

Universidad Nacional de San Juan

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES.

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA



TRABAJO FINAL DE LICENCIATURA:

**GEOLOGÍA APLICADA A LA PLANIFICACIÓN
TERRITORIAL DE ÁREAS RURALES: CASO DE
ESTUDIO DEPARTAMENTO SAN MARTÍN (PROVINCIA
DE SAN JUAN).**

ALUMNA: Roca, Lucila

DIRECTORES: Dra. Aixa Rodríguez

Dra. Ma. Alejandra Pittaluga

2024



SAN MARTIN



ÍNDICE

RESUMEN.....	4
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	5
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	10
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	23
CAPITULO 4: RESULTADOS	28
4. A- Clasificación geomorfológica	29
4. B- Problemáticas territoriales.....	45
4. C- Diagnóstico sectorial.....	61
4. D- Diagnóstico integrado	82
CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN.....	96
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.....	98

RESUMEN

En el presente trabajo desde la geología ambiental, se realizarán los aportes al conocimiento de la dimensión ambiental o medio físico del territorio de San Martín para su planificación.

El ordenamiento territorial (OT) se utiliza como un instrumento preventivo de gestión ambiental en cuanto controla la localización y el funcionamiento de las actividades humanas y como metodología para la planificación del desarrollo, en cuanto integra todas las facetas -social, económica y ambiental- de la calidad de vida (Gómez, 2003).

El área de estudio seleccionada conforma un territorio rural ubicado en la provincia de San Juan, al norte del valle del Tulum, específicamente en el departamento San Martín.

Para conocer el medio físico, en general se recurrió a herramientas de mapeo geológico y el uso del software libre QGIS. A partir del mapeo pudieron definirse 3 unidades de relieve a escala regional: Unidad Montañosa, Piedemonte y Depresión del Tulum. Luego se realizó una clasificación local con mayor detalle en la cual se definieron subunidades de relieve y unidades geomorfológicas menores. Partiendo de la clasificación geomorfológica resultaron cuatro unidades de gestión territorial. En cada una de ellas se incorporaron los datos de las dimensiones socio-económicas aportadas desde un diagnóstico sectorial realizado.

Durante el estudio se reconocieron tres situaciones problema: en primer lugar, el mapeo de coberturas del suelo y los límites difusos entre coberturas que permitan luego definir usos del suelo. Para resolverlo se utilizaron imágenes satelitales, debido a la posibilidad de trabajar clasificaciones con métodos matemáticos que pueden definir mejor los contactos que son difusos para el ojo humano. En segundo lugar, la presencia de peligros socio-naturales identificando en la región problemas de erosión hídrica, sismos, licuefacción, granizo, heladas, vientos intensos, incendios, desertificación, sequía, salinización y contaminación ambiental. Y, por último, la expansión urbana sobre terrenos rurales no planificada, sobre el cual se trabajó con un análisis temporal.

Finalmente se realizó un diagnóstico integrado para evaluar como el medio físico soporta las actividades humanas. Se utilizaron matrices de valoración ambiental, capacidad de soporte y FODA. De la integración surgieron las principales problemáticas a atender desde el medio físico. Como aporte de este trabajo final al territorio, se proponen una serie de lineamientos y programas para atender algunos problemas y oportunidades en el Departamento de San Martín, los cuales pueden ser aplicados por las áreas a cargo de la planificación territorial. Además, se presenta una propuesta de zonificación regional definiendo zona residencial, zona productiva, zona de conservación: Zonas con gran valor científico/cultural/ambiental, zona de restauración y una zona de desarrollo especial.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El concepto de **territorio** ha variado a lo largo del tiempo. Desde propuestas basadas especialmente en el aspecto productivo, como espacio geográfico, segregado a lo social, a lo personal del individuo, o por el contrario solo a lo ambiental. Hoy se propone el concepto de territorio integral, visto como un sistema. Como en todo sistema, está integrado por diferentes elementos.

El sistema territorial posee en un modelo simplificado tres elementos: la estructura, el funcionamiento y la imagen que transmite al exterior (Gómez, 2015).

La **estructura** se manifiesta en las componentes del sistema, que son las siguientes:

- El **medio físico** o sistema natural en el estado actual (incluidos los usos primarios del suelo). Desde la geología ambiental se pueden identificar los elementos del medio en este territorio, evaluar el clima, los materiales, los procesos y las formas que adoptan tales materiales bajo la acción de estos procesos, el suelo y el subsuelo, el agua, recarga de acuíferos subterráneos, erosión y sedimentación, procesos edáficos, el paisaje actual y pasado, las geoformas, topografía y pendiente, etc.

- La población, o conjunto de los ciudadanos.
- Las actividades humanas: de producción, de consumo y de relación social.
- Asentamientos poblacionales.
- Los canales de relación a través de los que se intercambian personas, mercancías e información.
- Las instituciones y agentes que vertebran la sociedad.
- El marco legal que define las reglas del funcionamiento.

El **funcionamiento** se manifiesta a través de los flujos que circulan por los canales de relación que dan funcionalidad al sistema. Dos son los fundamentales:

- Infraestructuras de transportes, por donde circulan los materiales y las personas.
- Las infraestructuras de telecomunicaciones, por donde circula la información.

La **imagen que transmite al exterior** se compone de a base paisajística, elemento objetivo de la imagen y de la percepción de los actores locales y externos. Aquí se incorpora a su vez el tiempo, que permite reconocer la forma en que evoluciona el territorio y los mecanismos de control.

El **ordenamiento territorial (OT)** se utiliza como un instrumento preventivo de gestión ambiental en cuanto controla la localización y el funcionamiento de las actividades humanas y como metodología para la planificación del desarrollo, en cuanto integra todas las facetas -social, económica y ambiental- de la calidad de vida (Gómez, 2003).

El OT se define como la función pública, que tiene por objeto establecer el marco de referencia espacial necesario para las distintas actividades humanas, ya sean: asentamientos humanos, actividades productivas o de protección de los recursos naturales, señalando a su vez, la vocación

de las diversas zonas del territorio. Otros conceptos como el de FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) se refieren al Ordenamiento Territorial, como “una política de Estado y un instrumento de planificación del desarrollo, desde una perspectiva sistémica, prospectiva, democrática y participativa, que orienta la apropiada organización político administrativa de la Nación y la proyección espacial de las políticas sociales, económicas, ambientales y culturales de la sociedad, garantizando un nivel de vida adecuado para la población y la conservación del ambiente, tanto para las actuales generaciones, como para las del futuro” (Lücke, 1999).

A pesar de la diversidad de definiciones hay elementos comunes en todas ellas: la finalidad de un desarrollo equilibrado y la transformación física del espacio de acuerdo a una estrategia común; el planteamiento desde lo local hacia lo nacional; la necesidad de un abordaje interdisciplinario e integrado; y la consecuencia directa de la interrelación de competencias y potestades administrativas.

En este trabajo, desde la geología ambiental, se realizarán los aportes al conocimiento de la dimensión ambiental o medio físico del Departamento San Martín (provincia de San Juan).

San Martín se caracteriza por un dominio del espacio rural, en el que se desarrolla una amplia gama de actividades económicas, ofrece materias primas y recursos naturales. Existen núcleos poblacionales proveedores de más servicios que se ubican dispersos y alejados entre sí. Sin embargo, en cada asentamiento predominan los lazos sociales duraderos y vinculados a la agricultura entre sus pobladores (COCEDER, 2003).

Este trabajo se presenta estructurado en tres grandes secciones:

1. El Diagnóstico del medio físico

El diagnóstico del medio físico constituye una de las etapas iniciales del OT. A través del este no solo se logra una caracterización de aspectos naturales del territorio, sino también permite identificar problemáticas como por ejemplo peligros naturales y planificar estrategias para atenderlas y minimizarlas. Es el medio físico o ambiental el que provee de recursos ecosistémicos, recursos naturales como el agua y el suelo que permiten la vida, y es el soporte para todas las actividades humanas. Además, determina bajo qué peligros puede estar sometido un asentamiento urbano y rural, o las fortalezas de conservación que posee.

Para conocer el medio físico, se recurre a herramientas de mapeo geológico de campo y fotointerpretación. En áreas habitadas (ciudades y pueblos) la gran modificación antrópica genera limitaciones para reconstruir las características originales del ambiente. Por ello se recurre al uso de fotografías e imágenes satelitales de épocas anteriores a la actual, lo que facilita la observación de los cambios espaciales y temporales.

El medio físico es soporte del resto de las dimensiones. Se utiliza el concepto de **unidades ambientales o unidades de gestión territorial** a los espacios operacionales del Ordenamiento Territorial en este medio físico, donde resulta mejor trabajar y gestionar el territorio.

Las unidades comparten características más o menos homogéneas, y se les asigna un valor ambiental, usos compatibles, no compatibles. Se evalúa qué sobre ellas qué actividades pueden generar sinergia, compatibilidad, incompatibilidad o son totalmente opuestas y generar conflictos en el territorio. Además, se elaboran estrategias de sostenibilidad para el desarrollo territorial por unidad, y que se concretan a través de la formulación de programas y proyectos.

2. *Diagnóstico sectorial incorporando el análisis las dimensiones sociales, culturales y económicas del territorio.*

El diagnóstico sectorial consiste en recoger la información relevante, entendiendo por tal la necesaria y suficiente para comprender la estructura del sistema territorial, su funcionamiento, imagen y evolución; en el caso más general y complejo, afecta a los cuatro subsistemas que lo conforman: el medio físico, la población y sus actividades de producción, consumo y relación social, los asentamientos de población con las infraestructuras de relación y el marco legal e institucional que rige y administra las reglas del juego (Gómez, et al. 2015)

Los diagnósticos sectoriales, se refieren a las unidades.

El análisis de la información de este diagnóstico permitirá luego entender el funcionamiento del sistema territorial y detectar su problemática y sus potencialidades. Se incluyen las amenazas y riesgos, los condicionantes.

3. *Diagnóstico integrado:* aquí el análisis del medio físico y sectorial se complementan, evalúan y permiten generar lineamientos confiables, con base científica y resultados ajustados a la realidad para que, en caso de solicitarlo, sean utilizados por las autoridades correspondientes.

El Diagnóstico Integrado conlleva el análisis de distintos elementos y ejes que conciernen a la sociedad y al territorio; donde se encuentran: a) la economía, el cual modifica el comportamiento humano y b) la dinámica de un espacio (Cisneros, 2019). Este análisis, permite disponer de información sobre los factores y procesos vinculados a las potencialidades y problemática que interactúan en el territorio.

Justificación

En el año 2050, dos tercios de la población mundial vivirán en áreas urbanas y el 90% del crecimiento urbano se producirá en las regiones menos desarrolladas (FAO, 2023). En este contexto, la relación entre las comunidades urbanas y rurales adquiere cada vez más relevancia, ya que los sistemas alimentarios dependen en gran medida de las dinámicas y actividades de los centros urbanos que se encuentran en su proximidad.

Entre los problemas que impactan a nivel mundial en las áreas rurales se registran: 1) el aumento de suelo edificable urbano lo que conduce a la pérdida masiva de suelo cultivable, caracterizado principalmente por la expansión urbana y la contracción rural y 2) la modificación del espacio rural tal como se conocía como soporte de la producción agrícola, cambiando a una zona que refleja los beneficios del mercado con producciones de acuerdo a lo que este impone, a su vez se

ha reconocido que son regiones clave para la seguridad alimentaria, la seguridad del nivel de vida mínimo, el valor del paisaje, la protección del medio ambiente.

