



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

DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS PARA LA REALIZACIÓN DE PLAN INTEGRAL DE SISTEMATIZACIÓN Y ORDENAMIENTO DE EXCEDENTES HÍDRICOS DE LA CUENCA MEDIA- BAJA DEL ARROYO EL CHATO

Emiliano Anaya

Director/a: Mgter. Ing. Civil Corral, Mariano Andrés

Córdoba, 2022



FCA
Facultad de Ciencias
Agropecuarias



FACULTAD
DE CIENCIAS
ECONÓMICAS

DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS PARA LA REALIZACIÓN DE PLAN INTEGRAL DE SISTEMATIZACIÓN Y ORDENAMIENTO DE EXCEDENTES HÍDRICOS DE LA CUENCA MEDIA- BAJA DEL ARROYO EL CHATO

Emiliano Anaya

Director/a: Mgter. Ing. Civil Corral, Mariano Andrés

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

- Miembro del Tribunal Evaluador: Dra. Inés Asís
- Miembro del Tribunal Evaluador: Ing. Agr. (MSc.) Ricardo Luis Luque
- Miembro del Tribunal Evaluador: Ing. Agr. (Esp.) Pablo A. Bollatti

Presentación formal académica: Fecha (Córdoba, 29 de Julio de 2022)

La Especialización en Gestión de Cuencas 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 Cuencas 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

Al Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Córdoba

Al Ministerio de Obras Publicas de la Provincia de Córdoba

Al Ministerio de Servicios Públicos de la Provincia de Córdoba

A la secretaria de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba

A la Administración Provincial de Recursos Hídricos

A las facultades de Ciencias Agropecuarias, de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y de Ciencias Económicas, de la Universidad Nacional de Córdoba.

A los profesores de esta Especialidad, en especial a la Dr. Ing. Agr. Susana Hang por la coordinación y dedicación constante.

Al Mgter. Ing. Civil Mariano Corral, por la dirección de mi trabajo final.

A mis compañeros de la Especialidad, Bruno, Guillermo, Gastón y Matías.

A mi familia por el apoyo de siempre.

RESUMEN

El Arroyo El Chato se encuentra en la Provincia de Córdoba y se constituye como un antiguo paleocauce del Río Tercero, donde da inicio en cercanías de la localidad de Pampayasta y finaliza con la descarga en el Río Saladillo.

El sector en estudio comprende la cuenca media-baja del mencionado arroyo, entre las rutas provinciales N°4 y N°6, que cuenta con una superficie de 23.600 Hectáreas. Se realiza una caracterización del sector y un diagnóstico de la problemática existente, para poder definir lineamientos que sirvan de base para la posterior realización de un plan integral de sistematización y ordenamiento de los excedentes hídricos que se generan dentro de la cuenca.

Dentro de los principales problemas que la afectan se menciona la falta de control y regulación de los excedentes hídricos, el deterioro importante que presenta la red vial y la falta de sistematizaciones prediales y practicas conservacionistas que no se llevan a cabo.

A partir del diagnóstico se definen los lineamientos principales de un plan integral de manejo de los escurrimientos en la cuenca, que permita una gestión eficiente de los recursos tanto públicos como privados. El mismo prevé acciones y/o medidas estructurales y no estructurales, destinadas por un lado a atacar directamente el manejo de los excedentes hídricos y por otro lado a la generación de dichos excedentes.

Palabras clave: Cuenca Hidrográfica, Arroyo El Chato, Excedentes Hídricos, Gestión Integral.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	9
Objetivo General	17
Objetivos Específicos	17
2. AREA DE TRABAJO.....	18
3. CARACTERIZACION DE LA CUENCA EN ESTUDIO.....	19
3.1. Hidrología de llanura	19
3.2. Delimitación de la Cuenca.....	21
3.3. Condiciones Climáticas	25
3.4. Relieve	28
3.5. Geomorfología.....	28
3.6. Tipos de suelos	33
3.7. Uso de suelo	45
3.8. Vegetación	46
3.9. Aspectos Legales	54
3.10. Aspectos Sociales.....	59
4. DIAGNOSTICO DEL SECTOR EN ESTUDIO	60
5. PROPUESTA DE GESTION.....	66
6. CONSIDERACIONES FINALES	70
7. BIBLIOGRAFIA	71
8. ANEXO	74

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Inventario por clase taxonómica. Orden. Por departamentos en miles de hectáreas.....	34
Tabla 2. Departamento Gral. San Martín – Taxonomía hasta nivel de subgrupo.	37
Tabla 3. Departamento Gral. San Martín – Capacidad de uso. En miles de hectáreas.	37
Tabla 4. Departamento Gral. San Martín – Capacidad de drenaje. En miles de hectáreas.....	38
Tabla 5. Departamento Gral. San Martín – Clases de salinidad y alcalinidad sódica. En miles de hectáreas.	38
Tabla 6. Departamento Gral. San Martín – Clases de erosión. En miles de hectáreas.	38
Tabla 7. Departamento Gral. San Martín – Clases por susceptibilidad a la erosión. En miles de hectáreas.	39
Tabla 8. Departamento Unión – Taxonomía hasta nivel de subgrupo.....	40
Tabla 9. Departamento Unión – Capacidad de uso. En miles de hectáreas.	40
Tabla 10. Departamento Unión – Capacidad de drenaje. En miles de hectáreas. ...	41
Tabla 11. Departamento Unión – Clases de salinidad y alcalinidad sódica. En miles de hectáreas.....	41
Tabla 12. Departamento Unión – Clases de erosión. En miles de hectáreas.....	41
Tabla 13. Departamento Unión – Clases por susceptibilidad a la erosión. En miles de hectáreas.....	42
Tabla 14. Población comprendida en zona de estudio	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cuencas hidrográficas Provincia de Córdoba	10
Figura 2. Ubicación A° El Chato respecto de los Ríos Saladillo, Tercero y Carcarañá.	11
Figura 3. Ubicación del área de estudio en la macrocuenca del A° El Chato.	18
Figura 4. Sistemas hidrológicos Típicos (izq). Sistemas hidrológicos No Típicos (der).	20
Figura 5. Cuenca media A° El Chato sobre Cartas Topográficas del I.G.M.	22
Figura 6. Cuenca media A° El Chato sobre MDE-Ar 30 del I.G.N.	22
Figura 7. Cuenca media A° El Chato sobre DEM Merit_1	23
Figura 8. Canalizaciones relevadas en el sector	24
Figura 9. Cuenca media definitiva del A° El Chato.	25
Figura 10. Régimen térmico Ciudad de Villa María.	26
Figura 11. Lluvias medias mensuales y variabilidad en Villa María.....	27
Figura 12. Mapa de relieve provincial.....	28
Figura 13. Ambientes geomorfológicos de la Provincia de Córdoba	29
Figura 14. Fotografía aérea de red de drenaje tipo radial	31
Figura 15. Cartas de Suelos. Hoja 3363-9 – Villa María.....	31
Figura 16. Cartas de Suelos. Hoja 3363-15 – Etruria.....	32
Figura 17. Ordenes de suelos de la Provincia de Córdoba.	35
Figura 18. Clases de capacidad de uso de las tierras en la Provincia de Córdoba. .	36
Figura 19. Mapa de capacidad de uso.	43
Figura 20. Mapa de capacidad de drenaje.	44
Figura 21. Mapa de uso de suelos. Raster Cobertura y Uso de Suelo.....	46
Figura 22. Regiones fitogeográficas.	47

Figura 23. Región del Espinal en Provincia de Córdoba.	48
Figura 24. Localidades afectadas por en el estudio.	59
Figura 25. Esquema de escurrimientos hídricos sobre área de aporte del arroyo hacia la localidad de Idiazábal.	62
Figura 26. Conjunto de obras existentes y propuestos - Emergencia hídrica febrero de 2015	64

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Publicación de las inundaciones año 2015.	12
Ilustración 2. Publicación de las inundaciones año 2015.	13
Ilustración 3. Publicación de las inundaciones año 2015.	13
Ilustración 4. Publicación de las inundaciones año 2015.	14
Ilustración 5. Publicación medidas paliativas años 2017	15
Ilustración 6. Publicación medidas paliativas años 2018.....	15
Ilustración 7. Publicación medidas paliativas años 2018.....	16
Ilustración 8. Publicación medidas paliativas años 2018.....	16
Ilustración 9. Vegetación leñosa en zonas rurales.	50
Ilustración 10. Vegetación leñosa en zonas rurales.	51
Ilustración 11. Vegetación leñosa en zonas rurales.	51
Ilustración 12. Vegetación herbácea en zonas anegables.	52
Ilustración 13. Vegetación leñosa en zonas urbanas	53
Ilustración 14. Camino Publico con dirección Norte-Sur.....	62
Ilustración 15. Alcantarilla sobre cauce del arroyo y vías de FF.CC.....	62
Ilustración 16. Parcelas rurales anegadas – Año 2015	63

DEFINICIÓN DE LINEAMIENTOS PARA LA REALIZACION DE PLAN INTEGRAL DE SISTEMATIZACIÓN Y ORDENAMIENTO DE EXCEDENTES HÍDRICOS DE LA CUENCA MEDIA- BAJA DEL ARROYO EL CHATO

1. INTRODUCCIÓN

Una cuenca hidrográfica es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, hacia un cauce principal, el cual conduce hacia un punto los excedentes hídricos que se generan. El límite de una cuenca superficial, llamado divisoria de aguas, está determinado por el relieve del área que la separa topográficamente de las otras cuencas adyacentes.

Por su parte, una cuenca hidrológica incorpora las aguas subterráneas y se define como la unidad territorial donde las aguas superficiales y subterráneas forman parte de un ciclo hidrológico común donde la diferencia entre los caudales de aguas entrantes y salientes en un tiempo establecido es igual a la variación del volumen de agua en esa unidad. Esta relación queda expresada a través de un balance hídrico. (Gaspari et al., 2013).

El territorio de la Provincia de Córdoba, se encuentra emplazado dentro de los límites de 6 grandes cuencas (Figura 1).

01. Cuenca de las Salinas Grandes
02. Cuenca de la Laguna Mar Chiquita (Mar de Ansenzuza)
03. Cuenca del Río Carcarañá

04. Cuenca noreste de la llanura pampena

05. Cuenca de la Laguna la Picassa.

06. Cuenca del Río Juramento Salado.

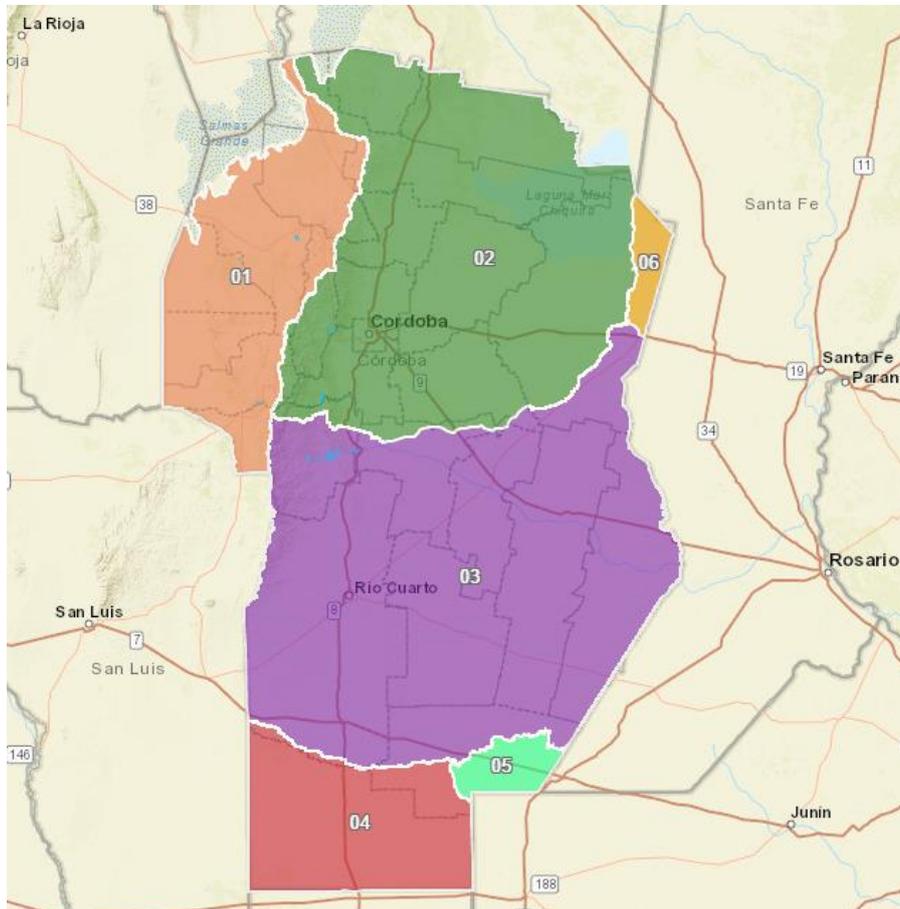


Figura 1. Cuencas hidrográficas Provincia de Córdoba

Fuente: PIHC, Portal de Información Hídrica de Córdoba. <https://portal-aprhi.opendata.arcgis.com>

De estas, las correspondientes a la Laguna Mar Chiquita y Río Carcarañá, afectan al 73% del territorio provincial aproximadamente.

El Arroyo El Chato, también conocido como San José, representa a uno de los afluentes del Río Saladillo, el cual junto con El Río Tercero (Ctalamochita) en su confluencia dan inicio al Río Carcarañá. Este arroyo comienza su desarrollo en un paleocauce del Río Tercero en las cercanías de la localidad de Pampayasta, entre las

rutas provinciales N° 2 y N° 10 y finaliza con la descarga al Río Saladillo. Su cauce tiene una extensión de 166 kilómetros y su cuenca una superficie estimada de aporte total de 234.500 ha. (Figura 2)

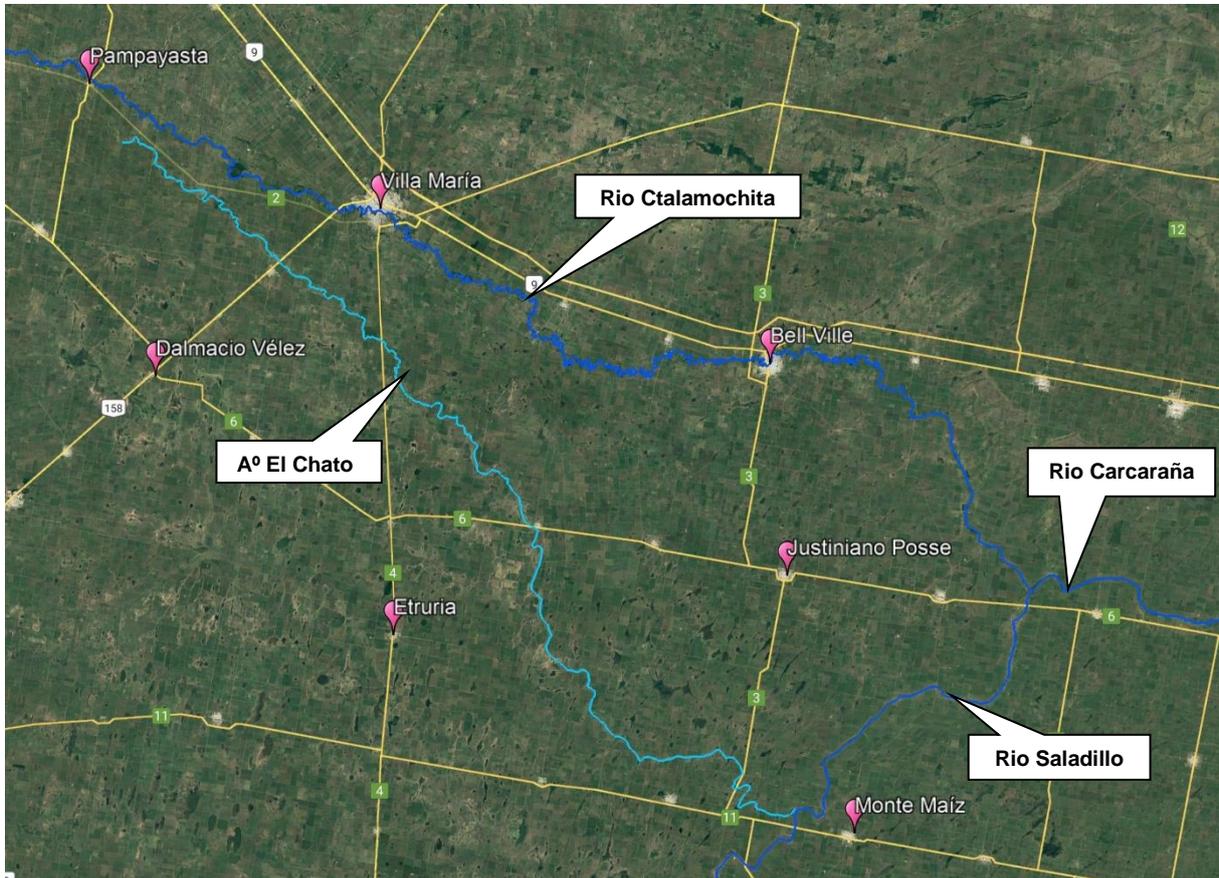


Figura 2. Ubicación A° El Chato respecto de los Ríos Saladillo, Tercero y Carcaraña.

El presente estudio se enfoca en la cuenca media-baja del mencionado arroyo, la cual se encuentra en una región de importante producción agrícola, ganadera y tambera, influenciando directamente las economías locales y regionales de la provincia de Córdoba.

Es complemento del estudio y análisis de la cuenca media-alta del mencionado arroyo (Aiassa, 2022).

