100-250 μ (%)	15,7	13,1
Arena media, 250-500 μ (%)	17,1	13,7
Arena gruesa, 500-1000 μ (%)	23,1	20,7
Arena muy gruesa, 1-2 mm (%)	13,5	19,1

Carbonatos, CaCO ₃ (%)	0,0	0,0	
Equivalente de humedad (%)	17,6	16,2	
pH en agua (1:2,5)	7,3	7,3	
Cationes de intercambio, cmol/kg:	Ca ⁺⁺	13,2	14,3
	Mg ⁺⁺	0,5	0,9
	Na ⁺	0,3	0,3
	K ⁺	0,8	0,7
H ⁺ de cambio (cmol/kg)	1,0	0,3	
Suma de bases, cmol/kg (S)	14,8	16,2	
Capacidad de intercambio catiónico, cmol/kg (T)	15,8	16,5	
Saturación con bases, % (S/T)	93,7	98,2	

9.2.2. Serie LA EMILIA

Símbolo: LEm

Haplustol típico, limosa fina, mixta, térmica

Índice de Productividad: 67

Capacidad de Uso: IIIc

Este suelo se ha desarrollado sobre derrames fluviales distales bastante alejados de las sierras, al este de la Ruta Nacional N°9, en ambientes de relieves suavemente ondulados. El perfil es bien drenado, se trabaja con facilidad y está débilmente desarrollado en profundidad, con limitantes climáticas moderadas y moderada a buena retención de humedad. Presenta un horizonte A de 19 cm de color oscuro, franco limoso y estructura en bloques. Continúa hacia abajo hasta los 43 cm un horizonte B no textural con escasos barnices finos en las caras de los agregados y estructura en prismas y bloques débiles. A partir de la profundidad indicada aparece el material originario franco limoso, masivo, con carbonatos libres desde los 60 cm.

Descripción del perfil típico:

Latitud: 30°51'16"S Longitud: 64°01'07"O Altitud: 500 m s.n.m.

- A** 0-19 cm; color en húmedo pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2); franco limoso; estructura en bloques subangulares medios moderados; friable en húmedo; no plástico; no adhesivo; límite inferior claro, suave.
- B_w** 19-43 cm; color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); franco limoso; estructura en bloques y prismas moderados a débiles; friable en húmedo; ligeramente plástico; no adhesivo; escasos barnices finos húmico-arcillosos;
- C** 43-60 cm; color en húmedo pardo a pardo oscuro (7,5YR4/4); franco limoso; masivo; no plástico; no adhesivo; friable en húmedo; límite inferior abrupto, ondulado.
- C_k** 60 cm a +; color en húmedo pardo (7,5YR4,5/4); franco limoso; masivo; friable en húmedo; no plástico; no adhesivo; moderada reacción al HCl en masa.

Tabla 22. Datos analíticos serie LA EMILIA.

Horizonte	A	B _w	C	C _k
Profundidad de la muestra (cm)	0-19	19-43	43-60	60 a +
Materia Orgánica (%)	2,24	0,52		
Carbono Orgánico (%)	1,3	0,3		
Nitrógeno total (%)	0,10	0,02		
Relación C/N	13,0	15,0		
Arcilla, <2 μ (%)	24,6	25,8	22,8	20,0
Limo, 2-50 μ (%)	54,7	57,5	61,0	61,2
Arena muy fina, 50-100 μ (%)	5,5	5,1	4,7	4,6
Arena fina, 100-250 μ (%)	3,7	3,2	3,1	3,2
Arena media, 250-500 μ (%)	4,2	3,2	2,7	2,8
Arena gruesa, 500-1000 μ (%)	5,2	3,3	2,7	2,6
Arena muy gruesa, 1-2 mm (%)	1,3	1,6	1,4	0,9
Carbonatos, CaCO ₃ (%)	0,0	0,0	0,0	6,2
Equivalente de humedad (%)	24,2	23,7	22,3	22,0
pH en agua (1:2,5)	7,3	7,5	7,7	8,0
Cationes de intercambio, cmol/kg:	Ca ⁺⁺	13,7	14,1	13,0
	Mg ⁺⁺	0,9	1,5	1,9
	Na ⁺	0,3	0,2	0,4