Esta problemática en el medio rural ya se ha manifestado a nivel local en los departamentos del sur del valle de Tulum en San Juan, en los departamentos de Pocito, y Rawson principalmente (PLAM SJ 2023). Con el propósito de poder determinar en qué grado esta problemática, afecta el norte del Valle de Tulum, se realizó el diagnóstico del medio físico en uno de los departamentos: San Martín. El conocimiento de esta área desde aportes de la geología ambiental, permitirá identificar las capacidades del suelo, definir unidades ambientales y determinar las actividades compatibles para cada unidad, con vistas a garantizar la sostenibilidad ambiental de los espacios rurales, su desarrollo equilibrado, integrado, sustentable y socialmente justo.

Objetivos

Objetivo General

Realizar un análisis de la estructura y el funcionamiento del medio físico del territorio rural en el Departamento San Martín (San Juan), para generar lineamientos que garanticen la sostenibilidad de la región.

Objetivos Específicos

1. Identificar, cartografiar y clasificar geomorfológicamente la zona comprendida en el área de estudio y representar en mapas de detalle.
2. Determinar los peligros naturales y otras problemáticas del área de estudio.
3. Analizar el funcionamiento del sistema rural a través de la identificación de actividades económicas, canales de relación, infraestructuras semirurales y rurales.
4. Definir unidades ambientales donde se evalúan parámetros de calidad ambiental, conflictos, estado de conservación de los recursos.
5. Identificar distintos usos del suelo, diagnosticar su situación actual y evaluar qué usos son compatibles a futuro.
6. Generar lineamientos que pueden ser aplicados por los organismos a cargo de la planificación territorial.

Área de estudio

El departamento San Martín (Figura 1) se localiza a 25 km al este de la ciudad de San Juan, sobre la antigua planicie de inundación del río San Juan. Limita al norte con Angaco, al sur con Caucete y 9 de Julio, al oeste con Santa Lucía y Chimbos y al este con Caucete.

El departamento San Martín se localiza al norte del Valle de Tulum. Este valle se encuentra ubicado en una cuenca de antepaís fragmentado, localizado entre la provincia geológica de

Precordillera Oriental (Ortiz y Zambrano, 1981) y Sierras Pampeanas Occidentales (Camino, 1979), en el frente de deformación activa de los Andes Centrales. La cuenca debe su configuración estructural principal a la geometría plana de la placa de Nazca en su subducción debajo de la placa Sudamericana (Jordan et al., 1983; Jordan y Allmendinger, 1986; Smalley et al. 1993, Ramos et al., 2002, Ramos y Folguera, 2009). Si bien se registra una tectónica pre-neógena, los movimientos andinos neógenos y cuaternarios imprimieron en el Valle de Tulum su actual configuración morfológica y estructural.

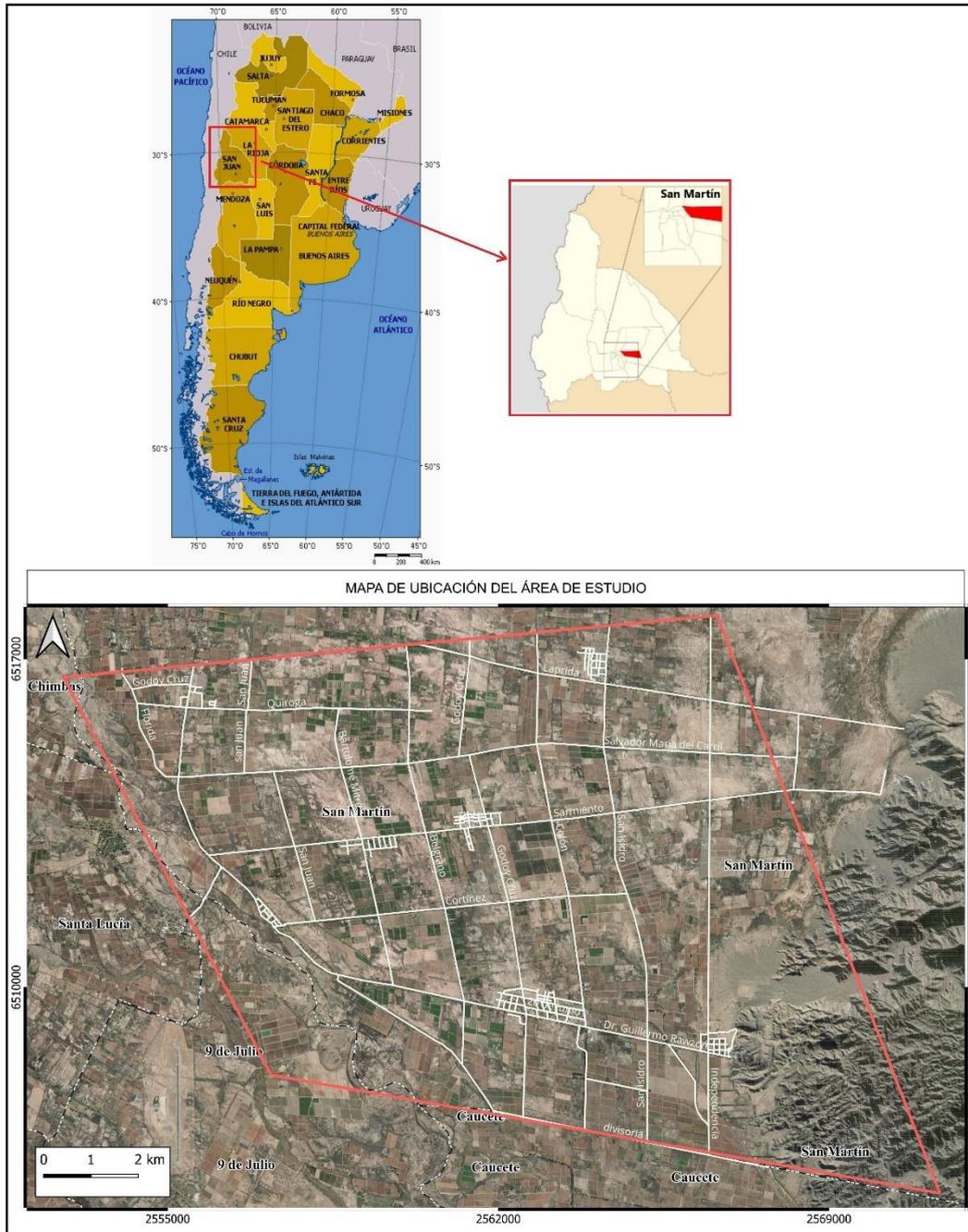


Figura 1: Ubicación de la zona de estudio, al nor-este del área metropolitana de San Juan. El polígono rojo muestra los límites de la zona de estudio en el departamento San Martín.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Geológico

La cuenca del valle de Tulum está rellena por sedimentitas neógenas y sedimentos cuaternarios. En ella se desarrollan extensas geoformas tales como el abanico aluvial del río San Juan, que contiene una cuenca de agua subterránea con 3700 km² de extensión (Rocca, 1969; Suvires et al., 2000). El abanico aluvial del río San Juan se formó en el Pleistoceno tardío cuando el río San Juan drenaba por la quebrada de Zonda hacia el valle de Tulum (Suvires et al., 2000). En las cercanías a la quebrada de Zonda el área proximal del abanico está constituido por gravas gruesas y gravillas con intercalaciones de arena, mientras que en las partes distales los depósitos disminuyen de tamaño siendo gravas finas y arenas con intercalaciones de limo (Rodríguez et al., 2018).

A continuación, se presentan aspectos ambientales de la zona, desde el subsuelo, hasta sus características superficiales.

La geología de la región (Figura 2) se ha descrito teniendo en cuenta la descripción de la Carta Geológica-San Juan 3169-IV (Ramos y Vujovich 2000). Las formaciones correspondientes al área de estudio son:

1. Complejo Pie de Palo:

Secuencia de rocas gnéisico-esquistosas y anfibólicas que constituyen la mayor parte del basamento cristalino de la sierra de Pie de Palo y los cerros Barboza y Valdivia. La secuencia aquí definida está integrada por rocas máficas y ultramáficas metamorizadas, anfibolitas, esquistos anfibólicos y micáceos, esquistos grafiticos, así como gneises y esquistos feldespático-biotítico-granatíferos y biotítico-moscovítico-granatífero-plagioclasicos aflorantes en gran parte de la sierra.

Anfibolitas y esquistos anfibólicos, micáceos y grafiticos (2):

Las anfibolitas son una importante parte del basamento cristalino de la sierra de Pie de Palo. Aparecen asociadas a esquistos anfibólicos, micáceos y grafiticos, principalmente a lo largo del flanco occidental de la sierra. Hacia el este, disminuye su participación y se intercalan con gneises y esquistos micáceo granatíferos. Son rocas de colores verde oscuro a verde clara y de grano fino a medio. Constituyen bancos de espesores variables, desde 0,5 a 1 m alcanzando dimensiones mayores aún. Pueden ser macizas o con bandeado fino y mostrar orientación de los componentes, principalmente del anfíbol, el cual a veces está acompañado por biotita que le confiere esquistosidad ala roca

Los Esquistos micáceos presentan una amplia distribución en la sierra de Pie de Palo. Aparecen asociadas con las anfibolitas e instruidos por pequeños cuerpos granitoides. Son rocas de colores

gris verdoso claro a oscuro, de grano fino a medio, con esquistosidad bien desarrollada. Forman importantes paquetes plegados y repetidos por corrimientos internos que los afectan. En algunos sectores, como en la quebrada Grande del Molle, forman parte de la secuencia basal del Complejo Pie de Palo. La cataclasis que los afectó suele ser intensa en algunas áreas y llegan a constituir protomilonitas y milonitas, caracterizadas por la presencia de lentes y ojos de cuarzo y feldespatos sigmoidales. El bandeo está dado por bandas ricas en cuarzo y feldespatos que alternan con bandas ricas en filosilicatos. Los minerales constituyentes son cuarzo, plagioclasa (AnS- An25) (según Dalla Salda y Varela, 1984), biotita y/o moscovita, epidoto (pistacita y/o zoisita) y granate. En cantidades accesorias: apatita, titanita y circón. En la quebrada del Molle afloran esquistos cuarzo-biotíticos con megacrístales de plagioclasa, así como esquistos biotíticos, los cuales presentan rasgos texturales que permiten caracterizarlos como derivados de volcanitas. Son rocas de color gris verdoso claro a oscuro, muy esquistosas, que aparecen asociadas con las anfibolitas. Los esquistos grafiticos se asocian principalmente con anfibolitas, esquistos clorítico - micáceos y gneises anfibólicos. Se extienden en una faja con rumbo aproximadamente meridiana, entre las quebradas del Gato, La Petaca, Piedras Pintadas y la Lichona, continuando al sur en la quebrada Casa de Piedra. Los cuerpos de grafito forman vetas, de 0,4 a 0,6 metros de potencia, en general concordantes con la esquistosidad de las rocas anfibolíticas. También aparecen como bolsones irregulares o bien se disponen rellenando fracturas. El grafito está asociado a cuarzo, calcita, yeso, hornblenda, moscovita y epidoto como ganga. Los esquistos grafiticos son rocas bandeadas, esquistosas. Están constituidos por grafito, cuarzo, albita, biotita y epidoto. El grafito se dispone en bandas, a veces lenticulares. La roca de caja, generalmente anfibolitas, se caracteriza por presentar alteración hidrotermal evidenciada por la formación de epidoto, calcita, yeso, cuarzo residual, óxidos de hierro y turmalina. La presencia de abundante oxidación especialmente ferrífera le confieren una tonalidad amarillento-rojiza al conjunto.