En los últimos años el sector se vio afectado por frecuentes fenómenos meteorológicos caracterizados por copiosas precipitaciones extraordinarias en lapsos de tiempos sumamente breves, ocasionando no solo el anegamiento de campos y superficies productivas, sino también generando complicaciones en la accesibilidad a los mismos, con cortes de caminos correspondientes a la red vial secundaria y terciaria, cortes de ruta e inundaciones de cascos urbanos, como lo fue en la localidad de Idiazábal en el año 2015.

Esto se puede evidenciar a través de crónicas periodísticas que reportan lo mencionado anteriormente.



Ilustración 1. Publicación de las inundaciones año 2015.
Fuente: 'La Voz' (25-02-2015)

Tamberos alertaron por la gravedad de las inundaciones en Villa María

"No se puede recoger la leche, y las fábricas están bajo el agua. Hay muchísimos caminos destruidos", informaron representantes del sector tambero desde Córdoba.

03.03.2015



Las Lluvias siguen complicando desde los habitantes de los pueblos, hasta al entramado de comunicación vial en muchas localidades de Córdoba.

Los caminos, terciarios, secundarios y hasta varias Rutas se encuentran cortadas por el agua, y la situación se vuelve cada vez más delicada.

Ilustración 2. Publicación de las inundaciones año 2015.

Fuente: 'La Voz' (25-02-2015)

≡ télam

SOCIEDAD

16/03/2015 CORDOBA

La reconstrucción y la pérdida de cosecha asociada al desempleo preocupan a la localidad de Idiazábal

Mientras los pobladores de la localidad cordobesa de Idiazábal emprenden el paulatino regreso a sus hogares tras el devastador temporal que arrasó con casi la totalidad de sus mobiliarios y otros bienes materiales, afectivos e historias de vida, no sólo enfrentan la reconstrucción de la infraestructura, sino también el desempleo y el impacto económico por las inundaciones de los campos productivos.

Por Enviado especial

"Se han generado canales de diálogos con el Gobierno nacional y con el Gobierno provincial, incluso desde la solidaridad, para que entre todos reconstruyamos la infraestructura dañada y estamos esperanzados en la recuperación de nuestro pueblo", manifestó a Télam el intendente de Idiazábal, Eliberto Favalli.

Ilustración 3. Publicación de las inundaciones año 2015.

Fuente: 'Telam' (16-03-2015)

Frente a estas situaciones, las áreas competentes del Gobierno Provincial, llevaron a cabo un análisis del funcionamiento de la infraestructura existente y realizaron

intervenciones con el objetivo de sanear y proteger de posibles nuevas inundaciones a las localidades.

Así mismo llevaron adelante una serie de obras de saneamiento rural, a cargo de consorcios canaleros, camineros y productores rurales que trabajaron en conjunto al gobierno de la provincia.



Ilustración 4. Publicación de las inundaciones año 2015.

Fuente: 'El Medio' (27-08-2015)

Licitan readecuación del arroyo El Chato

30 de mayo de 2017



Los trabajos para prevenir la invasión de las aguas, uno de los problemas que debieron afrontar

Personal de Recursos Hídricos del Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos llevó adelante el acto de apertura de

Buscar palabras claves

Buscar

Buscar por mes

Elegir el mes ▼

mayo 2017

D	L	M	X	J	V	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

« Abr Jun »

Ilustración 5. Publicación medidas paliativas años 2017

Fuente: 'El Diario' (30-05-2017)

agrovoz Actualidad Agricultura Ganadería Entrevistas Clima Jornadas Especial Soja-Maíz Twitter Facebook

AGRICULTURA 15/05/2018

Aprueban la constitución de un nuevo consorcio canalero

La Provincia publicó una resolución en la que oficializó la creación del consorcio Arroyo San José.

Facebook 0
Twitter 0

TEMAS DEL DÍA

El campo advierte que la "amenaza pública" de Alberto Fernández puede desatar un nuevo conflicto

La respuesta del agro cordobés: "Es grave el grado de malicia o impericia del Presidente"

Ilustración 6. Publicación medidas paliativas años 2018

Fuente: 'Agrovov' (15-05-2018)

Sin embargo, pese al trabajo que se venía realizando, la inexistencia de un plan integral de ordenamiento de los excedentes hídricos en la cuenca, llevó a que, ante nuevos eventos de precipitaciones importantes, las localidades, la infraestructura vial y las tierras agroproductivas hayan quedado pasible de nuevas inundaciones, según se desprende de los reportes periodísticos que se presentan a continuación.



Ilustración 7. Publicación medidas paliativas años 2018
Fuente: 'Villa María Vivo' (11-11-2018)



Ilustración 8. Publicación medidas paliativas años 2018
Fuente: 'FM Sudeste 96.3' (14-11-2018)

Objetivo General

El objetivo general del presente trabajo es la definición de los lineamientos que permitan la realización de un plan integral de sistematización y ordenamiento del escurrimiento de los excedentes hídricos en la cuenca media-baja del Arroyo El Chato.

Objetivos Específicos

- Caracterizar y analizar la cuenca media-baja del Arroyo El Chato.
- Identificar y jerarquizar las causas y consecuencias que originan los excedentes hídricos dentro de la cuenca media-baja del Arroyo El Chato.
- Elaborar una propuesta de prácticas estructurales y no estructurales tendientes a cumplimentar el objetivo del presente estudio.

A futuro, se prevé que este estudio contribuya a:

- Proporcionar y/o implementar planes, programas y proyectos rurales de conservación de suelos y aguas, a nivel de microcuencas, con el objeto de evitar su degradación y fomentar su recuperación.
- Evaluar y monitorear los procesos que inciden en la degradación y funcionamiento de la cuenca.
- Promover la participación de la población y comunidad local a todo nivel mediante campañas de difusión y sensibilización.
- Institucionalizar un comité permanente en el que participen todos los actores involucrados para la discusión de los resultados de la vigilancia y la toma de decisiones de mejoramiento.

2. AREA DE TRABAJO

El presente trabajo se centra en una zona de estudio (Figura 3) que abarca una subcuenca dentro de los límites de la cuenca del Arroyo El Chato. Esta corresponde a la cuenca media-baja, la cual queda delimitada por Ruta Provincial N°4 al Oeste, Ruta Provincial N°6 al Sur y al Noreste por la divisoria de las líneas de escorrentías hacia el Río Tercero, ocupando una superficie aproximada de 24.000 Ha.

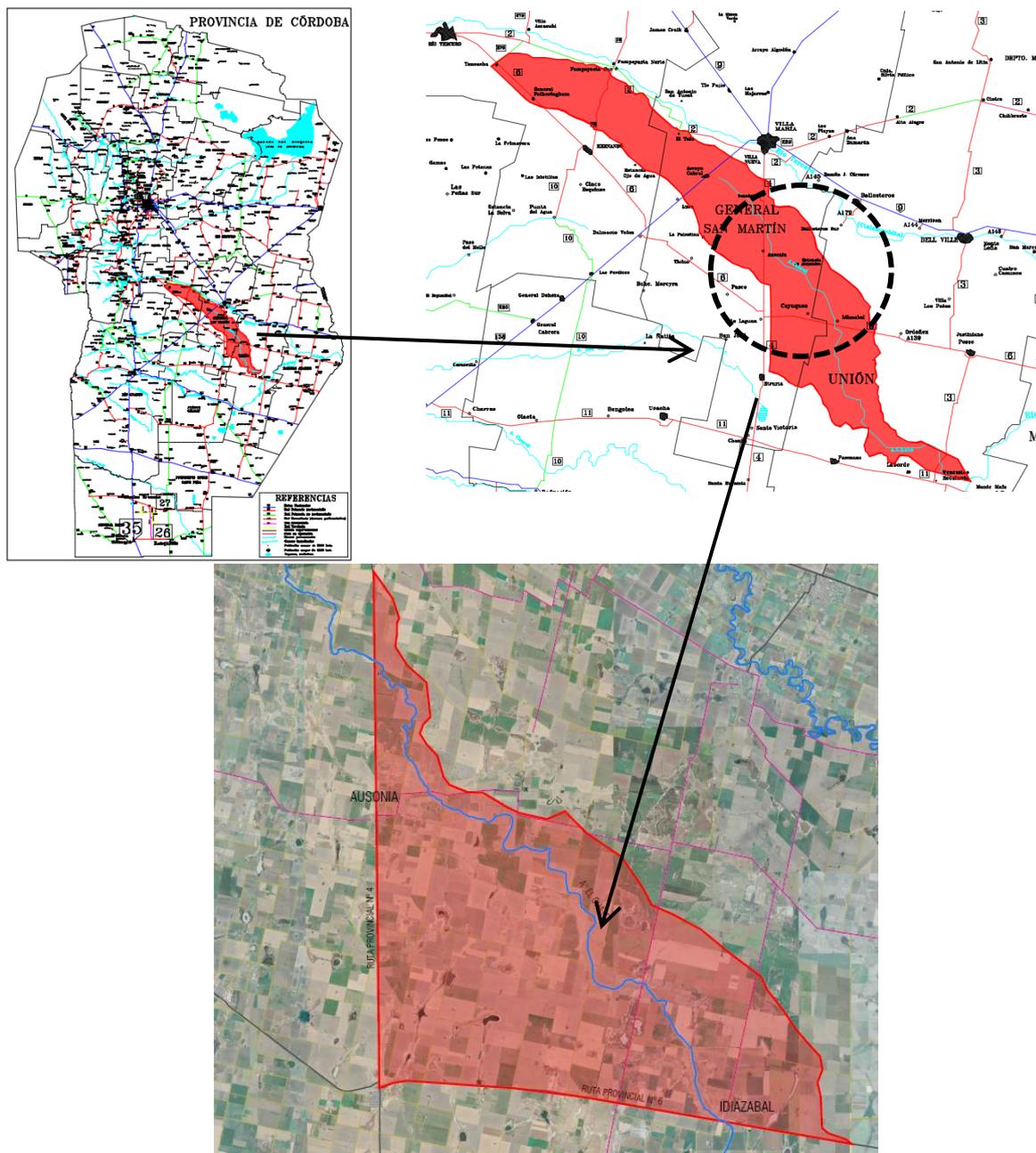


Figura 3. Ubicación del área de estudio en la macrocuenca del A⁰ El Chato.

3. CARACTERIZACION DE LA CUENCA EN ESTUDIO

3.1. Hidrología de Llanura

La hidrología clásica tiende a tratar los procesos de flujo del agua en cuencas de drenaje bien definidas, considerando la presencia de altas pendientes y constituidas en general por rocas de baja permeabilidad. En otro extremo, están las condiciones de las grandes llanuras, con pendientes topográficas muy bajas y desarrolladas en terrenos de sedimentos no consolidados, donde generalmente el escurrimiento superficial es bajo y/o insignificante. (Kruse, E y Ainchil, J. 2016).

La denominación de llanura, independientemente de las condiciones hidrológicas, lleva implícito un carácter morfológico. Una llanura es un relieve plano de baja pendiente topográfica. No es frecuente que quede definido un valor límite para esta pendiente, aunque tradicionalmente se indican valores inferiores al 1%. Se debe resaltar que existen pendientes que son mucho menores, en que regionalmente pueden ser del orden de 1 por mil o incluso menores.

El principal rasgo distintivo de la hidrología de llanura es la baja energía morfológica del terreno (Usunoff et al., 1999), lo cual hace que la energía hídrica se disipe a través de movimientos verticales del agua. En tierras húmedas, esto determina la inundación temporaria del área, anegamiento del suelo, acumulación de sales (especialmente sodio) cerca de la superficie y en muchos casos, el desarrollo de pantanos y lagunas poco profundas. Aguas superficiales y subterráneas se deben considerar que conforman una unidad.

En una llanura los movimientos verticales del agua prevalecen sobre los movimientos horizontales por lo cual son fuertemente sensibles a las fluctuaciones climáticas (excesos y déficit de agua) así como a las actividades antrópicas. Esto ha llevado a

reconocer a las llanuras como sistemas hidrológicos no típicos (SHN) (Fertonani & Prendes, 1983), lo cual se vincula a una causa fundamental, que es la pendiente topográfica del terreno.

En un sistema hidrológico de llanura (no típico), la pendiente topográfica es muy pequeña o nula, insuficiente para generar una red de drenaje integrada, escurrimiento superficial o procesos erosivos fluviales (Figura 4).

Los Sistemas hidrológico No Típicos (SHN) (Caamaño et al., 1979) se caracterizan por:

- Pluralidad de puntos de salida del área de análisis.
- Fronteras indefinidas, esto quiere decir que las zonas limítrofes que aportan, lo hacen hacia adentro o hacia afuera del sistema según las circunstancias.
- Ausencia de una red de cursos jerarquizados, ya sea porque la estructura colectora está formada por cursos epidérmicos (bañados) o semiencauzados (cañadas) o bien porque diverge o alterna el sentido de escurrimiento.

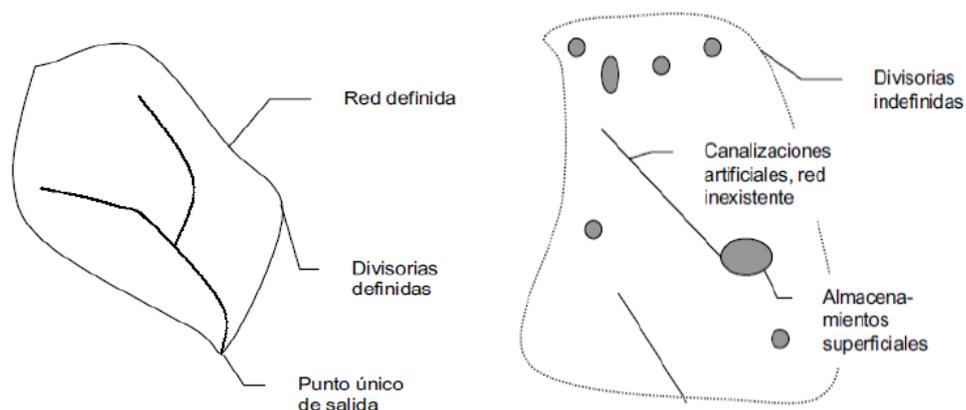


Figura 4. Sistemas hidrológicos Típicos (izq). Sistemas hidrológicos No Típicos (der).

Fuente: Caamaño et al., 1979

A modo de resumen se puede enunciar que el área de estudio encuadra dentro de la caracterización de un Sistema hidrológico No Típico.

3.2. Delimitación de la Cuenca

El análisis y la delimitación de la cuenca de aportes se realizó sobre la base de datos compuesta por:

- Cartas Topográficas del Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) en escala 1:50.000 (Ministerio de Economía y Finanzas, Dirección General de Catastro, 1951)
- Modelo Digital de Elevaciones del Instituto Geográfico Nacional (MDE-Ar) con resolución de 30 metros. (<https://www.ign.gob.ar/>)
- Modelo Digital de Elevaciones MERIT (Merit DEM) con resolución de 30 metros.

El procesamiento de la base de datos descrita se realizó mediante la implementación del software QGIS, el cual es un proyecto creado por Gary Sherman con el nombre de Quantum GIS en 2002. Es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de software libre y de código abierto para plataformas GNU/Linux, Unix, Mac OS, Microsoft Windows y Android. Permite manejar formatos raster y vectoriales a través de la biblioteca GDAL (GADL/OGR), así como bases de datos.

A continuación, se presentan los resultados individuales del procesamiento de cada una de las bases de datos utilizadas (Figura 5, Figura 6, Figura 7). Se adoptó como punto de cierre de la cuenca la alcantarilla de cruce del A^o El Chato bajo la Ruta Provincial N^o 6 en proximidades de la localidad de Idiazábal.