	K ⁺	1,7	1,1	1,4	1,4
H ⁺ de cambio (cmol/kg)		0,6			
Suma de bases, cmol/kg (S)		16,6	16,9	16,7	16,5
Capacidad de intercambio catiónico, cmol/kg (T)		18,2	16,9	16,7	16,5
Saturación con bases, % (S/T)		91,2	100	100	100

9.2.3. Perfil 65 (Serie LA CAROYENSE)

Haplustol típico, franca gruesa

Es un suelo algo excesivamente drenado, desarrollado sobre materiales fluviales de textura franco limosa a franca, en las pendientes cortas de paleocauces del área fluvial de la zona de riego de Colonia Caroya. Tiene un horizonte A_p de 23 cm de espesor, color pardo grisáceo muy oscuro y estructura en bloques subangulares. A continuación, le sigue un horizonte ligeramente enriquecido en arcilla con escasos barnices en las caras de los agregados y textura franca que se extiende hasta 40 cm de profundidad. El horizonte de transición BC_k es franco limoso con carbonatos libres en la masa del suelo y llega hasta los 55 cm. Continúa hacia abajo el horizonte C hasta los 84 cm que es masivo y de textura franco limosa. El horizonte 2C_k tiene reacción violenta en la masa del suelo al HCl, se extiende desde los 84 cm hasta los 180 cm de profundidad.

Descripción del perfil típico:

El perfil modal fue descrito a 3,8 km al este de Colonia Caroya sobre la pendiente al paleocauce principal.

A_p 0-23 cm; color en húmedo (10YR3/2) pardo grisáceo muy oscuro; franco; estructura en bloques subangulares medios moderados; friable en húmedo; no plástico; no adhesivo; límite inferior abrupto.

B_w 23-40 cm; color en húmedo (10YR3/3) pardo oscuro; franco; estructura en prismas irregulares medios débiles; friable en húmedo; ligeramente plástico; no adhesivo; ClHm comunes y finos; límite inferior abrupto.

BC_k 40-55 cm; color en húmedo (10YR3/4) pardo amarillento oscuro; franco limoso; estructura en prismas irregulares débiles y bloques; friable en húmedo; ligeramente plástico; no adhesivo; ClSk escasos y finos; moderada reacción al HCl en la masa del suelo; límite inferior gradual.

C_k 55-84 cm; color en húmedo (7,5YR4/4) pardo a pardo oscuro; franco limoso; masiva; friable en húmedo; no plástico; no adhesivo; violenta reacción al HCl en la masa del suelo; límite inferior gradual.

2C_k 84-180 cm; color en húmedo (10YR4/4) pardo amarillento oscuro; franco limoso a franco arcillo limoso; masivo; friable en húmedo; no plástico; no adhesivo.

Tabla 23. Datos analíticos serie LA CAROYENSE.

Horizonte	A _p	B _w	BC _k	C _k	2C _k
Profundidad de la muestra (cm)	0-23	23-40	40-55	55-84	84 a +
Materia Orgánica (%)	1,9	1,8			
Carbono Orgánico (%)	1,1	1,0			
Nitrógeno total (%)	0,1	0,1			
Relación C/N	11	10			
Arcilla, <2 μ (%)	15,8	16,0	16,2	11,7	25,4
Limo, 2-50 μ (%)	42,5	43,7	52,0	51,5	73,1
Arena muy fina, 50-100 μ (%)	6,1	7,3	6,8	7,8	0,6
Arena fina, 100-250 μ (%)	17,4	16,7	13,2	14,6	0,6
Arena media, 250-500 μ (%)	4,1	3,9	2,4	3,1	0,1
Arena gruesa, 500-1000 μ (%)	8,1	6,9	4,6	5,8	0,1
Arena muy gruesa, 1-2 mm (%)	3,7	3,3	2,1	2,8	0,1
Carbonatos, CaCO ₃ (%)	0	0	6,3	7,0	5,8
Equivalente de humedad (%)	17,1	16,8	19,9	18,7	19,6
pH en pasta	7,3	7,1	7,9	8	8,0
pH en agua (1:2,5)	7,6	7,6	8,3	8,5	8,5
Cationes de intercambio, cmol/kg:	Ca ⁺⁺	12,2	12,1		