Gneises y esquistos biotíticos- moscovítico plagioclásico - granatíferos (4):

Afloran en el sector central de la sierra de Pie de Palo. Se han reconocido en la quebrada de Guayaupa, en el Mogote Corralito, Pampa de los Lavaderos y en la quebrada Grande. Aparecen asociadas con anfibolitas y esquistos cuarzo-feldespatico-moscovítico-epidotico. Son rocas foliadas, con bandeo grosero, de color gris verdoso claro. El pasaje entre los gneises con biotita y feldespatos potásico y estos gneises parece ser transicional. Microscópicamente se observa un bandeo dado por la orientación preferencial de las escamas de biotita y moscovita, las que se disponen entre megacrístales de plagioclasa y cuarzo.

2. *Caliza Angacos (11)*

La Caliza Angacos se encuentra integrada por esquistos calcáreos y filitas, mármoles calcareo-dolomíticos, culminando en varios sectores con un horizonte calcareo-dolomítico de uno a dos metros de espesor como se observa en La quebrada del Molle. La deformación que afectó al área

sobreimpuso en estas rocas fenómenos cataclásticos, con formación principalmente de protomilonitas. La base de la secuencia no está expuesta, pero existe un neto predominio de esta unidad desde el sector central de la sierra y hacia el sur, donde en las quebradas de Piedras Pintadas y La Petaca se han medido potencias de hasta 30 metros (Puigdomenech, 1980; Castro, 1980). Desde la quebrada del Molle y hacia el norte las calizas se tornan más escasas, y aparecen bancos intercalados entre las metacuarcitas (Cardo, 1978; Villegas, 1986; Soething, 1985). El pasaje a la unidad metacuarcítica es transicional. La secuencia comienza generalmente con esquistos y filitas calcáreas conformando bancos de 0-20 centímetros hasta 1,5 metros, con esquistosidad marcada y grano fino. Los colores son variables entre amarillos y castaños y la presencia de pirita parcialmente limonitizada le confiere tonos rojizos. En parte corresponden a protomilonitas de esquistos y filitas calcáreas, originadas a partir de rocas sedimentarias margosas. Están compuestas mayoritariamente por calcita y dolomita y cantidades apreciables de moscovita, en menor cantidad biotita, agrupadas en bandas discontinuas subparalelas. En forma subordinada se encuentran cristales y mosaicos de cuarzo, algunos cristales aislados de plagioclasa y escasos de microclino. Los minerales accesorios son epidoto (clinozoisita), titanita, grafito y opacos. La textura es granoblástica, parcialmente afectada por la cataclasis. Los mármoles se tornan más abundante hacia el techo de la secuencia. Son rocas macizas, compactas y de grano fino a medio; el color es variado, desde gris blanquecino a gris azulado, con bandeo irregular de color negro, hasta blanco amarillentos. En algunos casos se observan cubos de pirita alterados a limonitas. Forman bancos macizos de espesores variables entre 0,50 y un metro. Finas venillas de calcita recristalizada y venas de cuarzo con boudinage cortan los afloramientos (Castro de Machuca, 1984). Calizas similares, afectadas por un metamorfismo de bajo grado e intensa deformación afloran en el flanco occidental de La sierra de La Huerta, entre el cerro Pan de Azúcar. Corresponde a una secuencia de calizas de color gris oscuro amarillento, con bandeo granulométrico y discontinuo. Muestran alternancia de bandas de calcita recristalizada con deformación intracristalina, escasos cuarzo, plagioclasas y moscovita recristalizada y minerales opacos diseminados (limonitas). El bandeo se encuentra atravesado en distintas direcciones por pequeñas fracturas, con o sin desplazamiento, rellenas por calcita secundaria. Presencia de estructuras de disolución, marcadas por óxidos de hierro. Estas rocas se correlacionan con el Grupo Cauce (Vujovich y Ramos, 1994) aflorante en la Sierra de Pie de Palo.

3. *Depósitos evaporíticos (44)*

Depósitos salinos, junto con limos y arenas finas, integran los depósitos aflorantes en el campo El Jumeal. Depósitos similares se observan en el sector norte de Pie de Palo, casi sobre el límite septentrional de la Hoja.

4. *Depósitos eólicos (46)*

En el extremo sudoriental de la sierra de Pie de Palo, en el paraje denominado Médanos Grandes, se encuentra una extensa llanura cubierta por depósitos eólicos. Un campo menor se ubica al sur de Las Chacras. En ambos campos, los cuerpos son mixtos, observándose tanto barjanes como médanos longitudinales. Están constituidos por sedimentos arenosos, los que se hallan parcialmente modificados por la acción aluvial, que concentra en las depresiones limos y arcillas depositados en barreales y lagunas temporarias. Son médanos fijos, que en el caso de Médanos Grandes alcanzarán los 100 m de espesor de depósitos arenosos (Regairaz et al, 1987).

5. *Depósitos coluviales (45)*

Estos depósitos constituyen las bajadas actuales de los diferentes cordones montañosos, tanto de la Precordillera como del sector de las Sierras Pampeanas. La litología dominante es muy variada, textural y composicionalmente. Se halla controlada por la litología local del área de procedencia, variando de fanglomerados gruesos, en la sierra de Pie de Palo, a arenas, gravas y limos finos en el valle de Matagusanos.

6. *Depósitos aluviales (47)*

Constituye la planicie de inundación del río San Juan. Debido a la escala de trabajo, diversas planicies menores no han podido ser indicadas en el mapa geológico. Luego de la estrechura de la sierra Chica de Zonda, la planicie de inundación se expande en un gran conoide, donde se concentra la actividad agropecuaria adyacente a la ciudad de San Juan. Los estudios realizados por Milana (1991) han mostrado que las fracciones gruesas presentan procedencia exótica a la Precordillera, dado que es común en los mismos la existencia de clastos de riolitas del Grupo Choiyoi, lo que demuestra la naturaleza alóctona del avenamiento del río San Juan.

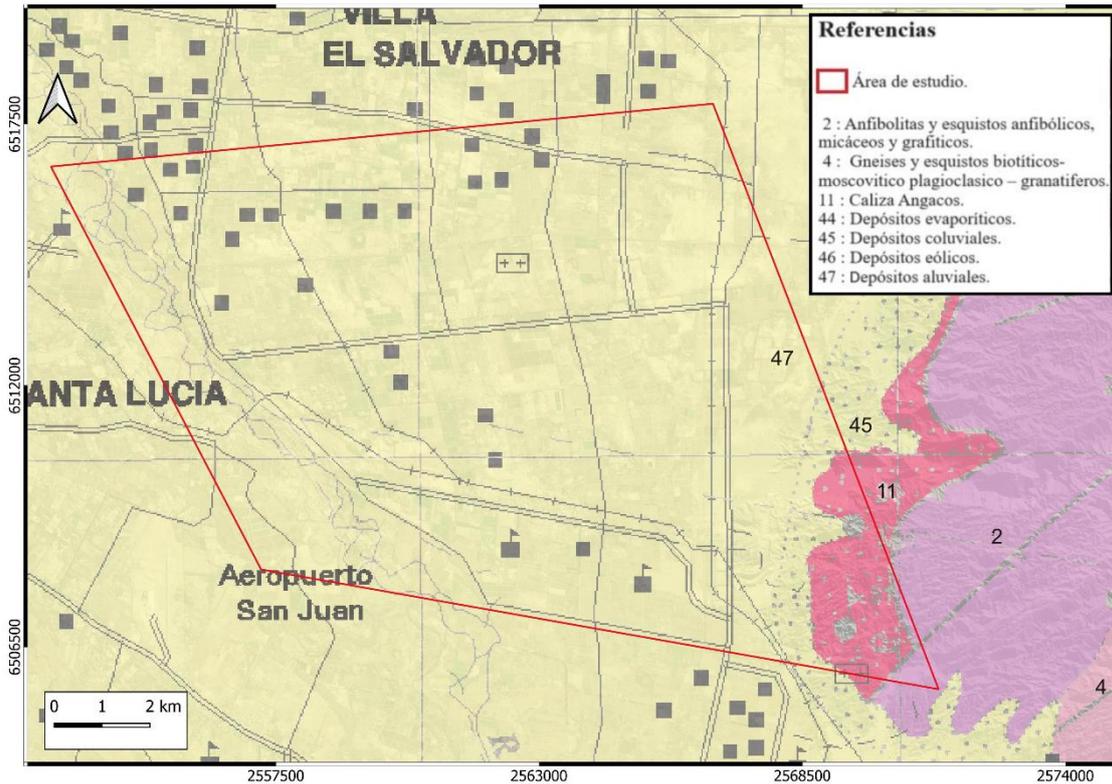


Figura 2: Extracto de la carta geológica de la República Argentina San Juan 3169-IV, que abarca el sector en estudio.

Recursos minerales asociados a la geología

De acuerdo con la Carta de Minerales Industriales, Rocas y Gemas 3169-IV San Juan (Cardó et al. 2012), en la zona se realizan explotaciones de mármol y grafito, así como minerales de tercera categoría. La cantera San Ceferino, en la sierra de Pie de Palo, en las inmediaciones de Villa Dominguito se encargaba de extraer mármol. La empresa Puntilla Blanca en el año 1992 extraía del depósito San Ceferino un total de 380 t/mes, incluyendo los mármoles de todas las variedades trabajadas por la empresa (mármol «cipollino» y «ciampo»). La producción total de 1992 fue de 3300. Actualmente están inactivas.

Los yacimientos de grafito se localizan en el flanco occidental de la sierra de Pie de Palo. Se distribuyen en una franja de 20 km de largo por 7 km de ancho en las quebradas de La Cruz, Agua del Gato, La Petaca, Piedras Pintadas, La Linchona y Casa de Piedra. Sus orígenes se remontan a la década del '30 pero fue Zakalik (1960) quien realizó el primer estudio detallado de las minas de grafito en la sierra de Pie de Palo. La mayoría de las minas de grafito están actualmente vacantes o caducas.

2.2 Clima

La Provincia de San Juan está incluida en la gran Diagonal Árida Sudamericana la que se prolonga desde el norte del Perú (5° latitud sur) hasta el estrecho de Magallanes (52° latitud sur) abarcando la mayor parte del oeste argentino, sobre la Cordillera de Los Andes. En la misma, Aplicando la

clasificación de Koeppen, existen tres regímenes climáticos, el Seco de Desierto (BW), el Seco de Estepa (BS) y el Frío de Altura (E). En el área de estudio se encuentra el Clima seco del desierto (BW) donde este grupo climático es el que predomina en el espacio sanjuanino y cubre una extensión que alcanza el 89,3% del territorio centro-este de la provincia (Poblete y Minetti, 1989). En la zona existe una marcada deficiencia hídrica, la evaporación excede la precipitación media anual, en consecuencia, no hay cursos permanentes alimentados por precipitaciones pluviales, sino que son típicos los arroyos temporarios en la región. Las precipitaciones pluviales se concentran en el verano preferentemente, y son menores a 100 mm anuales (Minetti, 1986).