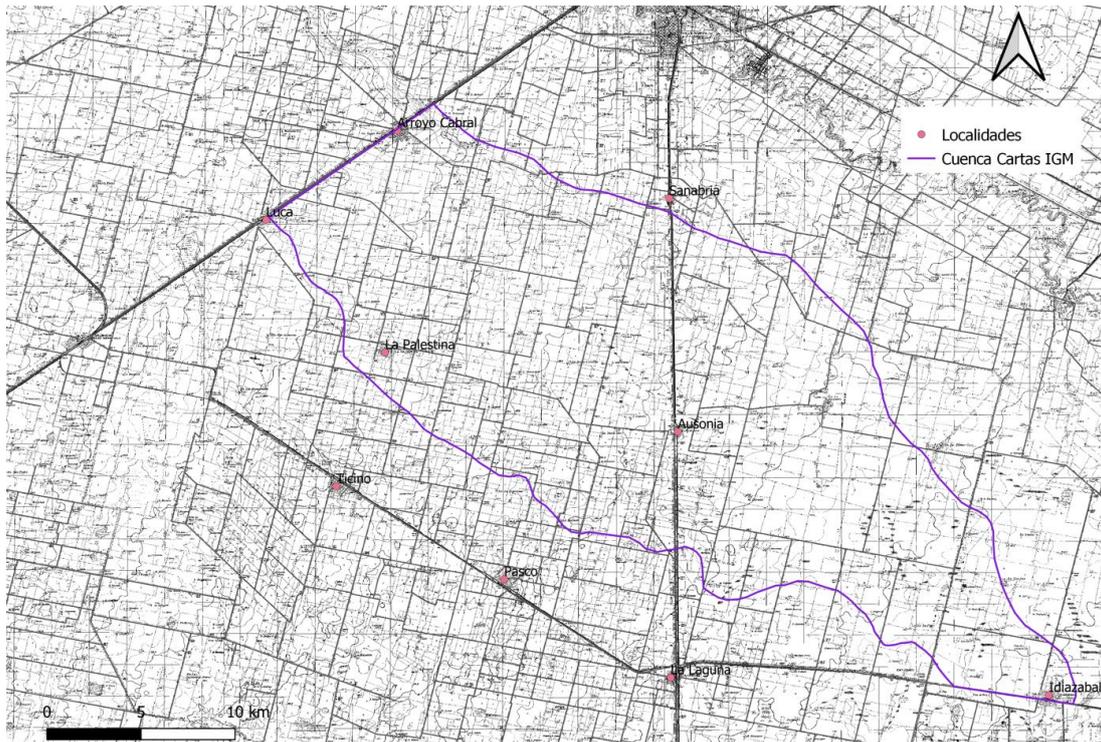


Figura 5. Cuenca media A° El Chato sobre Cartas Topográficas del I.G.M.
Fuente: Mapas extraídos de SIG propio



Figura 6. Cuenca media A° El Chato sobre MDE-Ar 30 del I.G.N.
Fuente: Mapas extraídos de SIG propio

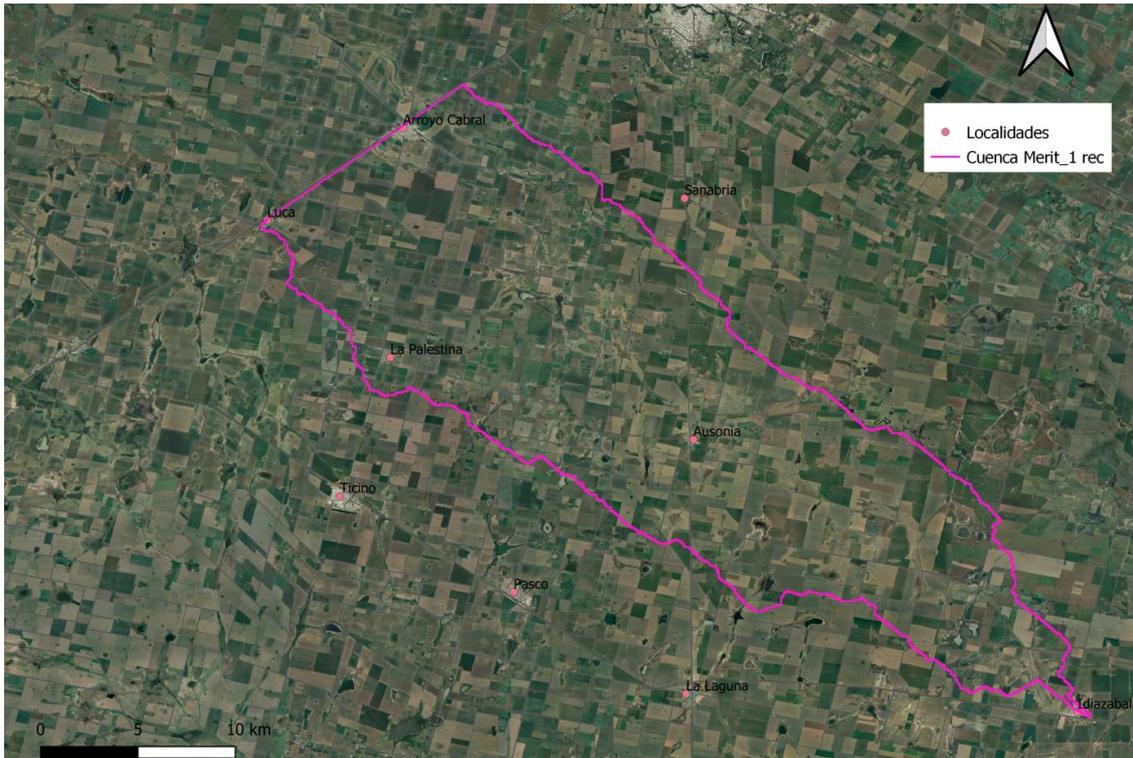


Figura 7. Cuenca media Aº El Chato sobre DEM Merit_1

Fuente: Mapas extraídos de SIG propio

De lo expresado anteriormente, surge que los límites de la cuenca media del Arroyo El Chato no coinciden para los tres análisis efectuados. Esto se debe a la resolución que presentan los modelos digitales de elevaciones empleados y su comportamiento para Sistemas hidrológicos No Típicos como el analizado.

Por otro lado, de visitas a campo y análisis de imágenes satelitales de Google Earth, se constataron obras de arte hidráulica que limitan, condicionan y modifican los límites y escurrimientos naturales en la cuenca.

En la (Figura 8) se presenta una imagen con las obras hidráulicas relevadas en la cuenca analizada.

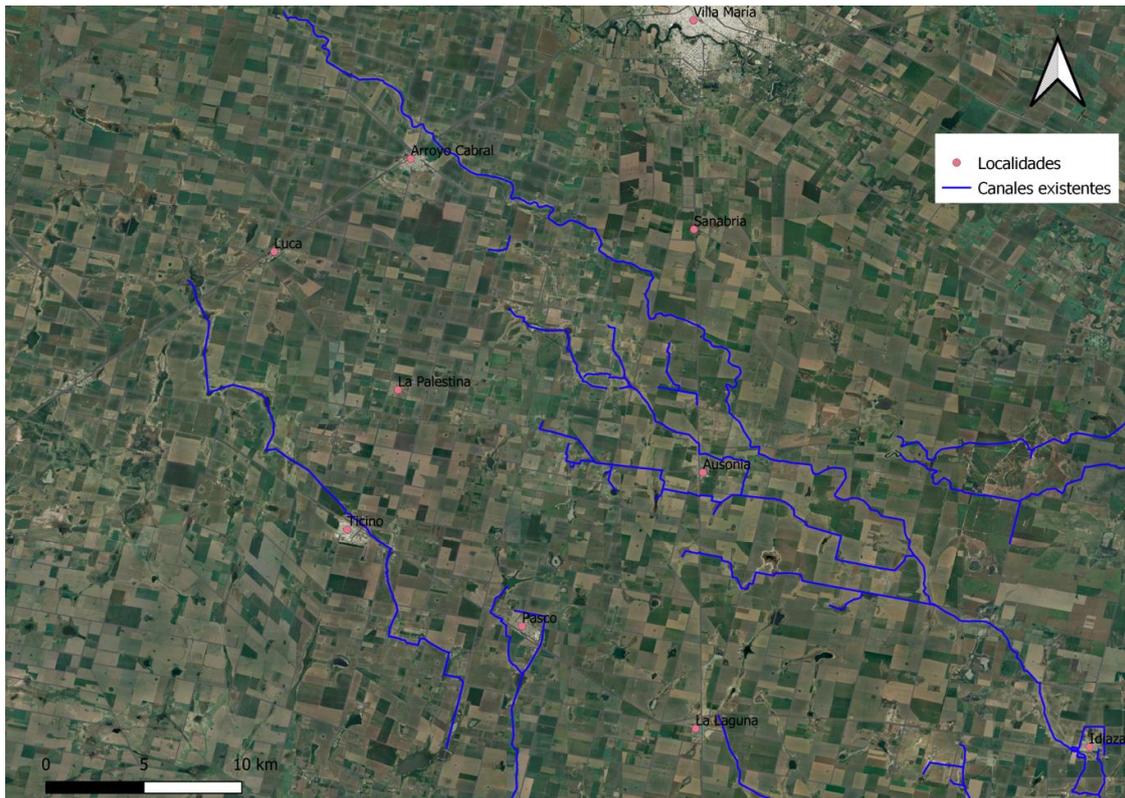


Figura 8. Canalizaciones relevadas en el sector

Fuente: Mapas extraídos de SIG propio

Por último, del análisis de los procesamientos y relevamientos efectuados se puede definir el área de la cuenca media del Aº El Chato, entre la Ruta Nacional Nº 158 y la Ruta Provincial Nº 6, la cual se muestra en la Figura 9.

En la misma se destaca la totalidad de la cuenca (rojo) y el sector correspondiente al presente análisis el cual corresponde a la cuenca media-baja (sombreado en verde).

Las superficies de las mismas resultan:

- Cuenca media: 60.200 Has.
- Cuenca media-baja: 23.600 Has.

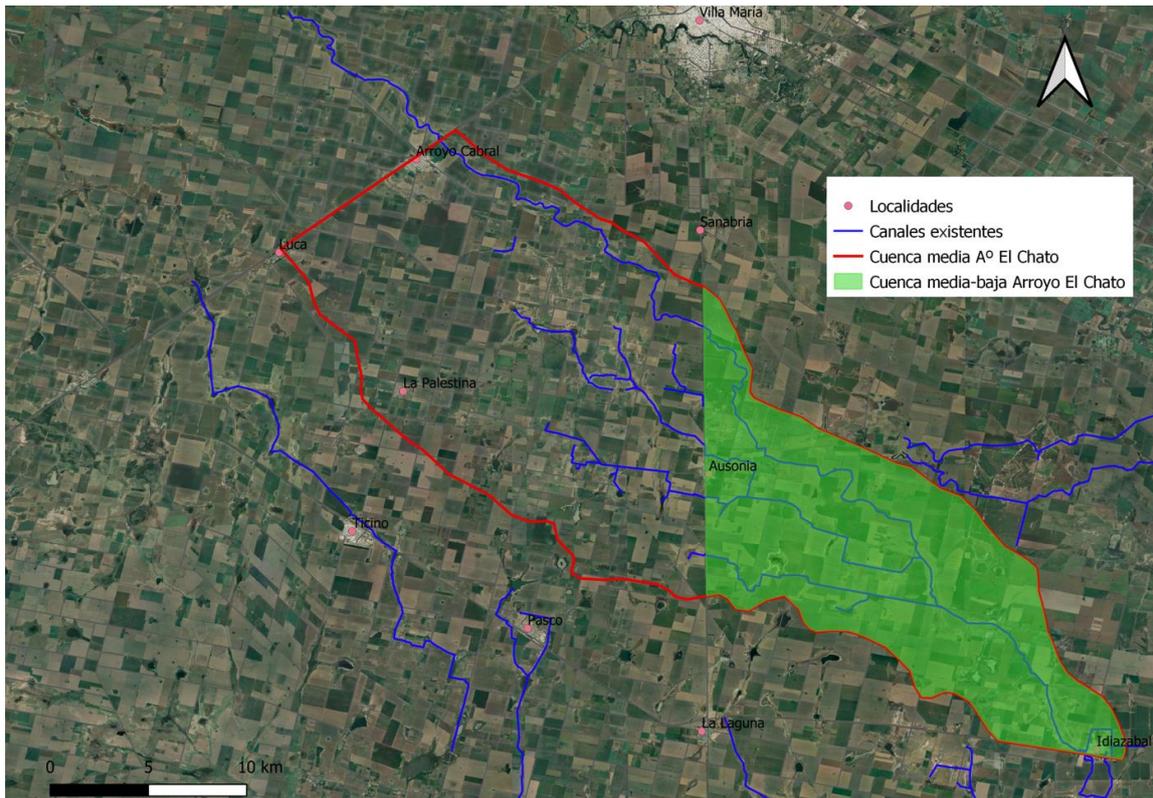


Figura 9. Cuenca media definitiva del A° El Chato.

Fuente: Mapas extraídos de SIG propio

3.3. Condiciones Climáticas

Para caracterizar este aspecto del área de estudio, se ha decidido recurrir a los datos pluviométricos de la ciudad de Villa María (Latitud 32°25' Sur, Longitud 63°15' Oeste, Altitud 198 m.s.n.m.), proporcionados por el INTA AER Villa María, ya que, de las localidades ubicadas dentro de la hoja, es una de las que presenta registros más extensos. La información termométrica ha sido tomada de los datos suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional, para la ciudad de Bell Ville, distante 60 km de Villa María y situada a una latitud similar, dado que no existe para la ciudad de referencia información meteorológica completa del Servicio Meteorológico Nacional, ni información agrometeorológica del I.N.T.A. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, <http://suelos.cba.gov.ar/VILLAMARIA/index.html>)

Régimen térmico

El régimen térmico de esta localidad es templado; su temperatura media anual es de 16,5°C y resulta característica de la zona central de la pradera pampeana; el mes más cálido (Enero) 23,9°C y el mes más frío (Julio) de 9,4°C con una amplitud térmica aproximada de 14,5°C. (Figura 10).

La fecha media de las primeras heladas es para la ciudad de Villa María alrededor de la primera quincena de mayo y la fecha media de las últimas heladas se ubica en la segunda quincena de septiembre.

En consecuencia, el período medio libre de heladas es superior a los 212 días. En el 100% de los años ocurren heladas.

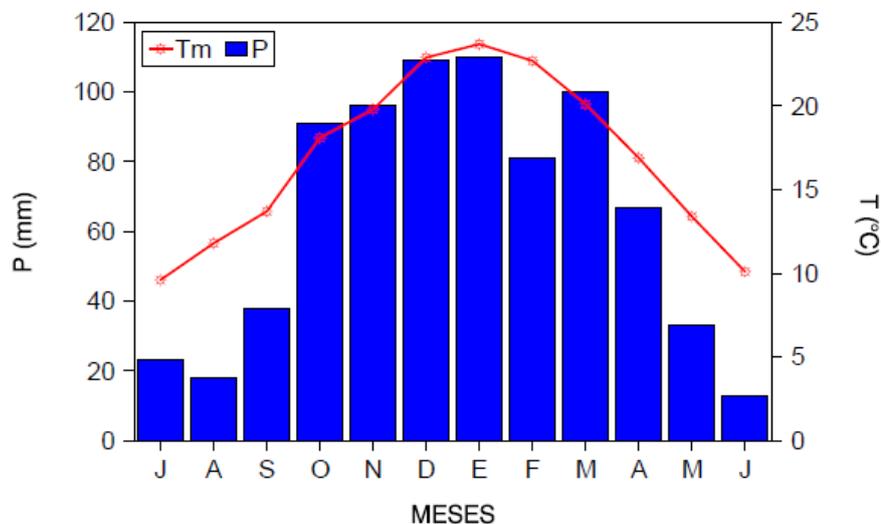


Figura 10. Régimen térmico Ciudad de Villa María.

Fuente: Gorgas y Tassile, 2003.

Régimen hídrico

Los datos de lluvias provienen del archivo pluviométrico del Servicio Meteorológico Nacional, período 1921-1955. y datos registrados por INTA AER Villa María, período 1955-2005.

El régimen pluviométrico de Villa María, es del tipo monzónico, ya que las lluvias de los seis meses estivales (Octubre a Marzo con 595 mm.), triplican largamente a las del semestre invernal (Abril a Setiembre con 183 mm.).

Resulta evidente pues que esta zona se aparta del régimen isohigro (distribución uniforme de la precipitación a lo largo del año) característico de la región pampeana húmeda. La precipitación media anual es de 778 mm. Los meses más lluviosos son Diciembre, Enero y Marzo y los más secos Junio, Julio y Agosto.

Se muestra en la Figura 11 las lluvias medias en Villa María con su variabilidad. Puede observarse que el mayor desvío standard, con relación a la media, ocurre en el semestre primavera-estival, pero el mayor coeficiente de variación se presenta en el semestre otoño-invernal; de cualquier modo, coeficientes de variación superiores al 50% como los expuestos hacen aleatoria la actividad agrícola algunos años.

MESES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Lluvia promedio(mm)	113	89	97	61	30	15	20	18	39	91	96	109	778
Desvío estándar (mm)	57	60	46	47	36	13	36	19	35	56	61	58	157
Coficientedevariación (%)	52	74	46	70	109	100	152	106	92	62	64	53	20

Figura 11. Lluvias medias mensuales y variabilidad en Villa María.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Córdoba.

<http://suelos.cba.gov.ar/VILLAMARIA/index.html>

3.4. Relieve

Sobre la base del mapa del relieve provincial proporcionado por IDECOR (Figura 12), se puede enunciar que la zona de estudio se emplaza en un sector cuyas elevaciones sobre el nivel del mar se extienden desde 150 msnm y 220 msnm.

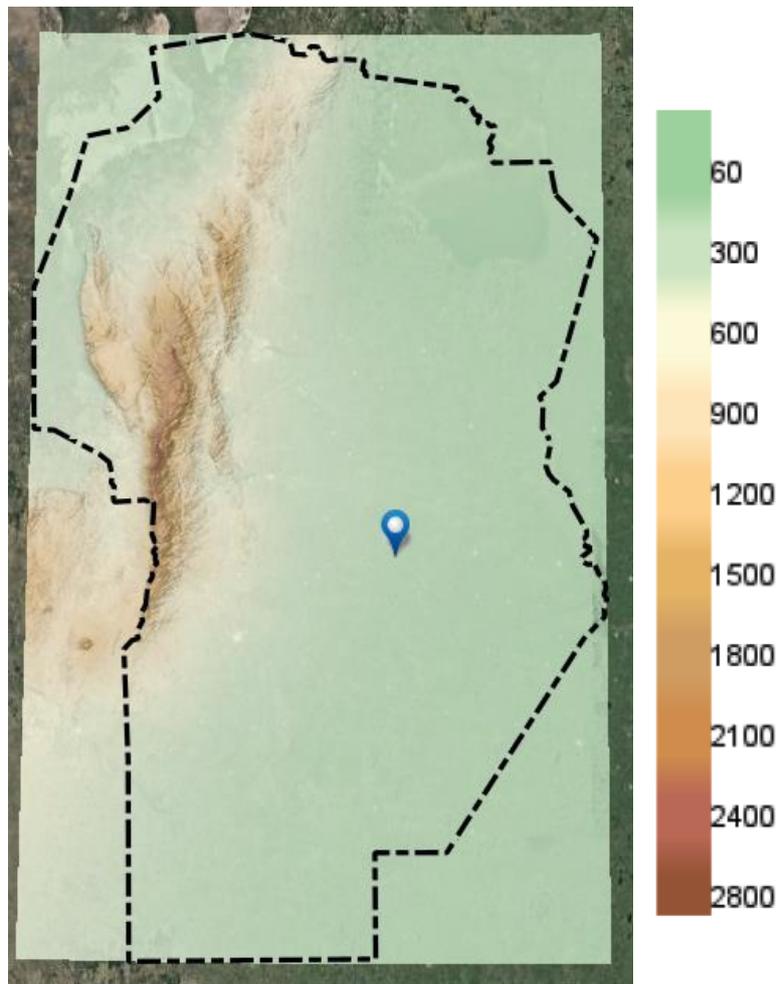


Figura 12. Mapa de relieve provincial.