	Mg ⁺⁺	0,5	0,6			
	Na ⁺	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
	K ⁺	1,5	1,2	0,6	0,5	0,5
Suma de bases, cmol/kg (S)		13,3	14,2			
Capacidad de intercambio catiónico, cmol/kg (T)				10	8,8	9,7
Saturación con bases, % (S/T)						

9.2.4. Perfil 64. Serie SACANTA

Haplustol típico, limosa gruesa, mixta, térmica

Es un suelo bien drenado, desarrollado sobre materiales limosos (loess pampeano) de lomas aplanadas, lomas muy suavemente onduladas y vías de escurrimiento poco manifiestas que en ningún caso superan el 1% de gradiente. Los primeros 19 cm, tienen textura franco limosa con 19% de arcilla y estructura en bloques subangulares medios moderados. Le sigue hacia abajo un horizonte ligeramente enriquecido en arcilla (21,9%, B_w no textural), franco limoso, estructura en prismas irregulares medios moderados y bloques con barnices escasos en las caras de los agregados; se extiende hasta 38 cm. El horizonte C_k aparece a 57 cm, tiene textura franco limosa y calcáreo pulverulento distribuido en la masa del suelo.

Descripción del perfil típico: Latitud: 31°42'S Longitud: 63°25'O Altitud: 192,5 m s.n.m.

A_p 0-19 cm; Color pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en húmedo; franco limosa; estructura en bloques subangulares medios moderados; friable en húmedo; ligeramente duro en seco; ligeramente plástico; ligeramente adhesivo; Límite inferior abrupto, suave.

B_w 19-38 cm; Color pardo oscuro (7,5YR3/2) en húmedo; franco limosa; estructura en prismas irregulares medios moderados; duro en seco; friable en húmedo; ligeramente plástico; ligeramente adhesivo; escasos barnices (CIHm) en las

caras de los agregados; límite inferior gradual, suave.

BC 38-57 cm; Color pardo a pardo oscuro (7,5YR4/4) en húmedo; franco limosa; estructura en bloques subangulares medios moderados; friable en húmedo; ligeramente plástico; ligeramente adhesivo; vestigios de barnices (CISk); límite inferior abrupto, suave.

C_k 57 cm a +; Color pardo (7,5YR4,5/4) en húmedo; franco limosa; masivo; muy friable en húmedo; no plástico; no adhesivo; violenta reacción al HCl.

Tabla 24. Datos analíticos serie Sacanta.

Horizonte	A _p	B _w	BC	C _k	
Profundidad de la muestra (cm)	0-19	19-38	38-57	57 a +	
Materia orgánica (%)	2,88	1,41	0,70		
Carbono orgánico (%)	1,68	0,82	0,41		
Nitrógeno total (%)	0,162	0,112			
Relación C/N	10,4	7,3			
Arcilla (<2μ) (%)	19,1	21,9	18,9	12,7	
Limo (2-50μ) (%)	76,9	73,9	76,4	71,6	
Arena muy fina (50-100μ) (%)	4,0	4,2	4,4	9,8	
Arena fina (100-250μ) (%)	1,2	1,0	1,1	2,8	
Arena media (250-500μ) (%)	0,2	0,1	0,1	0,3	
Arena gruesa (500-1000μ) (%)	0,2	0,2	0,2	0,3	
Arena muy gruesa (1000-2000μ) (%)	0,1				
CaCO ₃ (%)	0	0	0	4,40	
Equivalente de humedad (%)	26,6	26,4	24,4	22,8	
pH en H ₂ O (1:2,5)	6,3	7,4	7,6	8,3	
Cationes de intercambio (cmol/kg)	Ca ⁺⁺	10,0	17,4	17,0	
	Mg ⁺⁺	1,3	1,4	1,4	
	Na ⁺	0,3	0,2	0,2	0,1
	K ⁺	3,4	2,2	2,2	2,3
H ⁺ cambio (cmol/kg)	2,4	0,4			
Valor S. Suma de bases (cmol/kg)	15,0	21,2	20,8		
Valor T. CIC (cmol/kg)	17,6	21,6	20,5	17,0	
Saturación con bases S/T (%)	85	98	100		