2.3 Suelos

Los suelos presentes de acuerdo a la clasificación taxonómica del Soil Taxonomy son Entisoles, y provienen de materiales aluviales y coluviales de las diferentes formaciones montañosas. Se trata de suelos jóvenes, inmaduros, con escaso desarrollo de horizontes pedogenéticos típicos de cualquier región árida de clima riguroso y formación aluvional (Caracterización de la provincia de San Juan 2021- Plan Estratégico San Juan).

Según Babelis (2014) en San Martín se encuentran los siguientes tipos de suelos (Figura 3):

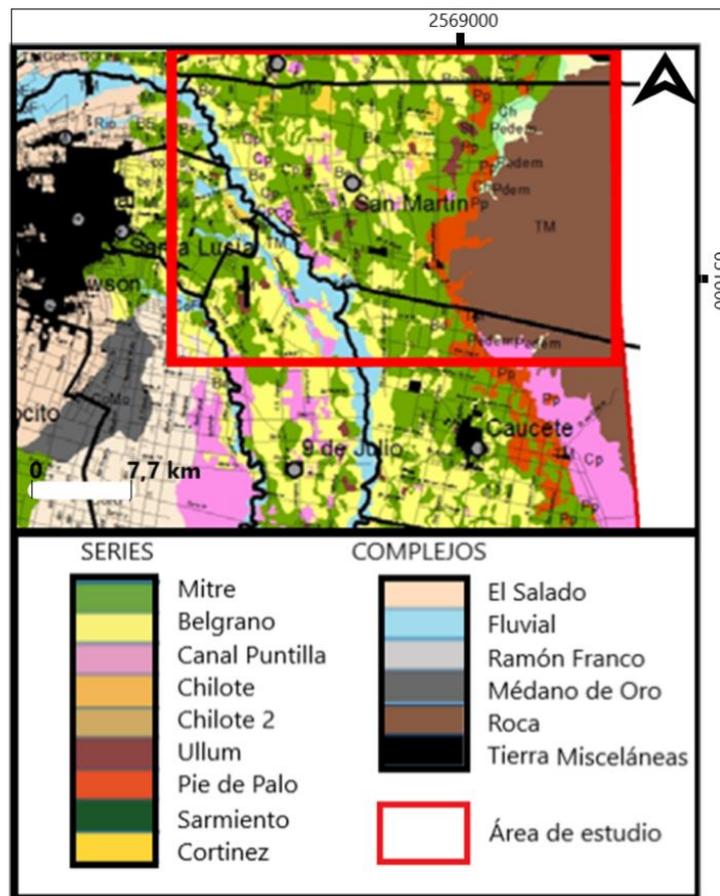


Figura 3: Mapa de series y complejos distribuidos en distintas áreas de San Juan. Mapa extraído de Babelis (2014).

Serie Mítre

Orden de entisol y torrifluente típico de la familia fina, illítica, térmica. Constituida por capas de texturas franco arcillosa a franco arcillo limosa. Presenta alta retención de humedad.

En términos generales esta serie de suelos aparece con frecuencia asociada a relieves planos deprimidos, donde en el largo proceso de formación de suelos, fueron esos ambientes los que recibieron, por deposición, el material fino (limo y arcillas), que fueron arrastrados por las sucesivas crecidas y desbordes del río San Juan. Se trata de suelos fuertemente salino-sódicos en su estado natural.

Como limitaciones tiene drenaje mediocre y requieren de labranzas verticales profundas para lograr un buen potencial productivo.

Serie Belgrano

Del orden de los entisoles, es un torrifluente típico de la familia franca gruesa, mixta térmica. Está constituida por una sucesión de dos o más capas de textura franco-arenosa, arenoso franco y excepcionalmente arenosa, asentadas sobre un subsuelo substrato de texturas finas; franco limosa, franco arcillo limosa, franco arcillosa o arcillosa respectivamente. Se trata de suelos con buena capacidad de drenaje, aunque existen sectores donde los niveles freáticos son elevados. En cuanto a sus limitaciones están vinculadas a la baja disponibilidad de nutrientes para cultivos de alta demanda.

Serie Pie de Palo

Orden Entisol. Torrifluente típicos constituido por una sucesión de 2 o más capas dentro de los 2 metros de profundidad. Pueden aparecer gravillas en superficie o incluidas dentro del perfil que provienen de rocas metamórficas de las sierras.

En cuanto a sus características generales y limitantes se trata de suelos muy similares a los de la serie Belgrano, aunque no presentan texturas finas en profundidad. Ubicada en la llanura pedemontana de las sierras de Pie de Palo.

Serie Canal Puntilla

Suelo de orden de entisol y torrifluente típico, familia franca gruesa, mixta, térmica. El perfil está constituido por una sucesión de una o dos capas de textura gruesa (franco arenosa a arenosa). Suelos profundos, bien a excesivamente drenados que no ofrecen en general resistencia a la exploración radicular.

En cuanto a sus limitaciones presentan una muy baja capacidad de retener agua y nutrientes por lo que, para uso agrícola, debe estar acompañado de tecnología de fertirrigación.

Está identificada por todas las formaciones medanosas del Valle o que lo fueron antes de ser cultivadas, predominando en las inmediaciones del Cerrillo Barboza (Departamento Rawson), en la parte meridional de la Sierra de Pie de Palo y al Sur-Sureste del Departamento 25 de Mayo.

Serie Cortínez

Del orden de los entisoles, es un torrifluvente típico de la familia de suelos de textura fina sobre arena donde generalmente se observa una textura arenosa.

En general poseen un drenaje considerado medio e infiltración variable.

Complejo Fluvial

Orden entisol. Presenta texturas variables con altos contenidos de gravas y gravillas. Constituye el actual cauce del río San Juan, arroyos y terrazas bajas e intermedias. Su uso se limita a cultivos en años de poca agua (cultivos no permanentes).

2.4 Hidrología e hidrogeología

El área de estudio está influenciada por el Río San Juan. Este curso de agua se forma a partir de la confluencia de los Ríos Castaño y Los Patos, en el paraje denominado Las Juntas (Figura 4).

Aguas arriba de la quebrada de Zonda, se han construido diversas obras reguladoras de caudales, que aportan el agua al área de estudio a través de un sistema de canales de riego. Entre ellas tenemos el Dique Tambolar en Calingasta, dique Los Caracoles, Dique Punta Negra en Ullúm – Zonda y por último al Dique Ullúm. Con estas obras se almacena el agua disponible en el valle. Además, se aprovecha el acuífero subterráneo a través de perforaciones particulares y baterías de pozos que se activan en estas épocas de sequía. La región de la cuenca del río San Juan y su entorno soportó entre 1909 y 2021 dos grandes períodos de sequía extrema, registrándose en 2021 la temporada nival más escasa desde 1909. Dichos intervalos deficitarios, repercuten no solo en la disponibilidad de agua para el consumo humano, sino también en el sector productivo y la infraestructura hídrica (Poblete y Castro, 2023).

A partir del análisis realizado por el Departamento de Hidráulica en el año 2023, el caudal desde octubre de 2023 al 30 de septiembre de 2024 pronosticado para el Río San Juan será de 732 hm³ (Tabla 1). Con estos números se anticipa que el año hídrico en la provincia será seco.

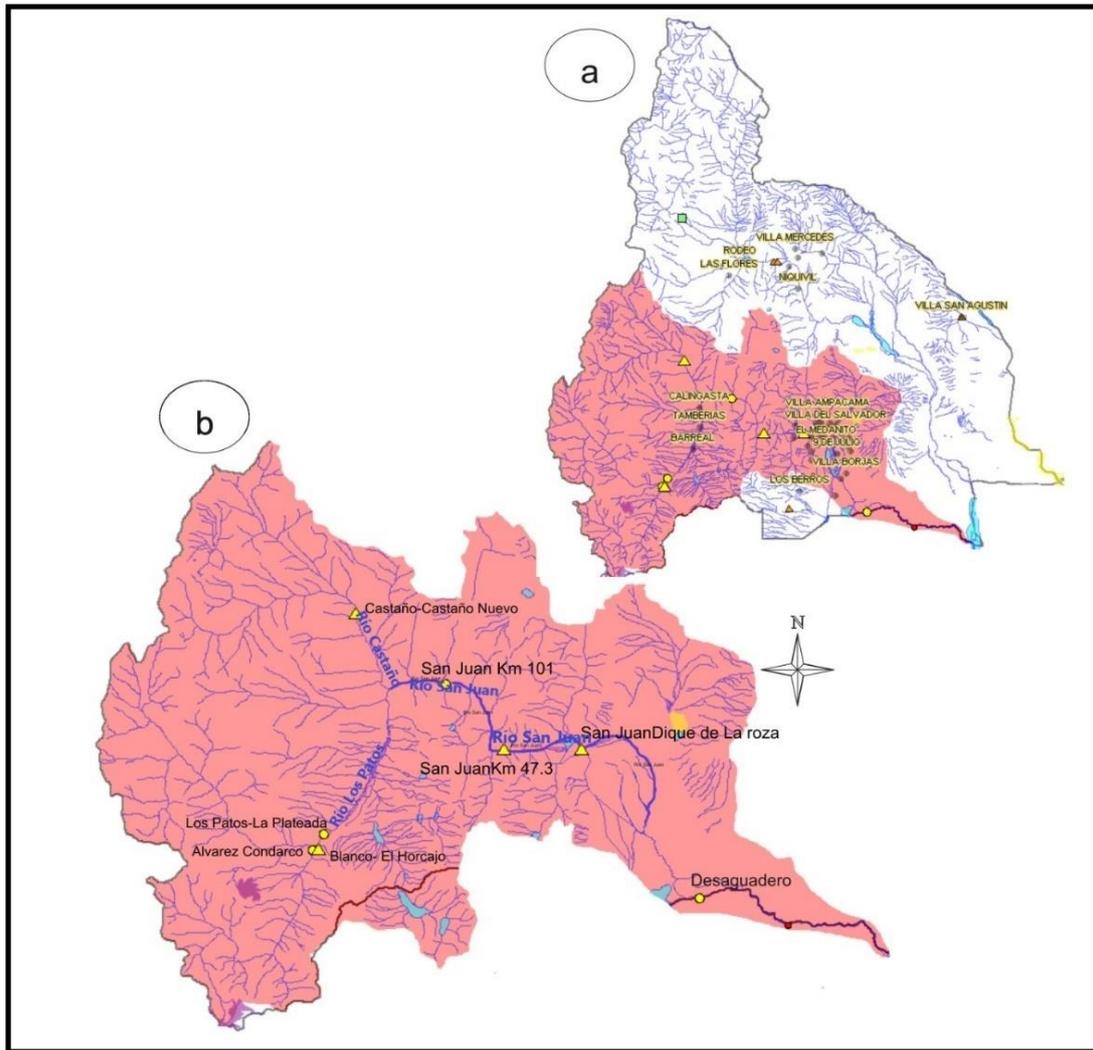


Figura 4: Mapas de la cuenca del Río San Juan (Extraído de Rodríguez 2019).