Fuente: IDECOR, 2021.

3.5. Geomorfología

La provincia de Córdoba se divide básicamente en veintidós ambientes geomorfológicos que definen aspectos geomórficos, estructurales y de vegetación bien marcados.

En la Figura 13 se muestra el mapa de dichos ambientes con la distribución en los límites provinciales, donde cada uno ha sido identificado con un símbolo cartográfico consistente en una letra. En color rojo se indica el emplazamiento de la zona de estudio sobre los ambientes.

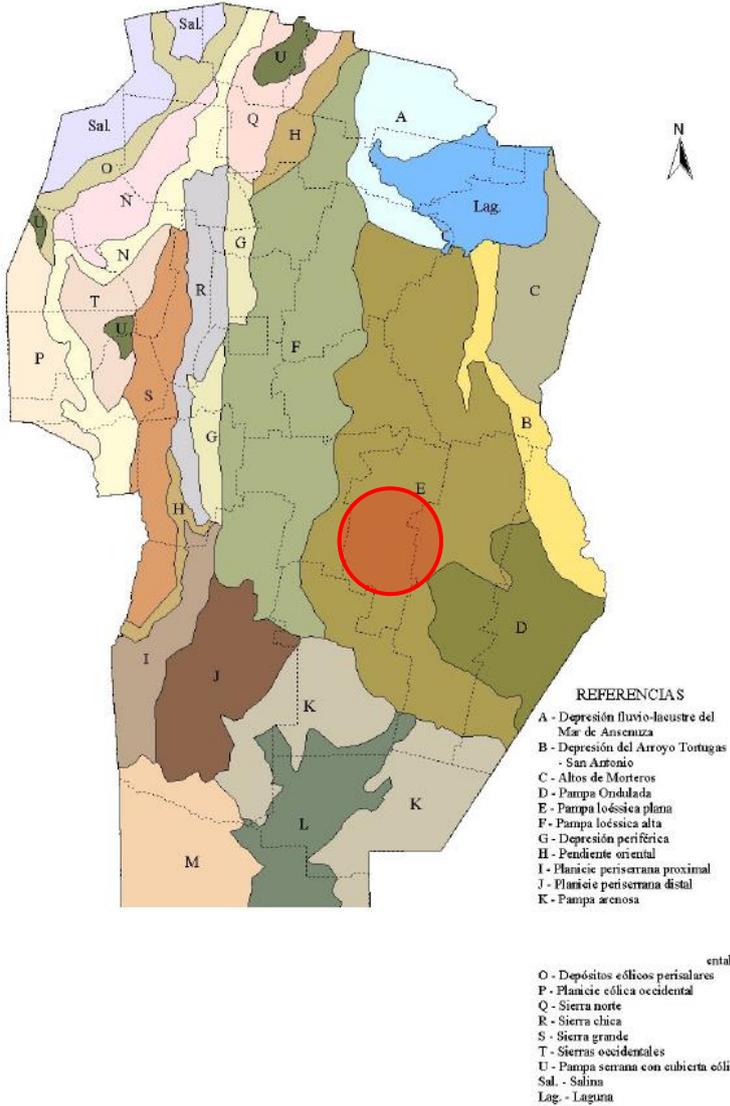


Figura 13. Ambientes geomorfológicos de la Provincia de Córdoba
Fuente: Gorgas y Tassile, 2003

El sector en estudio se encuentra comprendido dentro del ambiente geomórfico denominado Pampa Loessica Plana, el cual presenta las siguientes características:

Es la de mayor extensión de la provincia de Córdoba, ubicándose en el área central de la llanura. Está limitada al Oeste por la Pampa loésica alta y al Este por la Depresión del arroyo Tortugas - Jean Marie y la llamada Pampa ondulada.

El relieve es muy suave con gradientes regionales hacia el Este que no superan el 0,3% y los materiales predominantes están constituidos por potentes depósitos eólicos de textura franco limosa.

Dentro del relieve general muy tendido, existen intercalaciones de sectores suavemente deprimidos, vías de escurrimiento dispuestas espacialmente en varias direcciones dominantes y controladas estructuralmente en sentido NNE-SSO, a las que se suman “pozos” de infiltración o charcas permanentes o semipermanentes, ubicadas en la intersección de estas vías, conformando una red de drenaje de tipo radial, centrípeta circular, muy particular, de tipo “araña” fácilmente identificable en fotografías aéreas e imágenes satelitales (Figura 14).



Figura 14. Fotografía aérea de red de drenaje tipo radial
 Fuente: Gorgas y Tassile, 2003

Las características propias de los suelos de la zona en estudio, se extraen de las Cartas de Suelos de la Provincia de Córdoba, específicamente de la Hoja Villa María (3363-9) y de la Hoja Etruria (3363-15) , las cuales se muestran en la Figura 15 y

Figura 16.

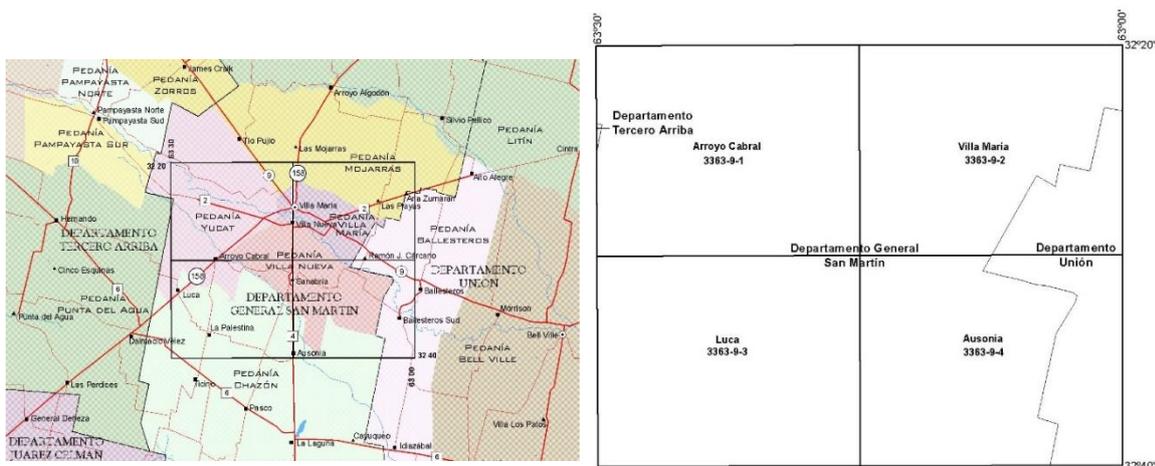


Figura 15. Cartas de Suelos. Hoja 3363-9 – Villa María.
 Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Córdoba.
<http://suelos.cba.gov.ar/VILLAMARIA/index.html>

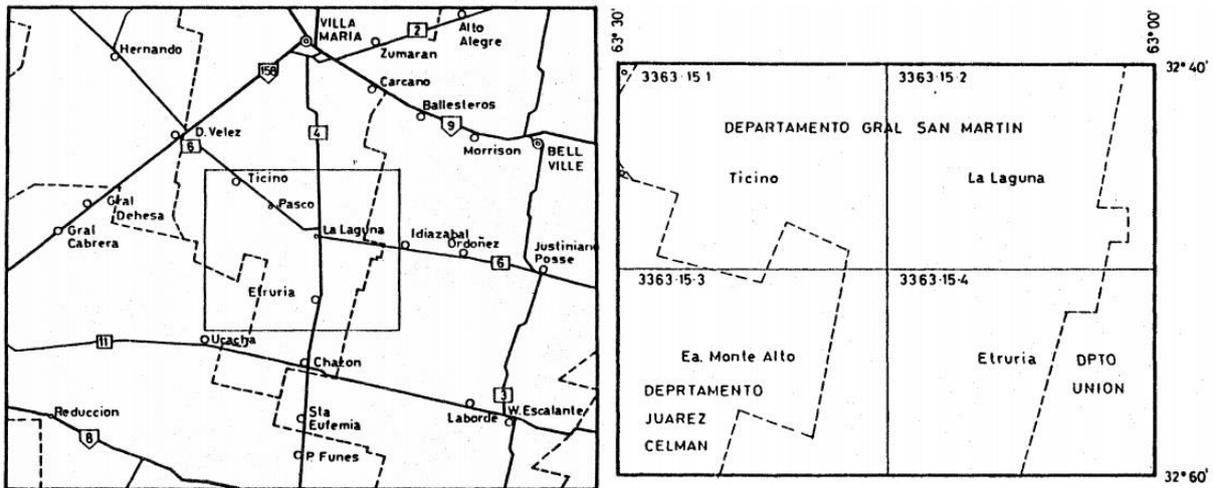


Figura 16. Cartas de Suelos. Hoja 3363-15 – Etruria.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Córdoba.

<http://suelos.cba.gov.ar/VILLAMARIA/index.html>

Los suelos del área de estudio, presentan las siguientes características:

- Relieve muy plano con pendiente regional hacia el Este no mayores del 0,5%.
- Potentes depósitos eólicos (loess) de textura franco limosa que constituye el material originario de los suelos.
- Capa de agua subterránea o freática no muy profunda, de manera que las áreas cóncavas están afectadas en mayor o menor medida por su presencia. Los suelos en estas depresiones presentan problemas de drenaje, sodificación, salinización y cementación en profundidad.
- La presencia de bajos alargados suavemente deprimidos que evidencian un control estructural. El ancho oscila entre 100 y 300 m., con relieve ligeramente cóncavo, orientados en dos direcciones predominantes (NE-SO y NO-SE) conformando una red de drenaje subrectangular. Estas líneas, de origen estructural, funcionan como colectores actuales de las aguas superficiales, conduciendo las mismas hacia el Este en la medida que coincidan con la

pendiente regional, o bien, las llevan lentamente a terrenos más deprimidos donde se infiltran o evaporan. También pueden encauzar las aguas hacia el curso permanente del Río Ctalamochita (Tercero).

- En el límite occidental de esta unidad, por efectos de la disminución de la pendiente regional, se abren en forma de abanicos las antiguas fajas o derrames del Río Ctalamochita. En ellas, se encuentra una gran variedad de formas fluviales sedimentarias, tales como: albardones, planicies de inundación, derrames y paleocauces.
- El escurrimiento, en las lomas y planos en general es lento y muy lento a nulo en los pozos de infiltración y depresiones mayores.
- Los fenómenos erosivos hidráulicos se manifiestan con muy poca intensidad, por falta de pendientes importantes. Por otra parte, las texturas medias de los suelos (franco limosa) con moderada estabilidad estructural, atenúan la acción erosiva del viento.

3.6. Tipos de suelos

Sobra la base del trabajo realizado por la Agencia Córdoba Ambiente y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Manfredi, se lleva a cabo la caracterización de los suelos del área de estudio.

A partir del inventario de órdenes de suelo por departamento de la Provincia de Córdoba, donde señala en forma explícita los caracteres más destacados de la morfología de los suelos, y proporciona un esquema idóneo para predecir y evaluar el tipo e intensidad de las limitaciones que determinan su capacidad productiva, se determina que para el departamento General San Martín y Unión, sobre el cual se extiende la cuenca analizada, predomina el orden Molisol distribuidos entre los

subórdenes Albol, Acuol y Ustol. También hay Alfisoles y suelos no diferenciados en menor proporción, como puede verse en la Tabla 1 y Figura 17.

Tabla 1. Inventario por clase taxonómica. Orden. Por departamentos en miles de hectáreas.

Fuente: Gorgas y Tassile, 2003

DEPARTAMENTO	MOLISOL		ALFISOL		ENTISOL		ARIDISOL		Indiferenciados / Misceláneas	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Calamuchita	222	45.4			183	37.3			85	17.4
Colón	162	69.0			62	26.2			11	4.8
Cruz del Eje	208	31.3			134	20.1	162	24.4	162	24.2
General Roca	683	53.1	104	8.1	419	32.6			80	6.2
General San Martín	364	79.3	38	8.1					75	15.6
Ischilín	246	49.7			103	20.7	109	22.1	37	7.5
Juárez Celman	657	80.1	58	7.1	10	1.1			96	11.7
Marcos Juárez	818	87.2	94	10.0					26	2.8
Mínas	28	7.5			150	40.6	148	39.9	45	12.1
Pocho	46	14.4	2	0.5	110	34.2	139	43.3	25	7.7
P. Roque Sáenz Peña	617	75.6	85	10.4	2	0.3			112	13.8
Punilla	67	25.4			139	52.7			58	21.9
Río Cuarto	1281	69.9	52	2.9	285	15.6			216	11.7
Río Primero	521	76.8	83	12.2	56	8.1			19	2.9
Río Seco	392	38.4	290	28.4	93	9.2			245	24.1
Río Segundo	386	78.2	16	3.3					92	18.5
San Alberto	77	23.3			109	33.1	74	22.3	70	21.2
San Javier	96	59.5			54	33.5	2	1.2	9	5.8
San Justo	922	66.2	208	15.0					263	18.9
Santa María	224	68.0			66	20.0			39	12.0
Sobremonte	151	45.2			83	24.8	50	15.0	50	14.9
Tercero Arriba	436	83.8	14	2.7					71	13.5
Totoral	251	81.6			50	16.3			6	2.4
Tulumba	372	37.7	57	5.8	114	11.5	93	9.3	353	35.8
Unión	894	84.7	63	6.0					99	9.4

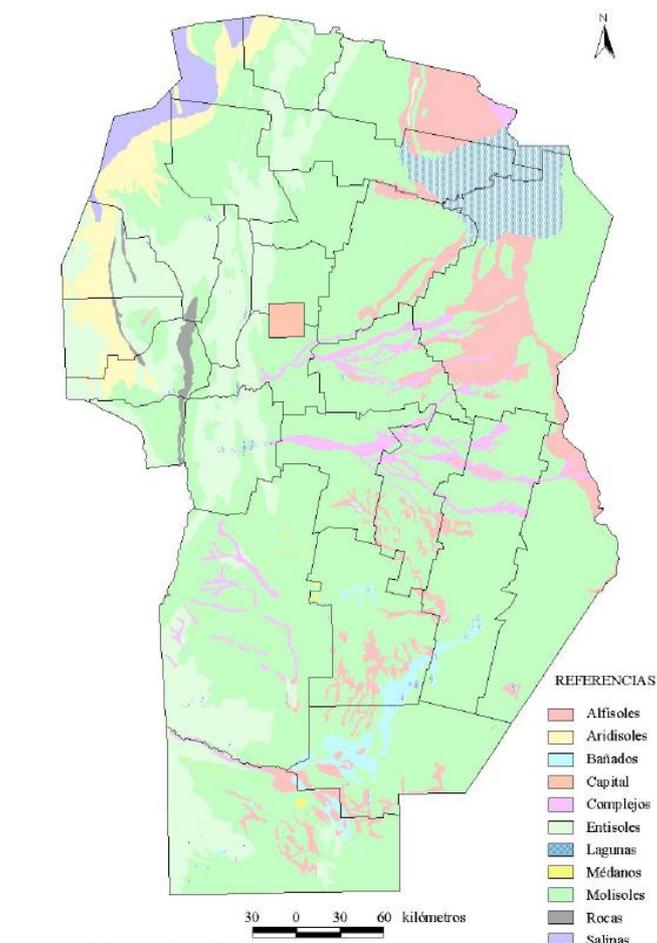


Figura 17. Ordenes de suelos de la Provincia de Córdoba.

Fuente: Gorgas y Tassile, 2003

En lo que respecta a la Capacidad de Uso de los suelos, hay que mencionar que para llevar a cabo una clasificación de los mismos se ha adoptado el sistema de clasificación utilizado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (SCS, USDA), con ligeras modificaciones. Este sistema comprende tres grandes categorías: Clase, Subclase y Unidad de capacidad de uso.

El sistema de clasificación distingue ocho clases (señaladas con números romanos I a VIII) que indican un aumento progresivo de las limitaciones que presentan los suelos para el desarrollo de los cultivos. Las cuatro primeras clases incluyen los suelos arables, aptos para cultivos. La clase I requiere poco o ningún tratamiento de manejo

o conservación especial. Las clases II, III y IV necesitan grados crecientes de cuidado y protección. Las clases V a VII por lo general no son aptas para los cultivos y precisan cuidados progresivamente más intensos aun cuando se destinen para pasturas o a la forestación. Finalmente, la clase VIII no tiene aplicación agrícola ni ganadera; sólo sirve para la recreación, para conservación de la fauna silvestre, provisión de agua o fines estéticos.

Se presenta a continuación el mapa de Clases de Capacidad de Uso de toda la Provincia. (Figura 18)

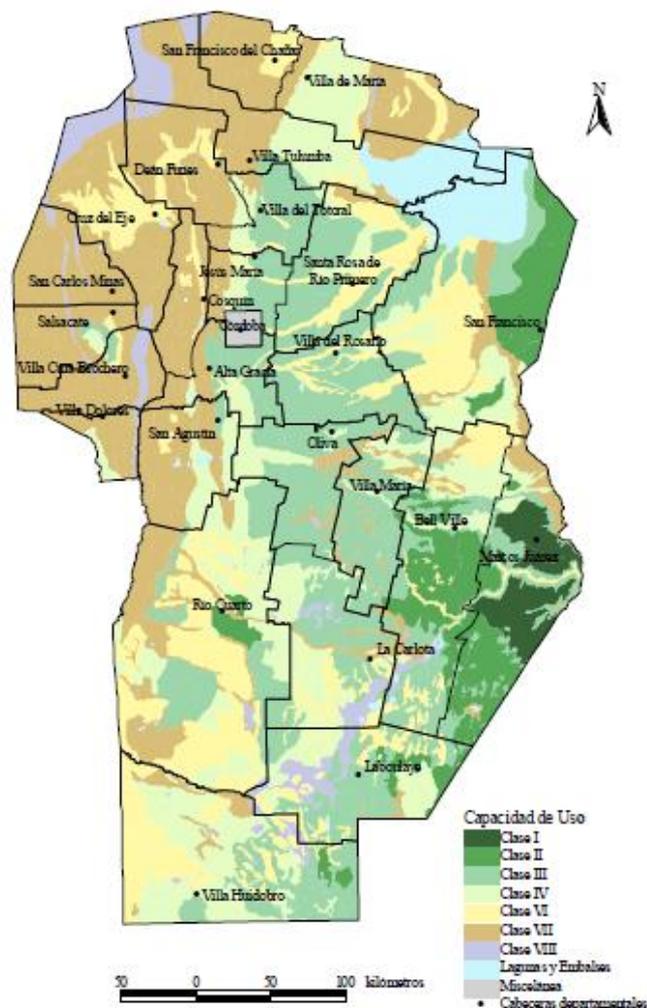


Figura 18. Clases de capacidad de uso de las tierras en la Provincia de Córdoba.

Fuente: Gorgas y Tassile, 2003.

En las tablas que se presentan a continuación se resumen las características principales de los suelos para el Departamento General San Martín. (Tabla 2, Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7).

Tabla 2. Departamento Gral. San Martín – Taxonomía hasta nivel de subgrupo.

Fuente: Gorgas y Tassile, 2003

ORDEN	SUBORDEN	Gran Grupo	Subgrupo	miles/ha	% Departamento
ALFISOL	ACUALF			39	8.07
			Albacualf	8	1.71
			tipico	8	1.71
			Natracualf	31	6.37
			tipico	28	5.89
			mólico	2	0.48
MOLISOL	ALBOL			364	76.29
			Argialbol	55	11.53
			tipico	16	3.37
			Natralbol	16	3.37
			tipico	39	8.16
			tipico	39	8.16
	ACUOL			12	2.55
			Calciacuol	11	2.38
			tipico	11	2.38
			Duracuol	1	0.18
			nátrico	1	0.18
				1	0.18
	USTOL			297	62.21
			Argiustol	1	0.17
			údic	1	0.17
			Haplustol	284	59.56
			tipico	42	8.78
			ácuico	2	0.43
éntico			190	39.78	
údic			44	9.29	
udorthéntico			6	1.28	
Natrustol			12	2.48	
tipico	12	2.48			
Suelos sin diferenciar				73	15.39
Misceláneas					
	Lagunas		1		

Tabla 3. Departamento Gral. San Martín – Capacidad de uso. En miles de hectáreas.

Fuente: Gorgas y Tassile, 2003

Capacidad de Uso							
Pedanía	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Algodón	35	27					
Chazón	8	48	8	19	20		1
Mojarras	12	21	9	2	26		
Villa María	3	2	1			2	
Villa Nueva	14	21	11				
Yucat	7	32	4	1	19		

Tabla 4. Departamento Gral. San Martín – Capacidad de drenaje. En miles de hectáreas.

Fuente: Gorgas y Tassile, 2003

Pedanía	Drenaje		
	Excesivo	Buena	Pobre
Algodón		24	44
Chazón	24	122	53
Mojarras		14	35
Villa María		1	4
Villa Nueva		16	24
Yucat		35	6

Tabla 5. Departamento Gral. San Martín – Clases de salinidad y alcalinidad sódica. En miles de hectáreas.

Fuente: Gorgas y Tassile, 2003

Pedanía	Salinidad				Alcalinidad			
	No	Leve	Moderada	Fuerte	No	Profundidad	Subsuperficial	Superficial
Algodón	27	17	2	22	35		27	7
Chazón	163	23	2	11	163	4	15	18
Mojarras	33	8	3	5	33	2	8	5
Villa María	4		1		4		1	
Villa Nueva	35		5		35		5	
Yucat	39	2			39	2		1

Tabla 6. Departamento Gral. San Martín – Clases de erosión. En miles de hectáreas.

Fuente: Gorgas y Tassile, 2003

Pedanía	Erosión hídrica				Erosión eólica			
	No	Ligera	Moderada	Grave	No	Ligera	Moderada	Grave
Algodón	68				68			
Chazón	199				198	1		
Mojarras	49				49			
Villa María	5				5			
Villa Nueva	40				40			
Yucat	41				41			

Tabla 7. Departamento Gral. San Martín – Clases por susceptibilidad a la erosión. En miles de hectáreas.

Fuente: Gorgas y Tassile, 2003

Pedanía	Susceptibilidad erosión hídrica				Susceptibilidad erosión eólica			
	No	Ligera	Moderada	Alta	No	Ligera	Moderada	Alta
Algodón	56	12			60	8		
Chazón	164	35			170	4	1	24
Mojarras	33	15			41	7		
Villa María	4	1			4	1		
Villa Nueva	39				40			
Yucat	35	7			35	7		

De la información proporcionada anteriormente, para las Pedanías afectadas a la zona en estudio (Chazón, Villa Nueva), se puede resumir que:

- El mayor porcentaje de la superficie corresponde a suelos Clase III, siendo en menor medida Clase IV y Clase II.
- Se tratan de suelos con buen drenaje, pese a que existen zonas que presentan un drenaje pobre.
- En general se tratan de suelos con un bajo índice de salinidad y alcalinidad sódica.
- No presentan importantes grados de erosión hídrica ni eólica, ni resultan susceptibles a dichos fenómenos.

A continuación, se resumen las características principales de los suelos para el Departamento Unión. (Tabla 8, Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13).

Tabla 8. Departamento Unión – Taxonomía hasta nivel de subgrupo.

Fuente: Gorgas y Tassile, 2003

ORDEN	SUBORDEN	Gran Grupo	Subgrupo	miles/ha	% Departamento
ALFISOL				63	5.95
	ACUALF			63	5.95
		Albacualf		8	0.79
			típico	8	0.79
		Natracualf		54	5.16
			típico	48	4.52
			mólico	7	0.64
MOLISOL				894	84.67
	ALBOL			160	15.19
		Argialbol		53	5.03
			típico	53	5.03
		Natralbol		107	10.16
			típico	107	10.16
	ACUOL			69	6.51
		Argiacuol		4	0.35
			típico	4	0.35
		Calciacuol		13	1.21
			típico	13	1.21
		Duracuol		35	3.32
			nátrico	35	3.32
		Haplacuol		7	0.66
			típico	7	0.66
		Natracuol		10	0.98
			típico	10	0.98
	USTOL			577	54.69
		Argiustol		47	4.46
			ácucico	8	0.78
			údico	39	3.68
		Haplustol		523	49.51
			típico	13	1.24
			ácucico	2	0.20
			éntico	144	13.65
			thaptoárgico	7	0.69
			údico	337	31.91
			udorthéntico	18	1.68
			fluvéntico	2	0.14
		Natrustol		8	0.72
			típico	8	0.72
	UDOL			88	8.29
		Argiudol		79	7.48
			típico	79	7.48
		Hapludol		9	0.81
			típico	9	0.81
Suelos sin diferenciar				68	6.49
Misceláneas				31	
	Bañados			29	
	Lagunas			2	

Tabla 9. Departamento Unión – Capacidad de uso. En miles de hectáreas.

Fuente: Gorgas y Tassile, 2003

Capacidad de Uso							
Pedanía	I	II	III	IV	V	VII	VIII
Litín		1	75	59		83	
Ballesteros		50	20	19	8	6	
Bell Ville		115	25	42	7	15	
Ascasubi	11	193	22	21	5	11	1
Loboy	8	35	117	32	20	22	30

Tabla 10. Departamento Unión – Capacidad de drenaje. En miles de hectáreas.

Fuente: Gorgas y Tassile, 2003

Pedanía	Drenaje		
	Excesivo	Bueno	Pobre
Litín	7	4	183
Ballesteros		35	58
Bell Ville		93	79
Ascasubi	3	223	38
Loboy	112	37	84

Tabla 11. Departamento Unión – Clases de salinidad y alcalinidad sódica. En miles de hectáreas.

Fuente: Gorgas y Tassile, 2003

Pedanía	Salinidad				Alcalinidad			
	No	Leve	Moderada	Fuerte	No	Profundidad	Subsuperficial	Superficial
Litín	84	67	12	31	91	33	50	20
Ballesteros	76	5	12		76	3	11	3
Bell Ville	143	14	15	1	143	7	12	11
Ascasubi	227	9	21	7	228	2	20	13
Loboy	204	6	2	22	178	8	42	6

Tabla 12. Departamento Unión – Clases de erosión. En miles de hectáreas.

Fuente: Gorgas y Tassile, 2003

Pedanía	Erosión hídrica				Erosión eólica			
	No	Ligera	Moderada	Grave	No	Ligera	Moderada	Grave
Litín	190		4		194			
Ballesteros	93				93			
Bell Ville	172				172			
Ascasubi	259		1	3	263			
Loboy	234				234			

Tabla 13. Departamento Unión – Clases por susceptibilidad a la erosión. En miles de hectáreas.

Fuente: Gorgas y Tassile, 2003

Pedanía	Susceptibilidad erosión hídrica				Susceptibilidad erosión eólica			
	No	Ligera	Moderada	Alta	No	Ligera	Moderada	Alta
Litín	177	17			187	7		
Ballesteros	59	34			63	30		
Bell Ville	75	97			103	69		
Ascasubi	61	198	1	3	93	168		3
Loboy	90	144			90	35		108

De la información proporcionada anteriormente, para la Pedanía afectada a la zona en estudio (Ballesteros), se puede resumir que:

- El mayor porcentaje de la superficie corresponde a suelos Clase II, siendo en menor medida Clase III y Clase IV.
- Se tratan de suelos con drenaje bueno a pobre.
- En general se tratan de suelos con un bajo índice de salinidad y alcalinidad sódica.
- No presentan importantes grados de erosión hídrica ni eólica, ni resultan susceptibles a dichos fenómenos.

En la Figura 19 se muestra sobre los límites de la cuenca el mapa de la capacidad de uso extraídas de las Cartas de Suelos en escala 1:50.000.

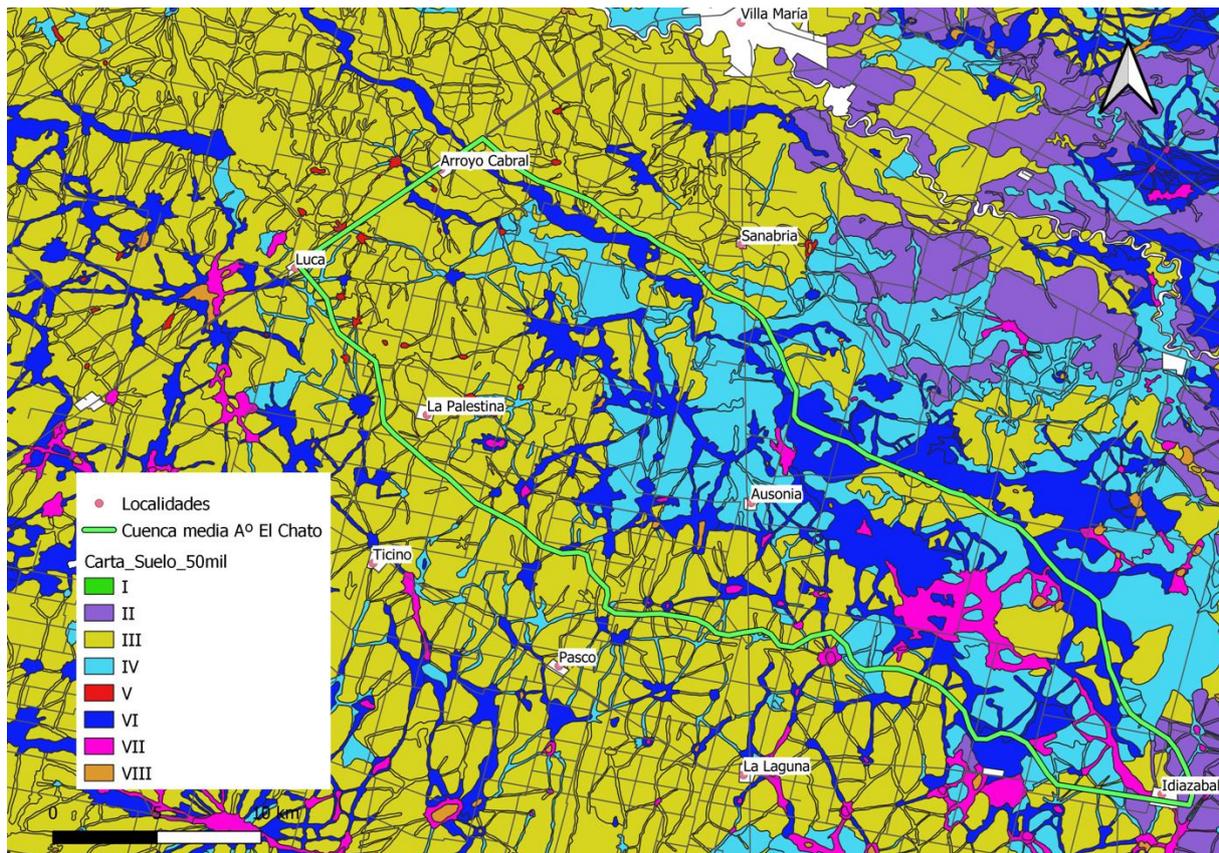


Figura 19. Mapa de capacidad de uso.

Fuente: IDECOR, 2021 (<https://www.mapascordoba.gob.ar/#/geoservicios>).

Como se puede observar en la Figura 19, se tiene en mayor parte suelos Clase III en el sector oeste, sobre Ruta Nacional N° 158, suelos Clase IV y VI en la zona más próxima a Ruta Provincial N° 4 y sobre las márgenes del arroyo y existe una concentración de suelos clase VII en sectores cercanos a Ruta Provincial N°6.

De acuerdo a esto, la actividad debería restringirse a:

- **Clase III.** Los suelos de esta clase tienen mayores limitaciones que los de las clases anteriores, por lo que requieren prácticas de manejo y conservación más complejas; no obstante, son adecuados para cultivos, pasturas y otros usos de la tierra.
- **Clase IV.** Suelos con limitaciones más severas que la clase III, cuando están cultivados requieren prácticas de manejo y conservación más difíciles y

complejas. Generalmente son adecuados para una estrecha gama de cultivos. No obstante, pueden ser utilizados para pasturas y otros usos de la tierra.

- **Clase VI.** Suelos con graves limitaciones para el uso, resultando ineptos para los cultivos. Son apropiados como campos naturales de pastoreo, pasturas cultivadas, bosque y fauna.
- **Clase VII.** Suelos con muy graves limitaciones para el uso, resultando también ineptos para cultivos. Su uso queda reducido exclusivamente para pasturas cultivadas, campos naturales de pastoreo o para bosques y refugio de la fauna.

La clasificación anterior, está relacionada con la capacidad de drenaje de los suelos, según se muestra en la Figura 20.

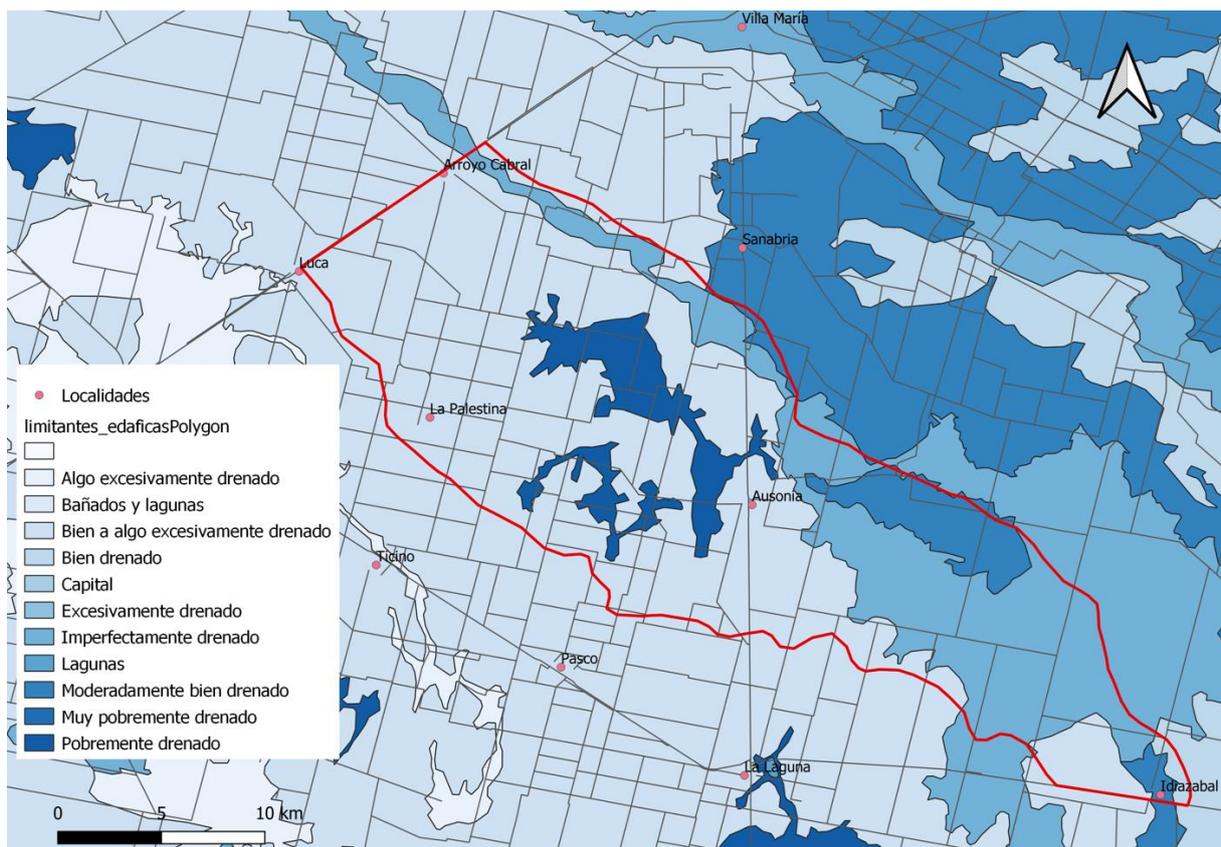


Figura 20. Mapa de capacidad de drenaje.