Tabla 1: PRONÓSTICO DEL RÍO SAN JUAN 2023-2024

PRONOSTICO RÍO SAN JUAN Hm ³ 2023-2024			
Mes	Límite Inferior	Media	Límite Superior
oct-23	64.88	76.33	87.78
nov-23	67.51	79.43	91.34
dic-23	66.25	77.94	89.63
ene-24	63.86	75.13	86.40
feb-24	56.49	66.46	76.42
mar-24	52.84	62.17	71.49
abr-24	43.01	50.60	58.19
may-24	42.19	49.63	57.08
jun-24	41.43	48.74	56.05
jul-24	41.56	48.89	56.22
ago-24	41.37	48.68	55.98
sep-24	40.76	47.95	55.14
Total Hm³	622	732	842

PRONOSTICO RÍO SAN JUAN m ³ /seg 2023-2024			
Mes	Límite Inferior	Media	Límite Superior
oct-23	24.23	28.50	32.78
nov-23	26.05	30.64	35.24
dic-23	24.74	29.10	33.47
ene-24	23.84	28.05	32.26
feb-24	23.35	27.47	31.59
mar-24	19.73	23.21	26.69
abr-24	16.59	19.52	22.45
may-24	15.75	18.53	21.31
jun-24	15.98	18.80	21.62
jul-24	15.52	18.25	20.99
ago-24	15.45	18.17	20.90
sep-24	15.73	18.50	21.28

Fuente: Departamento de Hidráulica (2023).

Sobre los acuíferos subterráneos, Rocca (1970) indica que el valle de Tulum los sedimentos cuaternarios aluviales y fluviales en ciertos lugares sobrepasan los 600 m de espesor y están apoyados sobre un basamento hidrogeológico impermeable neógeno y/o paleozoico. El autor A realiza una subdivisión del valle en dos subcuencas de agua subterránea denominándolas subcuencas de Tulum superior y de Tulum inferior (Figura 5). El autor, documenta la existencia de un límite entre estos acuíferos que sería una gran falla reconocida como sistema de fallamiento Tulum. Tiene rumbo noreste-suroeste, una longitud aproximada de 84 kilómetros y, de acuerdo al movimiento relativo, el bloque sur oriental es el que ha ascendido. La falla y estructuras asociadas habrían influido marcadamente sobre la sedimentación del relleno aluvial, afectando de esta manera al movimiento y distribución actual del agua subterránea. Si bien los primeros estudios hidrogeológicos mapeaban la falla de Tulum como una traza continua, no obstante, estudios geofísicos permiten postular que este sistema está integrado por segmentos de fallas de dirección NE-SO interrumpidos o cortados por otros NNO-SSE. Esto facilitaría la formación de «vías de escape» del agua desde el acuífero libre, en el Tulum superior hacia el acuífero confinado en el Tulum inferior (Zambrano y Suvires 2008, Rodríguez et al. 2016).

El Departamento San Martín abarca parte de la cuenca de Tulum superior y una porción de la cuenca Tulum inferior.

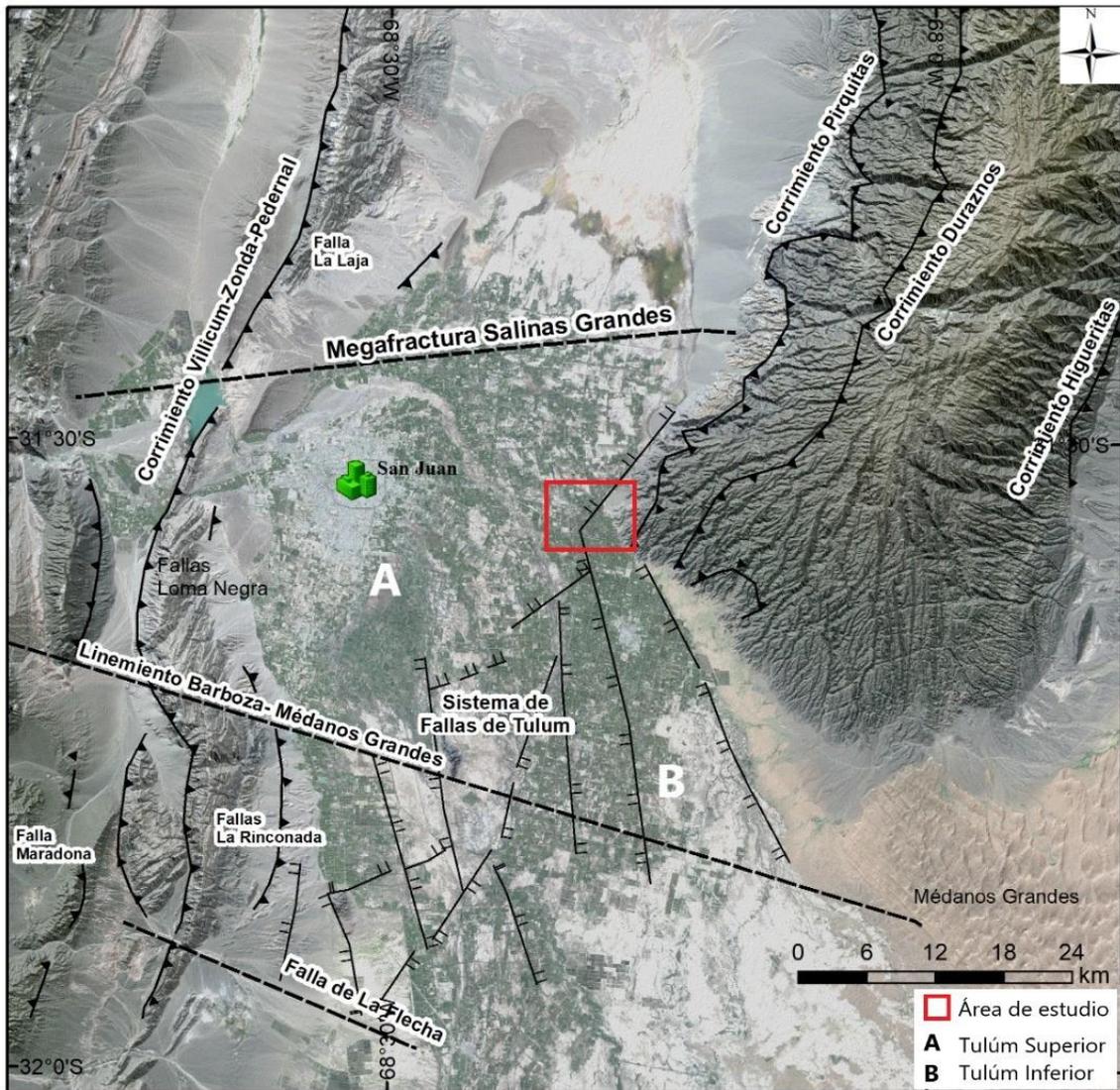


Figura 5: Sistema de fallamiento Tulum y la distribución de las subcuencas donde representa Tulum Superior y Tulum Inferior. Tomado de Rodríguez et al. (2020).

Las mediciones y análisis existentes sobre el nivel freático en el departamento San Martín, según estudios de Silicani y Francile (2009) muestran un promedio del 45% de la freática entre los valores de 0.00 y 1.50 m con respecto al nivel medio del terreno (Figura 6). Los puntos de mayor cota se encuentran al noroeste del área en estudio y disminuyen hacia el Sureste. Este patrón Noroeste-Sureste, es propio de la provincia de San Juan.

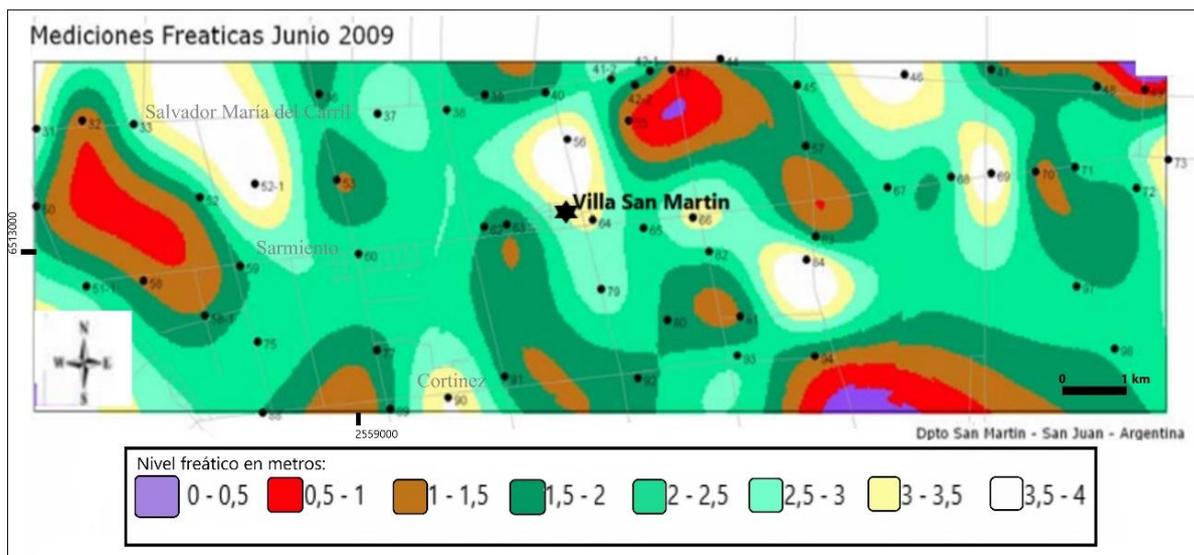


Figura 6: Mediciones freáticas año 2009. El color marrón, rojo y violeta representan las áreas con el nivel freático cercano a la superficie. Mapa tomado de Silicani y Francile (2009).

2.5 Flora y fauna

Las plantas que predominan son xerófilas adaptadas al clima cálido y seco, con escasas precipitaciones estivales. Las estepas arbustivas no sobrepasan los 3 m de altura, se ramifican desde la base o poseen un tronco brevísimo de madera dura.

En el matorral del Monte dominan las zigofiláceas, malpigiáceas y fabáceas. Entre las zigofiláceas se puede mencionar a las jarillas (*Larrea divaricata*, *Larrea cuneifolia*), el retamo (*Bulnesia retama*), el manca potrillo (*Plectrocarpa tetraantha*); entre las malpigiáceas a *Tricomaria usillo*; mientras que en las fabáceas deben mencionarse las especies arbustivas de *Prosopis*, el tintitaco (*Prosopis torquata*) y el lamar (*Prosopis alpataco*).

Vinculados a los cauces y a las napas freáticas cercanas a la superficie se desarrollan bosques de algarrobos, algarrobo blanco (*Prosopis chilensis*), y algarrobo dulce *Prosopis flexuosa*, así como isletas de chañar (*Geoffroea decorticans*) en sectores deprimidos con suelos arcillo-limosos.

La vegetación de las áreas salitrosas, presenta matorrales de vidriera (*Suaeda divariata*), jume (*Allenrolfea vaginata*) y el apén (*Heterostachys ritteriana*). En los médanos, es común observar pastizales de tupe (*Panicum urvilleanum*), olivillo (*Hyalis argentea*), junquillo (*Sporobolus rigens*), flechilla (*Aristida inversa*, *A. mendocina*) matorrales de *Prosopidastrum gracile* y en forma dispersa el endemismo *Ephedra boelkei* (parrón) (Martínez et al, 2016).