Fuente: IDECOR, 2021 (<https://www.mapascordoba.gob.ar/#/geoservicios>).

3.7. Uso de suelo

El uso de suelo actual de la cuenca en mayor porcentaje está dado por la actividad agrícola, ganadera y en menor medida tampera, con excepción de los espacios ocupados por los ejidos urbanos, vías de comunicación y otras áreas consideradas como misceláneas.

La explotación netamente agrícola se halla vinculada a las unidades de lomas o planos altos donde predominan los medianos y pequeños productores. Los principales cultivos son soja, maíz, trigo, sorgo y girasol en orden de importancia.

En cambio, la actividad ganadera se desarrolla especialmente en los suelos de los bajos o aureolas de influencia de las lagunas, asociados con problemas de alcalinidad y/o salinidad y en los predios medianos a grandes. En el rubro producción animal, predomina la ganadería vacuna de invernada y de cría y en menor proporción algunos tambos.

En la Figura 21 se muestra el uso de suelo actual de la cuenca a partir de la información que provee IDECOR, sobre los límites de la cuenca media del arroyo.

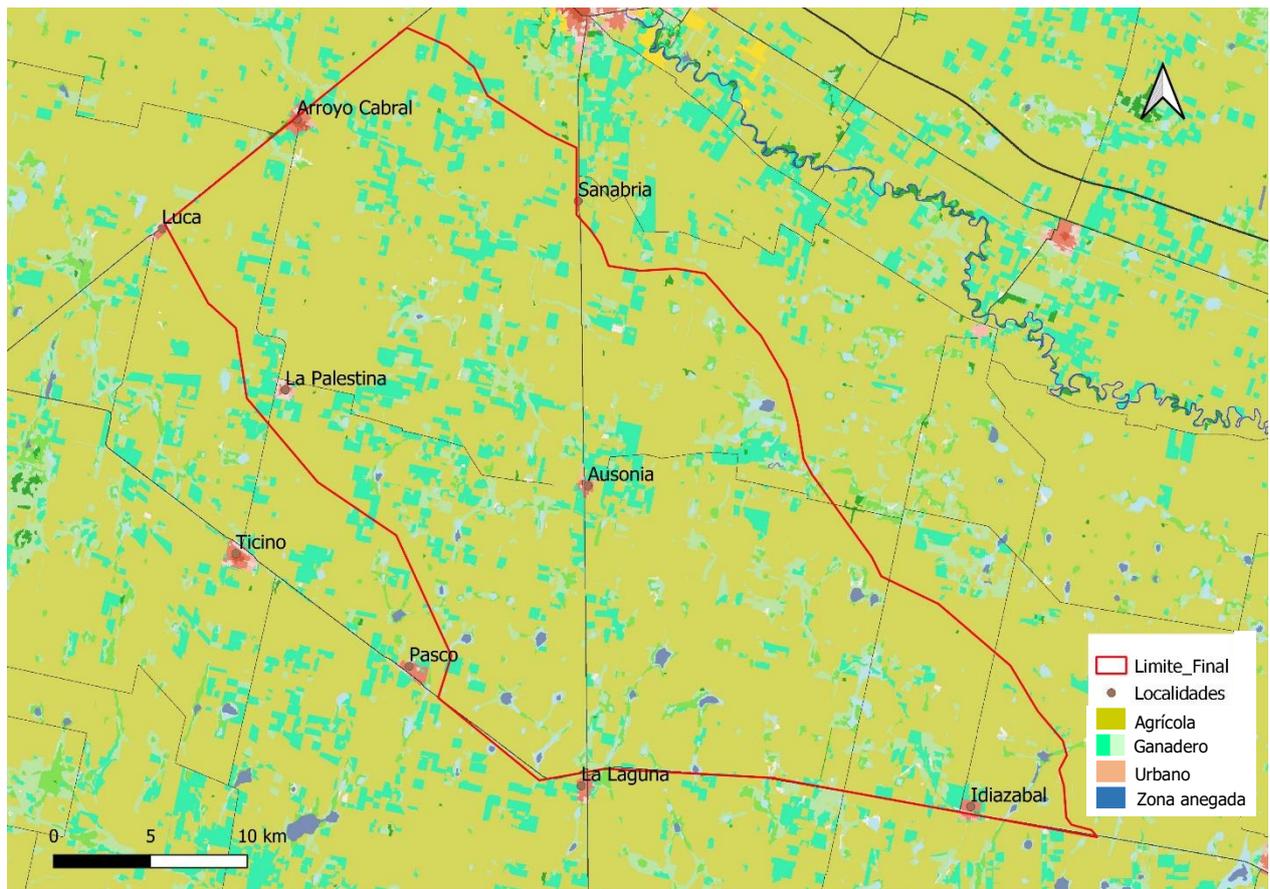


Figura 21. Mapa de uso de suelos. Raster Cobertura y Uso de Suelo.

Fuente: IDECOR, 2021 (<https://www.mapascordoba.gob.ar/#/geoservicios>).

3.8. Vegetación

Desde el punto de vista fitogeográfico la República Argentina está comprendida en tres de las siete Regiones en las que se divide al Mundo. Estas son *Neotropical*, *Antártica* y *Oceánica*, las cuales a su vez se dividen en Dominios.

En función de la regionalización efectuada por Cabrera (1951), el área en estudio se halla dentro de la Región Neotropical, Dominio Chaqueño, Provincia del Espinal (Figura 22).

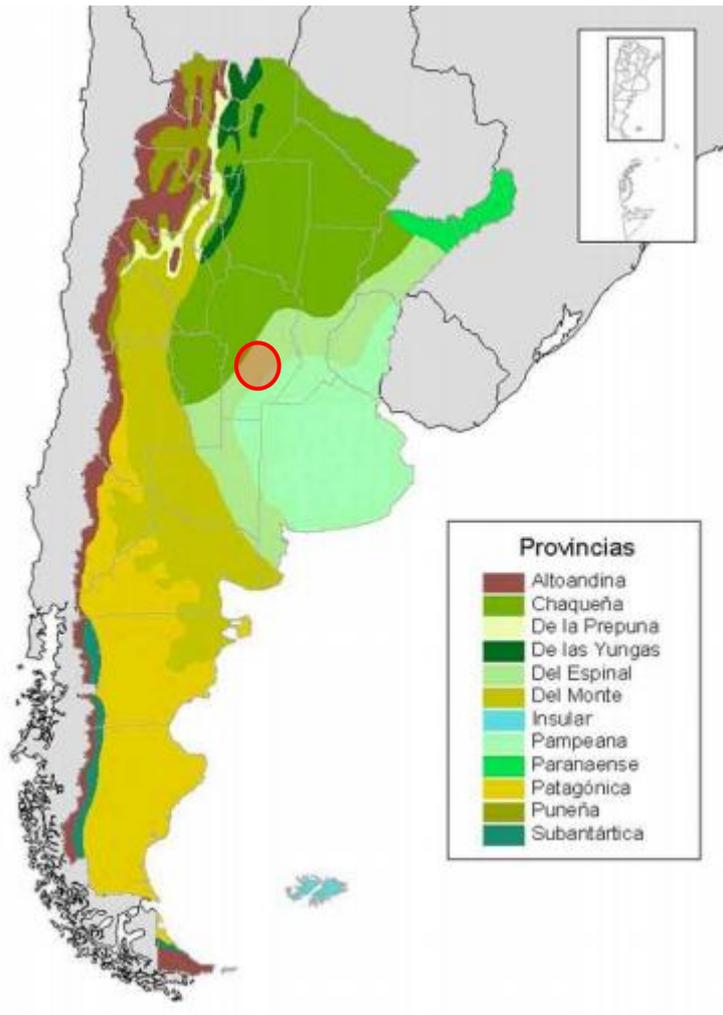


Figura 22. Regiones fitogeográficas.

Fuente: (Cabrera, 1951).

La Provincia del Espinal, también conocida como Bosque Pampeano o Monte Periestépico, se extiende en forma de arco alrededor de la Provincia Pampeana, desde el centro de Corrientes y norte de Entre Ríos, por el centro de Santa Fe y Córdoba, por San Luis y el centro de La Pampa, hasta el sur de Buenos Aires. Limita al norte con la provincia Chaqueña y al oeste y sur con la Provincia del Monte. (Cátedra de Sistemática Vegetal. FCAyF. UNLP, 2012).

En la Figura 23, se muestra la superficie de la Provincia de Córdoba comprendida dentro de la Región del Espinal y la ubicación relativa del sector en estudio.

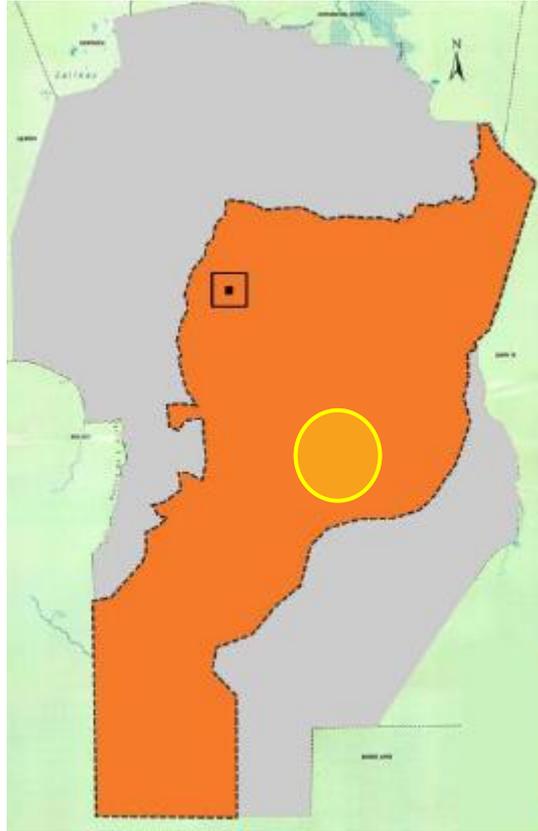


Figura 23. Región del Espinal en Provincia de Córdoba.

Fuente: Material presentación clases, Catedra Botánica – FCA – UNC, 2017.

Su vegetación se caracteriza por Bosques xerófilos caducifolios, Palmares, Sabanas gramíneas, Estepas gramíneas, Estepas arbustivas.

Se la subdivide en cuatro distritos, del Ñandubay, del Algarrobo, del Caldén, del Tala. De estos, la zona analizada se emplaza dentro del Distrito del Algarrobo.

Este último se extiende desde el centro de Santa Fe, a través de la provincia de Córdoba en forma de banda diagonal, hasta el norte de San Luis. En su límite norte, este Distrito se funde en un amplio ecotono con Distritos de la Provincia Chaqueña, mientras que al sur se diluye en forma de isletas de bosques de la Provincia Pampeana.

Se trata del Distrito menos conocido de la Provincia del Espinal ya que cubre una región dedicada desde hace muchos años a la agricultura, cuyos bosques han sido explotados y desmontados totalmente.

Se caracteriza por los algarrobos blanco y negro: *Prosopis alba* y *Prosopis nigra* y por la gran abundancia de *Acacia caven*, también frecuentes *Celtis spinosa*, *Scutia buxifolia*, *Schinus longifolia*. También hay palmares de *Trithrinax campestris*, que se extiende hasta las sierras de San Luis.

En lo que respecta al escenario actual de la cuenca, se puede enunciar que, en lo que respecta a la vegetación herbácea y leñosa nativa del sector, la misma presenta un alto grado de degradación. Esto es producto principalmente del uso del suelo actual y de cientos de años atrás, no solo en este sector sino en toda la región.

En función de esto, haciendo foco en primer lugar en la zona rural, la mayor parte de la vegetación predominante se compone de los cultivos invernales y/o estivales propios de la actividad económica.

En cuanto a vegetación leñosa existente, según se puede deducir del análisis de imágenes satelitales y recorridas de campo realizadas, la misma en su mayoría se trata de vegetación implantada, donde las especies principales relevadas son *Eucalyptus* (eucaliptus), *Melia azedarach* (paraísos), *Ulmus minor* (olmos), *Populus* (álamos), *Pinus* (pinos).

Sin embargo, se evidencian, aunque en menor proporción, algunos ejemplares de especies arbóreas nativas como *Vachellia caven* (espinillos), *Prosopis* (algarrobos).

En lo que respecta a la zonificación y ubicación de la vegetación leñosa, en las zonas rurales, la misma está concentrada en los cascos de los campos, en cercanías de las construcciones todavía existentes; se pueden encontrar en los caminos de acceso a

estos campos y en menor medida en caminos internos; se puede encontrar en las márgenes de los caminos rurales de red vial secundaria y terciaria; con poca presencia sobre las márgenes del arroyo; en casos aislados se presentan pequeños bosques donde allí se pueden encontrar especies nativas.

En las imágenes a continuación se puede observar a modo de ejemplo sectores de la cuenca donde se observa la vegetación leñosa. (Ilustración 9, Ilustración 10, Ilustración 11).

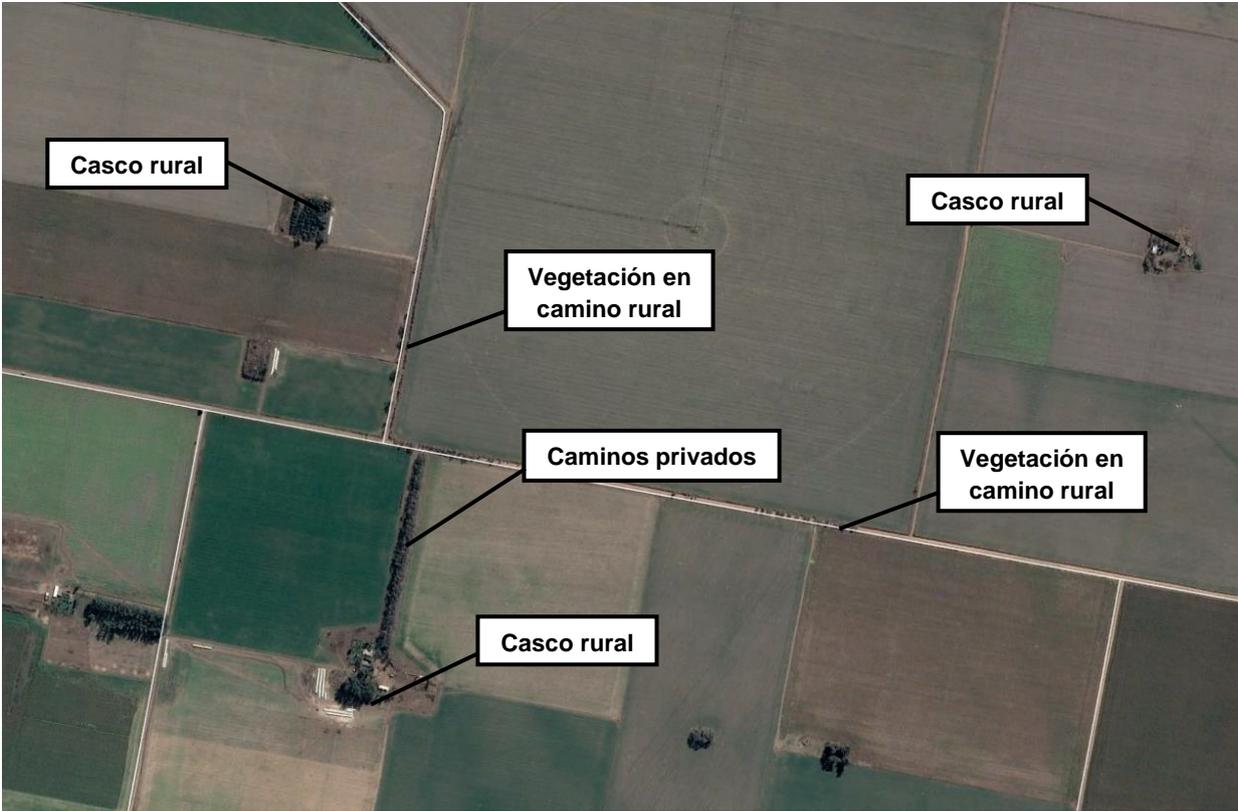


Ilustración 9. Vegetación leñosa en zonas rurales.



Ilustración 10. Vegetación leñosa en zonas rurales.

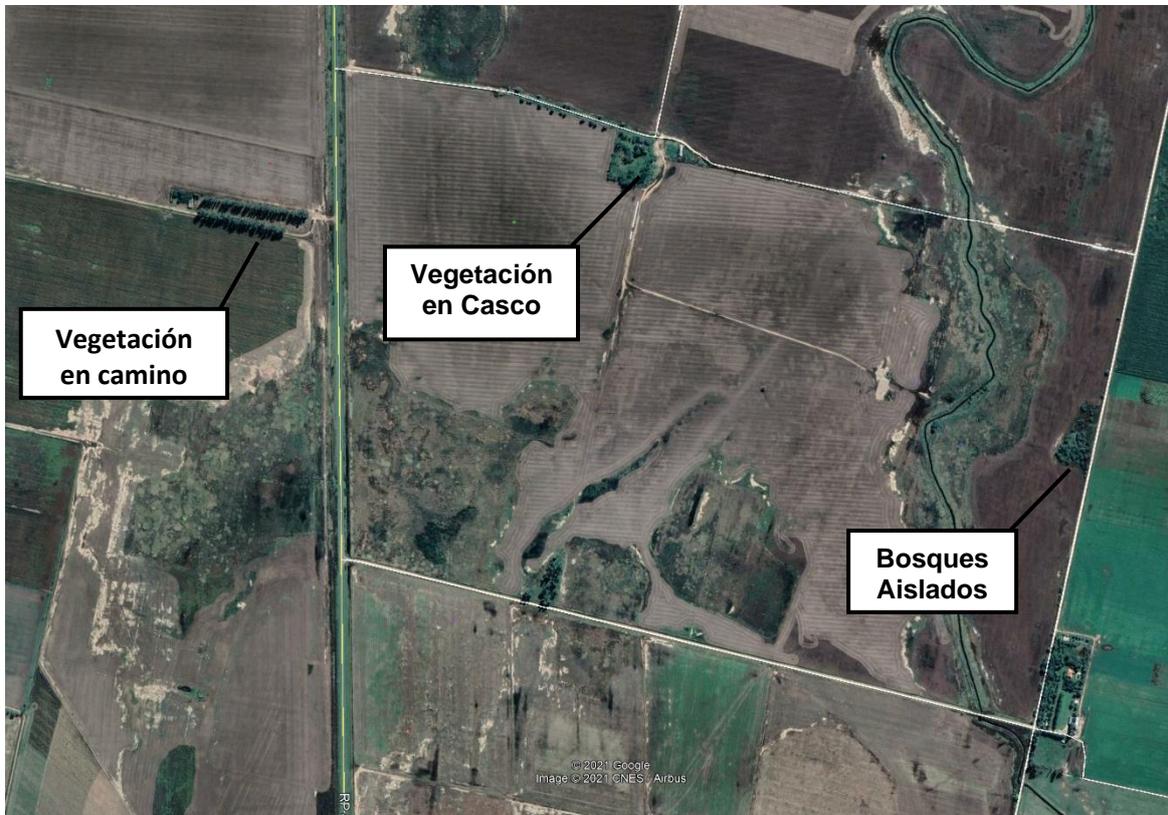


Ilustración 11. Vegetación leñosa en zonas rurales.

Respecto de la vegetación herbácea nativa, la misma es prácticamente inexistente. Es posible identificar ejemplares en los sectores bajos de la cuenca, fácilmente anegables donde no se lleva a cabo la explotación agrícola del terreno (Ilustración 12). En dichos sectores se pueden observar especies como Cortaderia selloana (cortaderas), Typha (totoras), Juncus (juncos).

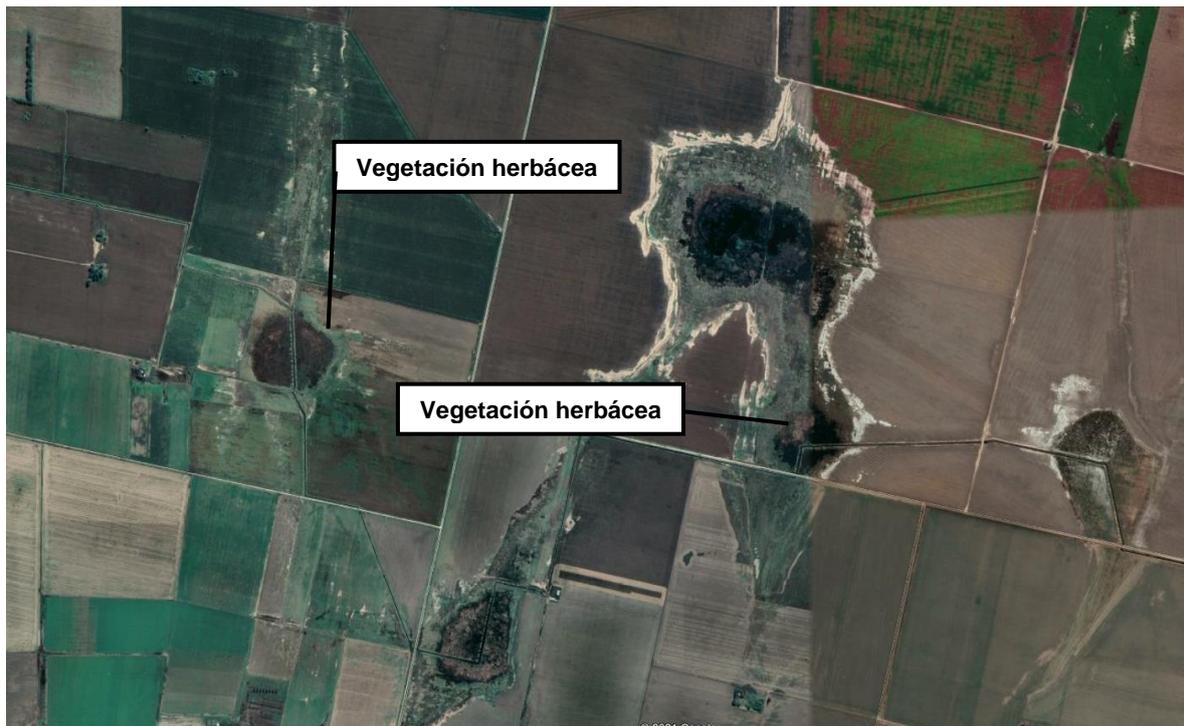


Ilustración 12. Vegetación herbácea en zonas anegables.

En segundo lugar, analizando la vegetación en las áreas urbanas que se emplazan dentro de la zona a estudiar, se desprende que la vegetación existente se concentra en el arbolado público, parques y plazas públicas y en jardines de las propiedades privadas (Ilustración 13).

Se destaca que el arbolado público en algunos sectores se encuentra con buena densidad, mientras que hay sectores donde el mismo escasea.

Respecto de las especies, el mayor porcentaje es de especies implantadas, entre las que se pueden mencionar Fraxinus (fresno), Salix (sauce), Myoporum (siempre verde), Liquidámbar, Acacia.



Ilustración 13. Vegetación leñosa en zonas urbanas

3.9. Aspectos Legales

La normativa legal y jurídica vigente a considerar en el área en estudio es definida a partir de la identificación de los actores intervinientes en la cuenca, los cuales se enumeran a continuación:

Nacionales

- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- Ministerio de Obras Públicas
- Vialidad Nacional
- Consejo Federal de Ambiente
- Poder Legislativo
- Poder Judicial
- INTA
- SENASA

Provinciales

- Ministerio de Coordinación. Secretaría de ambiente
- Ministerio de Servicios Públicos
- Ministerio de Agricultura y Ganadería
- Ministerio de Obras Públicas
- Dirección Provincial de Vialidad

Regionales

- Comunidad regional – General San Martín y Unión
- Consorcios camineros

- Consorcios canaleros
- Consorcio de conservación de suelos
- Municipalidades
- Productores Agropecuarios

Legislación aplicable a la cuenca

La normativa principal a considerar es la Constitución Nacional que en su artículo 41 expresa que todos tenemos derecho a un ambiente sano. Por su parte la Constitución de la Provincia de Córdoba, incluye una serie de artículos cuyos objetivos están relacionados con el ambiente y los recursos naturales.

- Art. 11: protección del medioambiente y preservación de los recursos naturales.
- Art. 38: evitar contaminación ambiental.
- Art. 59: derecho al bienestar ambiental y control de riesgos ambientales.
- Art. 66: derecho a medioambiente sano.

Todos estos artículos identificados, representan la base para la aplicabilidad de las diferentes leyes nacionales y provinciales, tendientes a asegurar la protección del ambiente y los recursos naturales. De todas las existentes, se resume a continuación aquellas que aplican a la cuenca definida.

Legislación Ambiental Nacional

Código Civil, describe lo que representa un daño personal, patrimonial y/o económico y daño ambiental.

Código Penal, describe lo que implica el delito ambiental, contra la propiedad y contra la seguridad pública.

Leyes especiales

- Ley 20.284, preservación de los recursos del aire.
- Ley 24.051, residuos peligrosos.
- Ley 22.421, conservación de la fauna silvestre.
- Ley 22.428, fomento de la conservación de suelos.
- Ley 25.080, promoción forestal
- Ley 24.922, del Régimen Federal de Pesca
- Ley 25.127, de Régimen para las Producciones Agropecuarias Orgánicas y/o Ecológicas

Leyes de presupuestos mínimos

- Ley 25.612: Gestión de residuos provenientes de actividades industriales y de actividades de servicios.
- Ley 25.670: Gestión ambiental de PCBs.
- Ley 25.675: General del ambiente.
- Ley 25.688: Gestión ambiental de aguas.
- Ley 25.831: Régimen de Libre acceso a la información pública ambiental.
- Ley 25.916: Gestión de residuos domiciliarios.
- Ley 26.815: Sistema Federal de Manejo del Fuego.
- Ley 27.279 Gestión de Envases Vacíos de Fitosanitarios.
- Ley 27520 de adaptación y mitigación al cambio climático global.
- Ley 27353 Incorporación artículo a la Ley N° 26.815.

Legislación Ambiental Provincial

Código de Agua, ley 5.589

Leyes

- Ley 7.343, ley provincial del ambiente
- Ley 10.208, determina política ambiental provincial
- Ley 10.663, buenas prácticas agropecuarias
- Ley 8.066, ley de bosques provincial
- Ley 9.219, ley de prohibición de desmonte de bosque nativo
- Ley 9.814, ordenamiento de bosque nativo
- Ley 10.467, plan provincial agroforestal
- Ley 5.589, contaminación del agua
- Decreto 847/19, estándares de vertido de efluentes para la preservación del recurso hídrico
- Ley 105, estándares de aire
- Ley 8.167, preservación del estado de pureza del aire
- Ley 9.306, regulación de los sistemas intensivos y concentrados de producción animal
- Ley 9.088, gestión de RSU y residuos asimilables a los RSU
- Ley 8.973, adhesión a la ley nacional 24.051 de residuos peligrosos
- Ley 9.624, prohibición de quema y depósito de neumáticos deteriorados en lugar no autorizados.
- Ley 9.164 productos químicos o biológicos de uso agropecuario
- Ley 6.628, adhesión a la ley nacional de conservación y recuperación de capacidad productiva de suelos (LN 22.428)
- Ley 8.936, ley 10.669, protección de los suelos
- Ley 8.863, creación de consorcios de conservación de suelos
- Ley 9.750, creación de consorcios canaleros

- Ley 9.855, protección ambiental para planta almacenadoras, clasificadoras y de conservación de granos
- Decreto 1.693, D. 494, procedimiento para aprobación de loteos en la provincia
- Ley 10.362, requisitos para loteos estatales
- Ley 8.751, ley 9.147, ley provincial del fuego
- Ley 8.079, explotación de abejas
- Decreto 120-C/62, pesca en la provincia
- Decreto 4.046/58, régimen de caza y protección de fauna
- Decreto 868/15, normativa línea de ribera
- Decreto 3.780C/65, normativa para ejecución de obras sobre cursos naturales y artificiales por parte de particulares.
- Ley 9.055, condiciones para estación de base de telefonía celular
- Ley 10.397, adhesión a ley nacional de fomento de fuentes renovables de energía
- Ley 10.604, adhesión a la ley nacional de fomento a la generación de energía renovable integrada a la red eléctrica pública
- Ley 10.573, sistemas de aprovechamiento e energía solar
- Ley 10.572, uso racional y eficiente de energía
- Ley 9.696, prohibición de bolsas de polietileno
- Decretos y resoluciones que reglamentan y están relacionadas con las leyes mencionadas.
- Ley Orgánica Municipal 8.102, que rige las municipalidades comprendidas dentro de los límites de la cuenca, por no contar con Carta Orgánica Propia.

3.10. Aspectos Sociales

El sector en estudio queda comprendido dentro de los departamentos Gral. San Martín y Unión y en cuanto a las localidades que se encuentran afectadas se encuentran Ausonia e Idiazabal. (Figura 24).

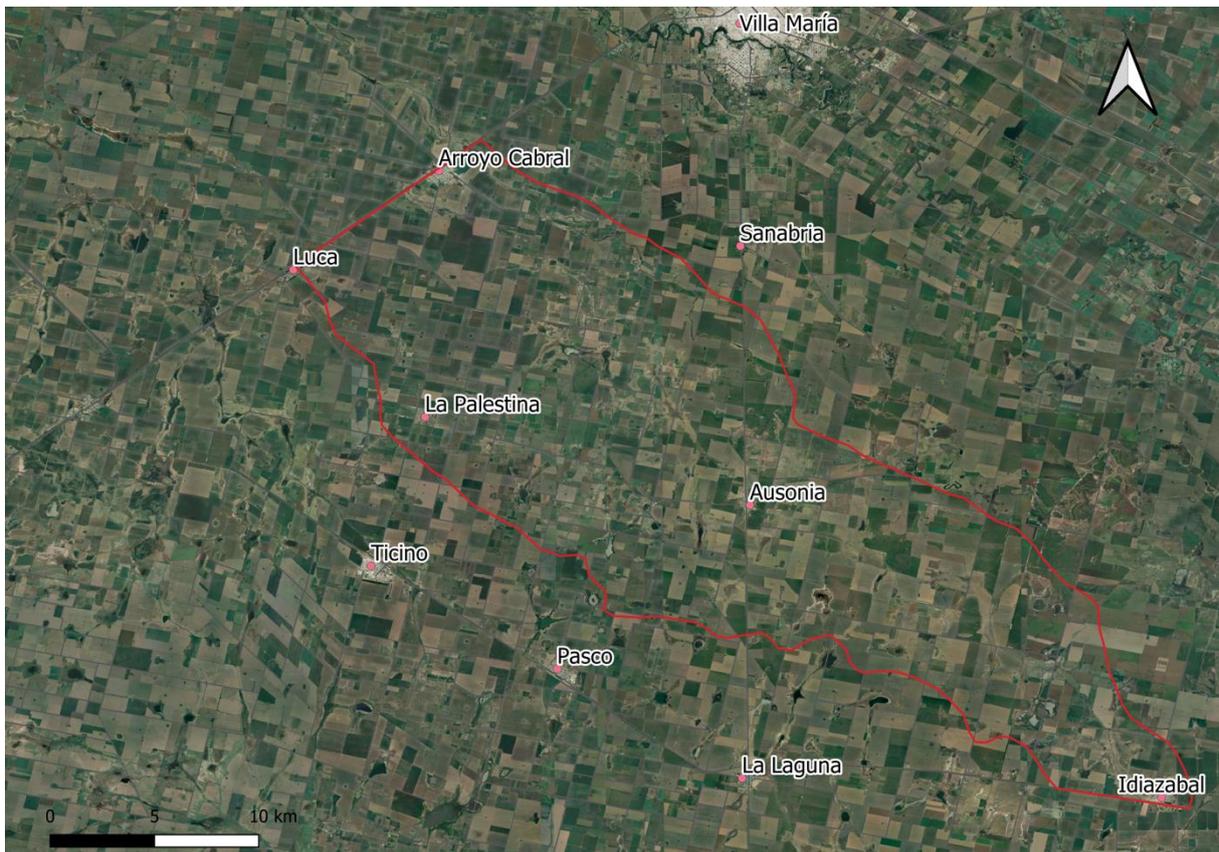


Figura 24. Localidades afectadas por en el estudio.

Según el último censo nacional, la población afectada resulta de 2689 habitantes distribuidos en las localidades mencionadas, según la Tabla 14.

Tabla 14. Población comprendida en zona de estudio

Fuente: Dirección General de Estadísticas y Censos. Conocé Córdoba
<https://estadistica.cba.gov.ar/conoce-cordoba/>

Localidad	Población
Ausonia	1133
Idiazabal	1556
Total:	2689

4. DIAGNOSTICO DEL SECTOR EN ESTUDIO

De acuerdo a los antecedentes disponibles, la inundación que sufre la localidad de Idiazabal en el año 2015, se puede tomar como uno de los eventos de impacto más importantes, por las consecuencias socio económicas que se generaron dentro de la cuenca y que marco un antecedente en la misma.

Anterior a ese suceso, se venía trabajando con obras en diferentes sectores, pero de forma aislada y sin un plan integral de sistematización y ordenamiento de los excedentes hídricos en toda la cuenca, con lo cual se encontraban muchas obras existentes sin mantenimiento, con secciones del cauce muy irregulares, y se evidenciaban muchos puntos de baja capacidad de conducción, susceptibles de desbordes.