Entre la fauna presente en el sector se destacan aves como chimango, jote, halcón, tero, palomas, lechuzas, gorriones, picaflor, tordo, garzas y otras; mamíferos como liebre, nutria, comadreja, cueros, zorros; reptiles como serpientes y lagartijas; anfibios entre ellos el sapo y distintas clases de insectos y arácnidos (<https://sisanjuan.gob.ar>).

Por otra parte, la zona de estudio alberga plantas y animales que no son nativos y que están vinculados directamente con las actividades y cultura de la población. Entre la flora y asociado a la producción están las plantaciones de vides, olivos, frutales también el arbolado urbano y jardines particulares. En la fauna encontramos ganado porcino y caprino y animales domésticos.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

En base a los objetivos planteados con anterioridad se aplicaron las siguientes metodologías, técnicas y herramientas:

- **Para la identificación cartográfica y clasificación geomorfológica:**

Se emplearon las técnicas de la fotointerpretación, recopilación de información preliminar, selección de imágenes satelitales, reconocimiento general de campo, diseño de mapas finales.

Para la cartografía se utilizó el software Qgis, de licencia libre y el uso de imágenes satelitales de acceso abierto. Qgis es un Sistema de Información Geográfica (SIG) que permitió visualizar, gestionar, editar y analizar datos e imágenes satelitales y diseñar mapas para su impresión.

Para la clasificación geomorfológica se realizaron actividades como búsqueda de antecedentes, lectura bibliográfica de clasificaciones geomorfológicas existentes en la región (Suvires 2004; Suvires y Luna 2008; Flores et al. 2019; Barbeito y Ambrosino 2001). Se analizaron, y luego se realizó una clasificación propia (Tabla 2) adaptada para la zona y objetivo de estudio.

Tabla 2: CLASIFICACIÓN GEOMORFOLOGICA PROPUESTA

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA (basada en relieve)	Ambiente	Subunidades de relieve/unidades geomorfológicas menores	Procesos dominantes endógenos y exógenos, otros
---	----------	---	---

- **Para determinar los peligros naturales y otras problemáticas del área de estudio:**

Los peligros naturales pueden ser denominados como sobrecargas en el territorio ya que dan características del medio físico, sin relevancia por sí solas para definir unidades ambientales, pero que condicionan fuertemente la capacidad de soporte de la unidad sobre la que operan.

Los peligros son eventos físicos, potencialmente perjudiciales, que puede causar muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental.

Para identificar estas sobrecargas se realizó una búsqueda de datos históricos, la compilación y ordenamiento de datos climáticos e hidrológicos y la cartografía de indicios en campo de peligros naturales, para ello se recurrió al uso de imágenes satelitales. Se realizó un reconocimiento general de campo, el chequeo y registro de nuevos peligros como fueron incendios y la contaminación del suelo por basurales a cielo abierto, o degradación de suelos.

Como problemas, fuera del conjunto de peligros naturales, surge la expansión urbana sobre terrenos rurales de uso productivo. Se interpretó que este problema podría estar relacionado con el incremento poblacional del área rural. Para estudiar esta dificultad se realizó un análisis temporal, visual y cálculo areal de la expansión urbana en las 7 localidades del departamento.

Para el análisis temporal se visualizaron imágenes satelitales de los años 2003, 2009, 2013, 2019 y 2023 que se encontraban disponibles. Y se realizó la identificación del crecientito a través de polígonos que a través de capas superpuestas manifestaron cómo y hacia donde se ha venido generando la expansión urbana.

- **Para analizar el funcionamiento del sistema rural a través de la identificación de actividades económicas, canales de relación, infraestructuras semirurales y rurales.**

Se llevó a cabo un estudio de Diagnóstico sectorial mediante el análisis de los antecedentes de las dimensiones sociales, económicas y culturales. Se investigó sobre datos sociales, económicos, culturales, etc. a través de datos de censos y consultas al municipio (CNA 2018, Censo INDEC 2022).

Se contó con el plan de ordenamiento territorial del departamento San Martín (<https://planestrategicosanmartin.gob.ar/>) que cubre gran parte de los datos del diagnóstico socio-económico de la región (CoPESJ 2022).

Además, se realizaron cartografías identificando canales de relación, infraestructuras semirurales y rurales tales como canales de riego o caminos. Se llevó un relevamiento e identificación en el campo de los elementos antrópicos mapeados previamente. Por último con el fin de sintetizar la información obtenida se recurrió al uso de tablas ordenadas en la sección diagnóstico sectorial.

- **Para definir unidades ambientales o unidades de gestión territorial** donde se evalúan parámetros de calidad ambiental, conflictos, estado de conservación de los recursos.

Las unidades son áreas relativamente homogéneas que representan externamente el ecosistema subyacente. Permiten hacer una aproximación por sistemas al conocimiento del medio físico. Estas unidades ambientales pueden tomar el nombre de unidades de gestión territorial, ya que son los espacios operacionales del Ordenamiento territorial.

Se utilizó la variable geomorfología para definir los límites de las unidades. Mediante la etapa de diagnóstico integrado se procedió a realizar evaluaciones propias del ordenamiento territorial como la definición de un valor ecológico, la capacidad de soporte y la vinculación de las unidades con las áreas pobladas, para luego definir lineamientos de usos posibles, restricciones, prioridad de conservación, oportunidades, etc. en base a una lectura geológica del territorio.

De esta etapa surgieron diferentes mapas temáticos.

La etapa de diagnóstico integrado pretende que el territorio integre sus componentes, y no sea diagnosticado desde diferentes disciplinas. El uso de matrices para la integración resulta interesante para simplificar gran cantidad de datos y establecer relaciones entre elementos territoriales. Las matrices empleadas en este trabajo fueron la de valoración ambiental, de capacidad de acogida y la matriz FODA.

a) Matriz de valoración ambiental: se entiende por **valor de una unidad ambiental** a los méritos de conservación de una unidad, que aconsejan conservarla, o evitar la alteración de la forma en que se viene utilizando y aprovechando históricamente (Gómez Orea; et al. 2015).

El Valor ambiental se puede identificar en función de los siguientes criterios:

- Valor ecológico: diversidad, naturalidad, singularidad, representatividad, significación para la región, complejidad.

- Valor paisajístico: composición estética de la unidad, armonía y coherencia con su vocación natural, vistas desde y hacia ella, olores sonidos, otros.

- Valor científico cultural: elementos notables para la investigación, elementos notables para la cultura de masas y sensibilidad social, elementos notables para la educación de escolares.

- Valor productivo: calidad agroecológica del suelo, microclima o clima local, presencia de agua, forma de uso y aprovechamiento, otros. Aplicando los criterios citados se puede confeccionar una tabla con la estructura que recoge los valores atribuidos a cada dimensión de las que forman cada una de las unidades de integración.

- Valor funcional: papel de la unidad en el ecosistema para alguna de sus componentes. Para la población, para las actividades humanas. Por ejemplo, control de la erosión, producción, filtrado de contaminantes, área de alimentos de las poblaciones, alimentación de fauna migratoria, protección del viento, retención de agua, control de avenidas, recarga de acuíferos subterráneos.

Para el análisis se utilizó una tabla de doble entrada. En las filas se ubicaron las unidades ambientales y en las columnas los criterios a analizar. Los valores asignados van del 1 a 5 siendo: 5 (Valor Muy alto); 4 (Valor alto); 3(Valor Medio), 2 (Valor bajo); 1 (Valor muy bajo).

b) Matriz de capacidad de soporte: la **capacidad de soporte** de una unidad ambiental representa la relación existente entre el medio físico y la actividad antrópica que se desarrolla en él. Define los límites de presión de uso a los que puede ser sometido un territorio, considerando su potencialidad y fragilidad, sin que la fuerza aplicada sobre el sistema degrade la estructura de relaciones de soporte.

Está vinculada a los usos de suelo, al concepto de lugar y, esencialmente, a la vocación territorial de cada lugar, la cual se refiere a las “calidades, cualidades, posibilidades, límites y restricciones que hacen a un territorio más apto para algún tipo de destino que para otro (Gei, 2011).

Recurriendo a la experiencia y al conocimiento de que se dispone sobre la zona objeto de diagnóstico se realizó una tabla o matriz de soporte. Las filas están ocupadas por las unidades ambientales, y las columnas corresponden a las actividades con respecto a las que se quiere “leer” el medio físico. Las casillas de cruce se expresan en términos de vocacionales (V), compatibles con limitaciones (CL) compatibles sin limitaciones (C), compatible con limitaciones con Evaluación de impacto ambiental (CL EIA), incompatibles (I) y no aplicable (NA).

Las matrices si bien expresan relaciones cualitativas, ofrecen la posibilidad de crear mapas comparativos entre unidades y evaluar los usos del suelo más adecuados (Gómez Orea, et al 2015). Las asignaciones en las matrices dejan de ser cualitativas cuando desde el conocimiento profesional podemos asignarle un valor unido a la observación del terreno y cuantificación de datos reales.

c) **Matriz DAFO** (acrónimo de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades). Es una herramienta que permite disponer el conocimiento adquirido en el diagnóstico de forma que facilite la identificación de objetivos, estrategias y líneas de acción (Gómez, 2015).

La matriz DAFO, sirve para resaltar problemáticas y oportunidades de la región, y generar los lineamientos estratégicos que pueden ser aplicados por los organismos a cargo de la planificación territorial.

Es una herramienta que permite analizar y relacionar los elementos internos al territorio y por tanto controlables, tales como fortaleza y debilidades; y además los factores externos a la misma y por tanto no controlables, tales como oportunidad y amenazas.

Las debilidades y fortalezas corresponden a atributos del sistema interior; las primeras enumeran los puntos débiles del sistema, es decir, aquellos aspectos en que resulta deficiente para proporcionar a la población una adecuada calidad de vida. Las fortalezas identifican los puntos fuertes, es decir, los aspectos en que el sistema dispone de ventajas comparativas y resulta bien dotado para proporcionar una buena calidad de vida a los ciudadanos. Se realizó una matriz por unidad ambiental.

- **Identificar distintos usos del suelo, situación actual y usos compatibles.**

Como el fin último del trabajo se vincula con el ordenamiento territorial, se han adaptado algunos términos en cuanto a las coberturas del suelo. Las coberturas permiten analizar la disponibilidad de suelos para la planificación territorial. La cartografía de las coberturas no siempre se corresponderá con la clasificación de suelo desde el punto de vista edafológico, ya que para esa clasificación se necesitará el análisis físico y químico a través de calicatas y muestras de suelos de los distintos puntos del valle, lo cual no constituye el fin del presente estudio.

En este trabajo se denominará como suelo inculco a aquellos suelos que se encuentran abandonados, hayan sido o no utilizados anteriormente para cultivos, y que no presentan evidencias de salinidad en superficie ni usos al momento del análisis.

A diferencia de los suelos salinos, que pueden ser inculcos o no, pero que poseen como sobrecarga esta problemática evidente en superficie. Se reconocen por su cobertura color blanco y alta reflectancia en las imágenes satelitales, en campo además se observan costras y grietas.

El suelo cultivado/cubierta vegetal es la cobertura de suelo que al momento del análisis se encuentra cultivado. Se incorporaron en esta denominación los suelos cubiertos con vegetación

nativa, estos últimos solo se han diferenciado en el piedemonte y en la transición piedemonte-planicie.

Debido a que los límites entre los grupos de suelos mencionados son difusos para su diferenciación se utilizaron imágenes satelitales en el software SNAP (Sentinel Application Platform). Las imágenes satelitales empleadas correspondieron a la misión de Sentinel- 2 del 05/01/23 (Copernicus Open Access Hub <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>).

El modelo ráster proporciona una aproximación basada en objetos elementales que pueden agruparse para constituir objetos complejos que representan elementos del mundo real (por ejemplo, un afloramiento de calizas se representa por un conjunto de celdas que tienen el mismo valor temático). Otra característica es que no se registran de forma explícita los límites de los objetos, aunque éstos pueden inferirse a partir de los valores que toman los píxeles. (Asmoz, 2018). Podríamos afirmar que el modelo raster es adecuado cuando se quieren representar elementos naturales del paisaje que no poseen bordes marcados.

Se realizaron combinaciones de bandas, como por ejemplo la combinación RGB 8/4/3 que presenta sensibilidad a la vegetación verde (la cual aparecerá representada en una tonalidad roja debido a la alta reflectividad) diferenciando en otros tonos a los caminos, infraestructuras, suelos incultos y masas de agua. Cabe destacar que se emplearon mecanismos de control, se trató de chequeos de campo en el cual previamente se seleccionaron áreas claramente identificables y luego se procedió a ir a esas áreas con el objetivo de corroborar que lo que se obtuvo sea lo correcto.

- **Generar lineamientos que pueden ser aplicados por los organismos a cargo de la planificación territorial.**

Como consecuencia del diagnóstico integral, se generaron una serie de lineamientos agrupados de acuerdo a su fin:

1. Lineamientos educativos y/o de divulgación: para corregir el comportamiento ambiental de las personas, poner en valor recursos ambientales a partir de la educación/ divulgación en la sociedad.
2. Normativas: de carácter regulador, orientadas fundamentalmente a prevenir problemas ambientales mediante la regulación del uso del suelo, actos administrativos, aprovechamientos y comportamientos.
3. Restauración: para revertir degradaciones: recuperar, reformar, rehabilitar espacios y factores ambientales degradados.
4. Obras: se trata de medidas que exigen inversión y la gestión correspondiente, siendo muchas de ellas, susceptibles de producir beneficios a horizonte temporal variable, generalmente a medio o largo plazo.

Los lineamientos se pueden concretar a través de la aplicación de programas y proyectos realizados en la presente tesis.

CAPITULO 4: RESULTADOS

A- CLASIFICACIÓN GEOMORFOLÓGICA

B- PROBLEMATICAS TERRITORIALES

- 1. IDENTIFICACION DE DIFERENTES COBERTURAS DEL SUELO EN ÁREAS ANTROPIZADAS**
- 2. SOBRECARGAS DE PELIGROS**
- 3. LA EXPANSIÓN TERRITORIAL**

C- DIAGNÓSTICO SECTORIAL

D- DIAGNÓSTICO INTEGRADO

4. A- Clasificación geomorfológica

En base a un análisis del medio físico se realizó una clasificación geomorfológica que se observa en la Tabla 3. Se basa en unidades de relieve (como gran unidad simplificada), el tipo de ambiente y subunidades geomorfológicas o unidades geomorfológicas menores y los procesos endógenos y exógenos dominantes.

Se cartografiaron 3 unidades regionales (Figura 7), denominadas **unidad montañosa, piedemonte y depresión del Tulum**. En esta última se realizó la división por los tipos de ambientes que aparecieron y que están claramente diferenciados en el territorio: fluvial actual y planicie aluvial.

UNIDAD GEOMORFOLOGICA (basada en relieve)	Ambiente	Subunidades de relieve/unidades geomorfológicas menores		Procesos dominantes endógenos y exógenos, otros	
Montañoso	Morfoestructural (origen tectónico)	Sierras	Estructuras de Pliegues y fallas	Tectónica activa	
	Aluvial	Conos coluviales		Erosión y depositación	
Cauces temporales		Erosión			
Piedemontes	Eólico	Dunas		Transporte y depositación	
		Mantos de arena			
	Aluvial	Abanicos aluviales		Erosión	
		Área proximal y media del abanico		Transporte y depositación.	
		Área distal del abanico representada por vegetación nativa			
		Barreal o playa lake		Depositación	
Cauces		Erosión			
Depresión del Tulum	Planicie Aluvial	aluvial	Paleocauces	Erosión.	
			Planicie-suelo salino*	Erosión, desertificación y salinización	
		Planicie antigua	Planicie-suelo cultivado/cubierta vegetal*		Antrópicos
			Planicie-suelo inculto*		Erosión y desertificación
	Sistema fluvial actual	Canal activo del Río San Juan		Erosión	
		Canales inactivos del Río San Juan		Erosión	
		Meandros abandonados		Depositación	
		Llanura de inundación		Erosión	
		Barras		Depositación y extracción antrópica.	
		Niveles de terrazas		Erosión y depositación	

Tabla 3: CLASIFICACIÓN GEOMORFOLÓGICA.

(Tabla de elaboración propia)

*Se hace notar que dentro de la clasificación realizada se han agregado 3 coberturas de suelo denominadas *Planicie-suelo salino*, *Planicie-suelo cultivado/cubierta vegetal*, *Planicie-suelo*

inculto. Si bien estos no corresponden a subunidades geomorfológicas el propósito de su inserción es vincular a la geomorfología con el objetivo de este trabajo, lo cual se discutirá en apartados siguientes. Por cobertura se entiende el tipo de ocupación existente sobre él, ya sea vegetación natural, cultivos agrícolas o espacios urbanos, generar este tipo de información resulta básica en la planificación del territorio, ya que es preciso conocer la dedicación actual del terreno para proponer mejoras (Chuvieco, 2002).

En el área de estudio se encontraron diferentes usos de suelo para la planicie, la unidad soporta la mayoría de los asentamientos poblacionales del departamento siendo el soporte del área rural también es utilizado para la actividad ganadera, agrícola, actividad agroindustrial y ladrillera.

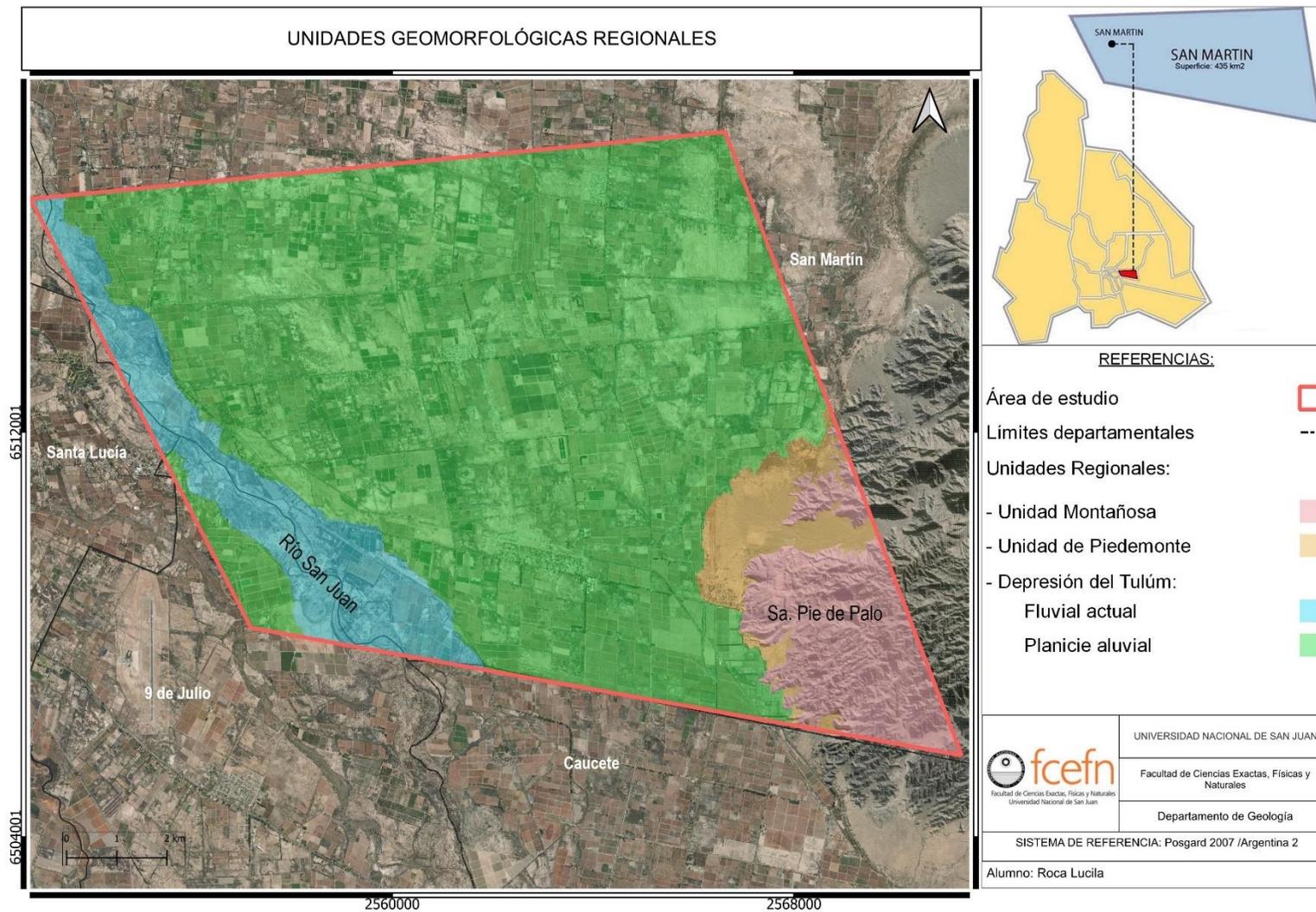


Figura 7: Mapa regional obtenido a partir de la identificación y clasificación geomorfológica.

1. UNIDAD MONTAÑOSA

La unidad montañosa se identificó a partir de una textura rugosa, con límites bien definidos en la imagen. Se ubica en el extremo SE del área de estudio y corresponde en términos generales a una unidad de relieve positivo conformada por una fuerte pendiente, perfiles abruptos y con picos con alturas que varían entre 1000 m a 700 m.

Litológicamente se encuentra conformada por rocas metamórficas (gneis, esquistos, filitas) del Complejo Pie de Palo y sedimentarias (calizas Angacos), pertenecientes al grupo Cauçete.

Dentro de la unidad regional montañosa, localmente se han reconocido 4 Subunidades de relieve/unidades geomorfológicas menores (Figura 8).

Las sierras son unidades de alta pendiente, con afloramientos rocosos a través de estructuras de plegamiento. Con lineamientos identificables, se la denomina Sierra de Pie de Palo (Figura 9 y 10).

Los conos coluviales son unidades geomorfológicas menores formadas por acumulaciones de materiales sueltos (bloques de roca) depositados en las partes bajas de las laderas de la subunidad anterior y se producen por caídas, vuelcos y meteorización física. Esta subunidad tiene apariencia de conos o pequeños abanicos que no cuentan con un espesor importante ya que corresponden a acumulaciones locales sin transporte considerable y por ello los clastos tienen formas angulares. Por otro lado, aparecen los cauces de arroyos temporales. En el extremo N y NO de la unidad los arroyos circulan en todas direcciones a partir de un punto elevado formando una red de drenaje del tipo radial. En la parte sur de la unidad montañosa, los arroyos presentan cauces que corren en paralelos entre si formando un patrón de drenaje paralelo típico de zonas de alta pendiente y en donde hay un control litológico y/o estructural.