A fines del mes de febrero e inicio de marzo del año 2015, la localidad de Idiazabal sufre una inundación histórica, y quizá la más grande en su historia, debido a las importantes y extraordinarias precipitaciones ocurridas sobre la cuenca del arroyo. El evento se produce luego de una serie de precipitaciones que se dan en gran superficie de la cuenca alta y en la localidad en cuestión, sumado a esto con la presencia del

nivel freático alto, colaboraron a saturar el suelo y como consecuencia, el excedente hídrico escurrió prácticamente de forma directa.

Para comprender mejor lo sucedido, se observa a continuación sobre cartas del IGM y de forma esquemática, el recorrido del arroyo en celeste, la ubicación de la localidad observando las curvas de nivel, en un sector bajo y el emplazamiento de la Ruta Provincial N°6 y Vías del FF.CC conformando un control (Figura 25. Esquema de escurrimientos hídricos sobre área de aporte del arroyo hacia la localidad de Idiazábal. Se ha señalado con flechas curvas los desbordes del arroyo y flechas rectas el sentido de los escurrimientos. Se produce un primer desborde del arroyo en el camino Este-Oeste, que luego se conduce hacia el Este y cae en el camino Norte-Sur, este camino se conformaba por una traza nueva y un antiguo camino paralelo fuera de uso, ya que el mismo se encontraba muy erosionado y a una cota muy inferior con respecto al terreno natural, con pendiente hacia la localidad.

El mencionado camino se transformó en un gran conductor de los excedentes hídricos y descargo toda la masa hídrica directamente hacia el casco urbano. (Ilustración 14, Ilustración 15).

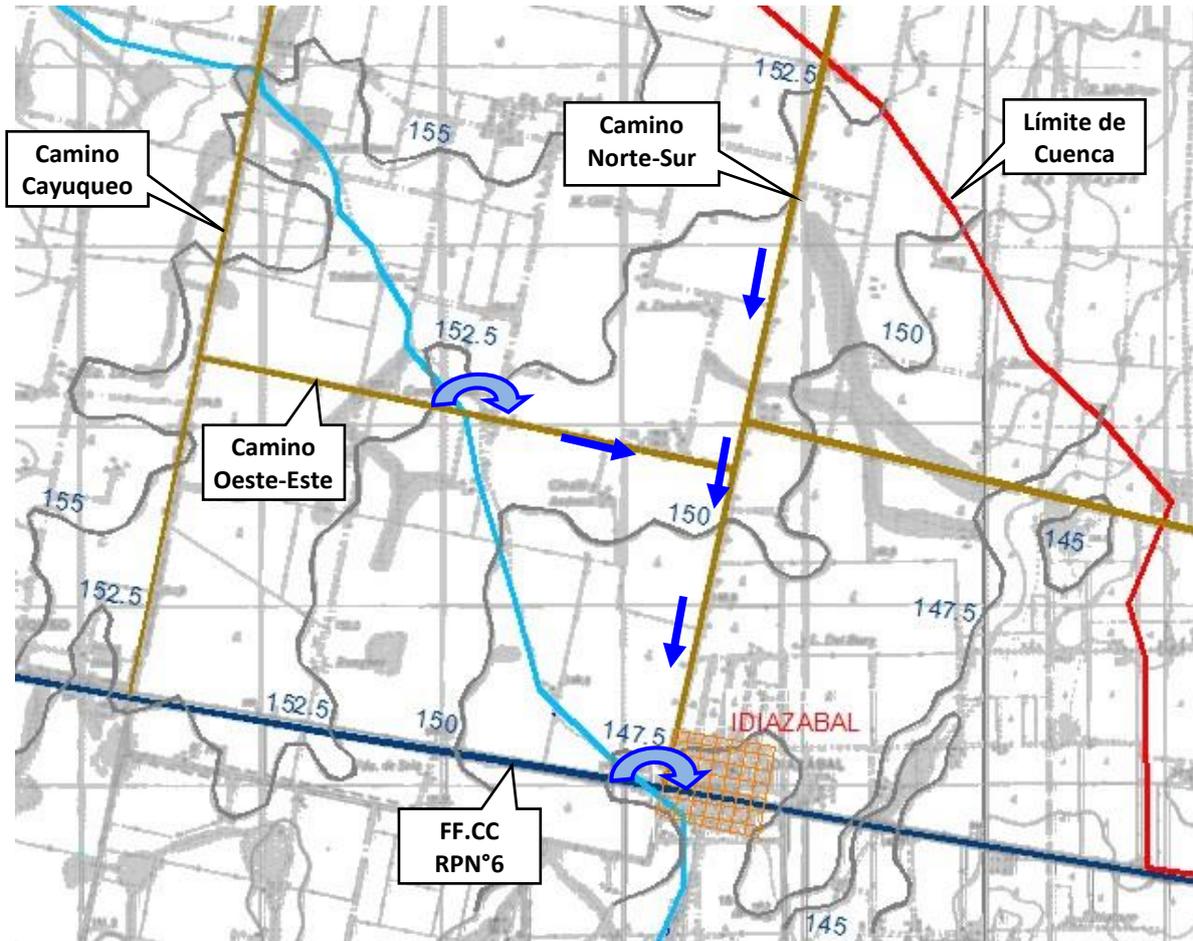


Figura 25. Esquema de escurrimientos hídricos sobre área de aporte del arroyo hacia la localidad de Idiazabal.

Fuente: Consorcio Canalero Cuenca Media Arroyo El Chato.



Ilustración 14. Camino Publico con dirección Norte-Sur.



Ilustración 15. Alcantarilla sobre cauce del arroyo y vías de FF.CC.

A su vez, otras de las consecuencias que se generaron, de una menor importancia que la afectación de la mancha urbana, fueron las inundaciones dentro de las parcelas agroproductivas, y de los caminos que imposibilitaban la accesibilidad a las mismas, considerando que en algunos sectores de la cuenca existe la actividad tambera.

A continuación, se muestran fotografías aéreas del grado de afectación generado por el agua. (Ilustración 16).



Ilustración 16. Parcelas rurales anegadas – Año 2015

Posterior a este evento, se llevaron a cabo dentro de la emergencia un conjunto de obras las cuales comprendieron la ejecución de canales con bordos de protección para derivar los escurrimientos y proteger el casco urbano, y la colocación de baterías de alcantarillas de cruce de Ruta Provincial N°6, con el fin de aumentar la capacidad hidráulica.

En la Figura 26, se muestra una planimetría con la ubicación del conjunto de obras antes mencionadas.



Figura 26. Conjunto de obras existentes y propuestos - Emergencia hídrica febrero de 2015

Fuente: Consorcio Canalero Cuenca Media Arroyo El Chato

Posterior a estas obras, la Secretaria de Recursos Hídricos, comenzó con la ejecución en dos etapas de lo que fue la readecuación de 80 km del Arroyo desde la descarga en el Rio Saladillo hasta 4km al norte de la localidad de Idiazabal, donde se realizó un ensanche y profundización del cauce para darle mayor capacidad de conducción y a su vez reemplazar las alcantarillas existentes por otras con las secciones, cotas adecuadas y con sus correspondientes cabezales de Hormigón Armado, para mejorar su estabilidad y control de erosión ante eventos que generen grandes caudales.

Considerando todo lo comentado anteriormente y evaluando la situación actual del sector en estudio, existen todavía diversas problemáticas a solucionar, las cuales se mencionan a continuación:

- Necesidad de mayor control y regulación del caudal de ingreso a la cuenca en estudio, a través de los 3 cruces existentes sobre Ruta Provincial N°4.
- Obras secundarias existentes conectadas al cauce principal, que requieren un mayor control y regulación de los escurrimientos hídricos.
- La falta de capacidad de conducción de algunos sectores y puntos del cauce susceptibles de desbordes.
- Dentro de la red vial existente, se evidencian todavía sectores en el cual los caminos se encuentran en un estado deteriorado, con cotas de rasante muy baja con respecto al terreno natural y alto grado de erosión propensos a constituirse en grandes conductores de los excedentes hídricos.
- Signos de erosión hídrica en algunos sectores de la cuenca.
- Escasa o falta de sistematizaciones prediales y/o practicas conservacionistas en las parcelas de explotación agropecuaria.

Haciendo foco a nivel de parcela, el mayor porcentaje de ellas, comprenden superficies que van entre las 15Ha y 500Ha aproximadamente, donde están netamente destinadas a la agricultura extensiva.

Al ser parcelas de superficies relativamente bajas, la mayor parte de los propietarios opta por la opción de arrendarlo para su explotación, sumado a esto, la poca población que vivía en los cascos rurales, de a poco fue emigrando a los poblados más cercanos. En función de esa situación y de que los productores desean tener más superficie para trabajar, los pequeños parches de bosques nativos y cascos rurales fueron

desapareciendo de a poco, con lo cual la vegetación tanto leñosa como herbácea existente y comprendida dentro de los límites de la cuenca en estudio, se encuentra en poca cantidad y con un alto grado de degradación.

5. PROPUESTA DE GESTION

En función del diagnóstico realizado, se plantea definir lineamientos para una planificación de forma integrada con propuestas estructurales y no estructurales, que se realicen con una gestión eficiente de los recursos tanto públicos como privados con el fin de beneficiar a las poblaciones insertas en la cuenca, mejorando su calidad de vida y generando un incremento en los rendimientos de las economías regionales, con el uso de los recursos naturales de forma sustentable.

A continuación, se enuncian lineamientos a seguir con respecto a prácticas estructurales, con el propósito de evaluar factibilidades para posteriores intervenciones y ejecuciones de las mismas:

- Evaluación dentro de la cuenca Media-Alta de sectores estratégicos, tanto en zona de camino como en el interior de las parcelas, para proyectar alteos y/o microembalses, con la finalidad de lograr ordenamiento y regulación de los excedentes hídricos hacia aguas abajo.
- Análisis de posible adecuación del cauce del arroyo, junto con las alcantarillas existentes, desde el camino público t130-28 hasta Ruta Provincial N°4, con el objeto de darle mayor capacidad hidráulica, aprovechando sectores que son más efectivos para conducir y ordenar el excedente hídrico de ese sector.

- Evaluar las obras secundarias existentes, para concluir si las mismas funcionan adecuadamente, o si surge la necesidad de alguna corrección para lograr mayor eficacia con respecto al objetivo que presenta.
- Realizar el estudio de subcuencas de aporte al cauce principal que no se encuentran intervenidas, para definir factibilidades de sistematización con obras hidráulicas de conducción y/o control de escurrimientos.
- Fomentar el incremento de proyectos de sistematización de las parcelas destinadas a la explotación agropecuaria, a los efectos de realizar un primer control de la magnitud de los excedentes hídricos erogados hacia aguas abajo en forma intrapredial.

Con respecto a la red vial, se prevé definir un plan integral de mejora de caminos, haciendo hincapié en un trabajo por etapas, recuperando parte de los caminos más importantes que presentan un deterioro considerable.

En relación con la vegetación, una de las propuestas que se indica por la problemática del sector, es la de realizar una plantación en la zona ribereña del Arroyo El Chato.

Al utilizar este sector los productores rurales no se ven afectados con la reducción de la superficie neta de trabajo para explotación agrícola, ya que es una zona de baja productividad por el tipo de suelo, y además porque en épocas estivales, con abundantes precipitaciones el sector pasa a ser inundable temporalmente. Con este tipo de intervención se lograrían funciones ecosistémicas como:

- Estabilización de riberas, mediante el entramado de raíces, aumentando la resistencia a la erosión.
- Mayor retención de la esorrentía procedente de la cuenca y de los sedimentos que transporta, impidiendo la llegada de éstos a los cauces.

- Acción filtrante entre los terrenos más altos y el ecosistema acuático, utilizando parte importante de los nutrientes disueltos en el agua de escorrentía evitando la eutrofización de los cauces.

En cuanto a la practicas no estructurales o culturales, se propone una serie de prácticas agronómicas cuyo objetivo principal es la reducción de las pérdidas de agua y suelo. Las mismas cuentan con factibilidad de aplicación en el sector en estudio, y se basan en determinadas formas de manejo del suelo y de los cultivos.

A continuación, se mencionan alguna de ellas:

Manejo del suelo:

- Labranzas mínimas
- Labranzas especiales
- Siembra directa

Manejo del cultivo:

- Rotación de cultivos
- Cultivos de cobertura
- Cultivos en franja
- Cultivos cortando la pendiente
- Cultivos en curvas de nivel o cultivos en contorno

Los beneficios de un adecuado manejo de los cultivos (Bollatti, 2021) se pueden resumir en:

- Competencia directa con barbechos en períodos libres de cultivos, esto implica reducción en el uso de fitosanitarios, que además de implicar menos costos, es altamente deseable en una propuesta de producción sustentable.

- Incremento en el consumo anual de milímetros de agua disponible en el suelo, de modo de disminuir los niveles de la napa freática y liberar espacio en el suelo para cuando ocurra una precipitación de alta intensidad.
- Incremento de la velocidad de ingreso del agua dentro del perfil de suelo, que ayuda a evitar el deterioro de la estructura a causa de la compactación y regenera los macroporos.
- Incremento en el secuestro de carbono, impactando positivamente en las condiciones ambientales dado que contribuye a la captación de CO₂, que es uno de los gases de efecto invernadero (GEI) además del efecto directo de incrementar la dotación de carbono orgánico en el suelo, lo cual es un componente clave en la condición de buena salud del suelo.

6. CONSIDERACIONES FINALES

El desarrollo económico y social de una región y del país, está directamente relacionado con la disponibilidad de sus recursos naturales. Además, toda visión de desarrollo integrado y sostenible a través de los tiempos requiere que esos recursos naturales, y especialmente las tierras, mantengan su integridad física y capacidad productiva, en un marco de estabilidad ambiental y social.

Es por eso que se concluye en que los esfuerzos tendientes a identificar y aplicar opciones técnicas, socioeconomías y legales, establecen una solución a la problemática causada por el deterioro y mal uso de los recursos naturales renovables.

Con un manejo integral y apropiado de la cuenca, haciendo participe a todos los actores que intervienen en ella, tanto del sector público como privado, se van a lograr mayores beneficios para la sociedad y un aumento en los rendimientos del sector productivo.

7. BIBLIOGRAFIA

Gaspari Fernanda J. (2013). *Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas*.

Portal de Información Hídrica de la Provincia de Córdoba. <https://portal-aprhi.opendata.arcgis.com>

Aiassa, B. (2022). *Definición de plan integral de sistematización y ordenamiento de excedentes hídricos de la cuenca media-alta del A° El Chato (A° San José)*.

Universidad Nacional de Córdoba

Kruse, E y Ainchil, J (2016). *Comportamiento hidrológico en grandes llanuras: caso de estudio Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina*.

Usunoff E, Varni M, Weinzettel P & Rivas R. (1999). *Hidrogeología de grandes llanuras: La pampa húmeda argentina*. Boletín geológico y minero. 110: 391-406

Fertonani M & Prendes H. (1983). *Hidrología en áreas de llanura. Aspectos conceptuales teóricos y metodológicos*. Coloquio Internacional sobre hidrología de grandes llanuras. Olavarría, Argentina. Tomo I: 120–156

Caamaño Nelli G, Fertonani, Prendes, Quinodoz. 1979. Analysis of Non Typical Hydrological Systems. Theoretical Bases and Methodology Criteria. Departamento de Hidrología General y Aplicada. Facultad de Ingeniería en Ciencias Hídricas. UNL. Santa Fe.

Ministerio de Economía y Finanzas, Dirección General de Catastro (1951) – Cartas Topográficas.

Instituto Geográfico Nacional – Cartas Topográficas. <https://www.ign.gob.ar/>

Ministerio de Agricultura y Ganadería.

<http://suelos.cba.gov.ar/VILLAMARIA/index.html>

Gorgas J y J. Tassile. (2003). *Los Suelos – Nivel de Reconocimiento Escala 1:500000*; Agencia Córdoba Ambiente S.E.; INTA-EEA Manfredi.

IDECOR. (2021) <https://www.mapascordoba.gob.ar/#/geoservicios>.

Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba. (<https://ambiente.cba.gov.ar/leyes-ambientales/>)

Cabrera, Angel Lulio.(1951). *Territorios Fitogeográficos de la República Argentina*. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica.

Material presentación clases. (2017). Cátedra Botánica Taxonómica. FCA. UNC. - Biól. Stella M. Pons - Ing. Agr. (Dr.) Lucas M. Carbone.

Regiones fitogeográficas de la República Argentina. (2012). Cátedra de Sistemática Vegetal. FCAYF. UNLP.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina. (www.indec.gob.ar)

Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia de Córdoba. (www.estadistica.cba.gov.ar)

Dirección General de Estadísticas y Censos. Conocé Córdoba (2021)

<https://estadistica.cba.gov.ar/conoce-cordoba/>

Bollatti Pablo A. (2021). Diagnóstico y propuesta de manejo para el ordenamiento de los escurrimientos hídricos y el ascenso de napas de la “Cuenca Brugnaro”.

Notas Periódicas

<https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/el-pueblo-esta-cubierto-por-el-agua-dijo-el-intendente-de-idiiazabal/>

<https://www.infocampo.com.ar/tamberos-alertaron-por-la-gravedad-de-las-inundaciones-en-villa-maria/>

<https://www.telam.com.ar/notas/201503/98199-temporal-cordoba-idiiazabal.html>

<http://www.diarioelmedio.com.ar/inicio/noticia/1063.html>

<https://www.eldiariodelcentrodelpais.com/licitan-readecuacion-del-arroyo-el-chato/>

<https://www.lavoz.com.ar/agro/agricultura/aprueban-la-constitucion-de-un-nuevo-consorcio-canalero/>

<https://villamariavivo.com/ausonia-corte-total-en-ruta-4-por-gran-cantidad-de-agua/>

8. ANEXO

Sistema de Información Geográfica generado