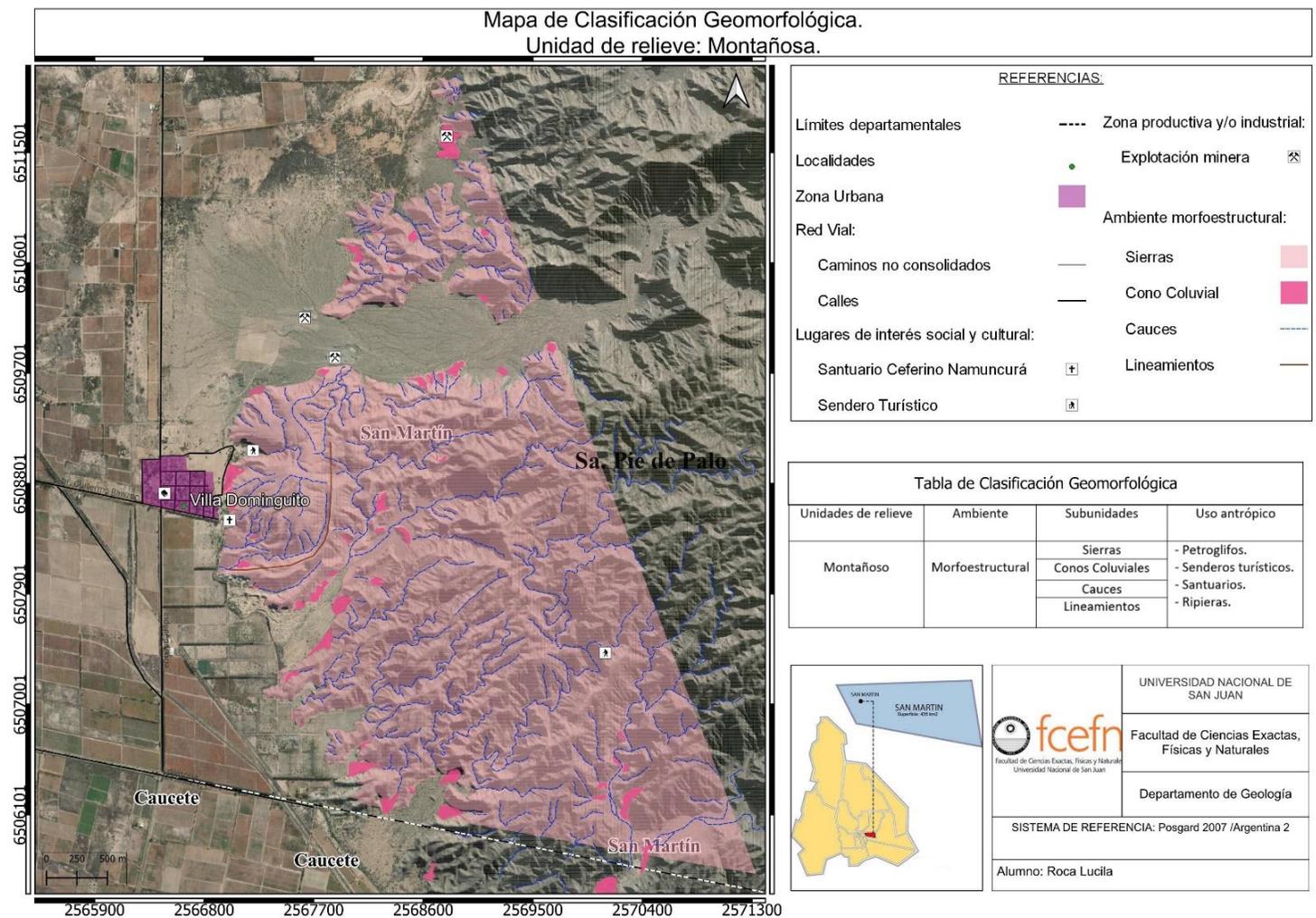


Figura 8: Mapa de clasificación geomorfológica de la unidad de relieve montañosa.



Figura 9: a) y b) Fotografías de la unidad montañosa a) Se observa una imagen de la sierra desde una perspectiva más regional; b) perspectiva más local de área ubicada en la Quebrada de Weiss.



Figura 10: a) y b) Rocas metamórficas correspondiente a la Sierra Pie de Palo.

2. *PIEDEMONTTE*

La unidad de piedemonte se identifica como una superficie inclinada que se extiende desde la unidad montañosa al pie de la Sierra Pie de Palo al este, hasta la planicie al oeste. Está constituido por subunidades como los abanicos aluviales, dunas, barreales y cauces (Figura 11). En cuanto a los materiales que los componen en su parte proximal (este) está compuesto por depósitos de grava. Hacia el oeste, los depósitos gruesos se transforman en medianos (arenas) para dominar finalmente los finos (limos y arcilla) cerca de la planicie. Posee cubierta de vegetación en casi toda la unidad, pero son abundantes en las áreas distales (Figura 12). Los suelos poseen procesos de erosión hídrica asociado a los cauces temporarios que la atraviesan.

Los abanicos aluviales, originados por la sedimentación de la carga de las corrientes fluviales en planta tienen forma de abanico y pendiente moderada. En la parte más alta de los abanicos encontramos sedimentos con clastos de gran tamaño y angulares, que principalmente son de rocas metamórficas. En cambio, en la zona media los clastos pasan a un poco más redondeados debido a los continuos impactos a los que se han visto sometidos durante el transporte. Hay depósitos de fanglomerados que son explotados como piedra bola para la construcción (Figura 13).

Las dunas (Figura 14) son acumulaciones de arena por acción del viento predominantemente desde el SE de la Sierra de Pie de Palo, teniendo como área de aporte el campo de los Médanos Grandes. Estos depósitos eólicos poseen diferentes tamaños y se caracterizan por presentar crestas subredondeadas a planas. Se observan parcialmente erosionadas por cursos fluviales como también por actividad antrópica como pueden ser huellas de vehículos.

Los barreales (Figura 15) están constituidos por sedimentos finos, limo y arcilla, con colores blancos o marrones muy claros. Su origen está relacionado a la topografía deprimida, que genera acumulación de agua, áreas de mayor humedad, sin buena infiltración y vías de desagüe. Se encuentra bordeado por gran cantidad de vegetación nativa. Existen áreas donde la densidad de árboles existentes forma bosques nativos. Estudios antecedentes vinculan los barreales con la presencia de fallas geológicas (Rodríguez et al. 2021).

Los cauces en esta unidad son corrientes de aguas temporales que nacen en la Sierra Pie de Palo y en su camino se dividen en múltiples canales, siempre con una dirección predominante de E a NO. Se caracterizan por partir de un origen y se van ramificando sobre la superficie con un ángulo agudo con un patrón de drenaje del tipo distributivo, típico de los abanicos aluviales y asociado a zonas de baja pendiente.

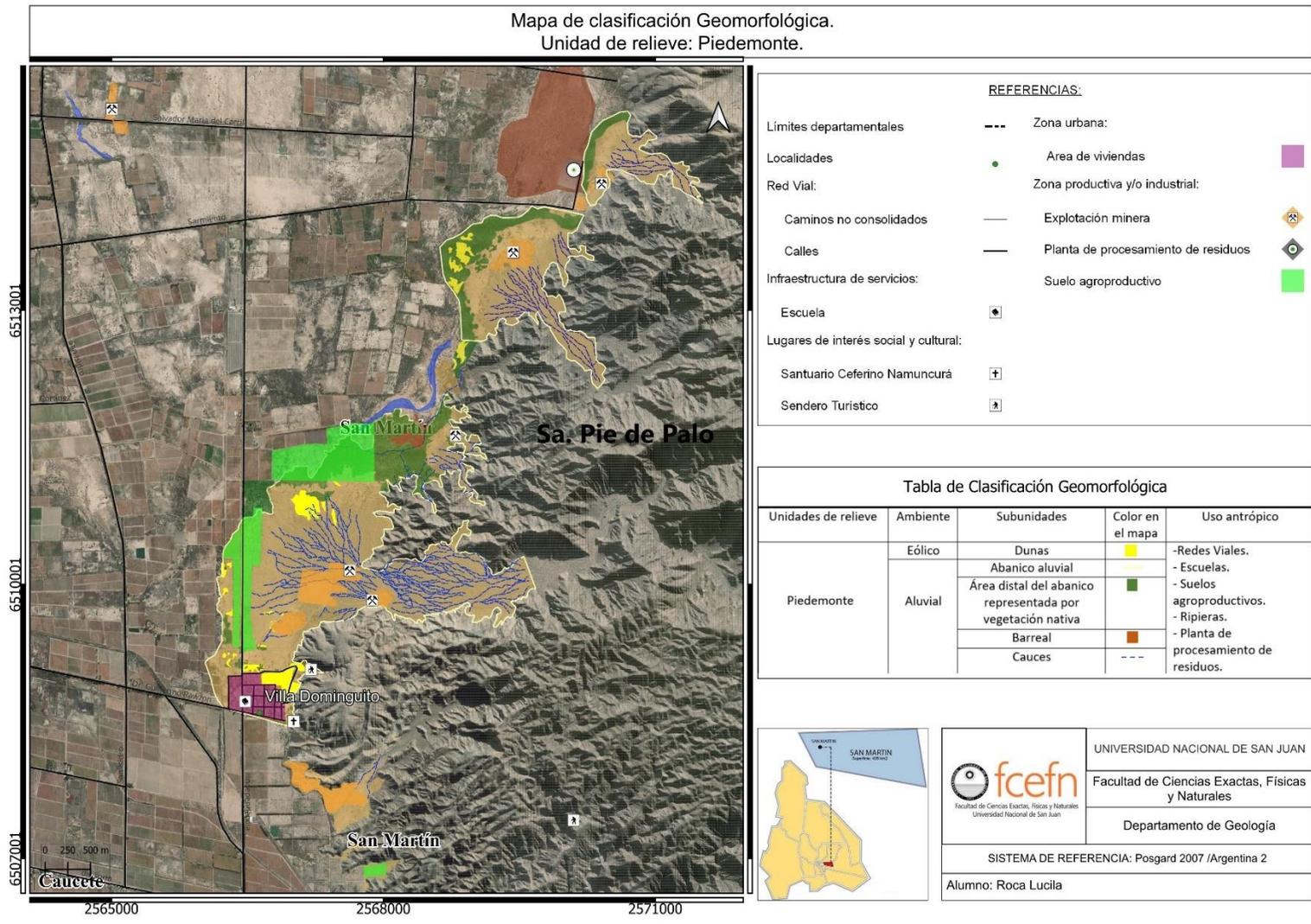


Figura 11: Mapa de la unidad de relieve piedemonte.



Figura 12: a) Vegetación nativa en áreas distales de los abanicos. b) Depósito de área proximal del abanico



Figura 13: a) b) y c) Vista en perfil de distintas áreas del depósito de abanico aluvial.



Figura 14: a) b) y c) Dunas observadas en piedemonte.

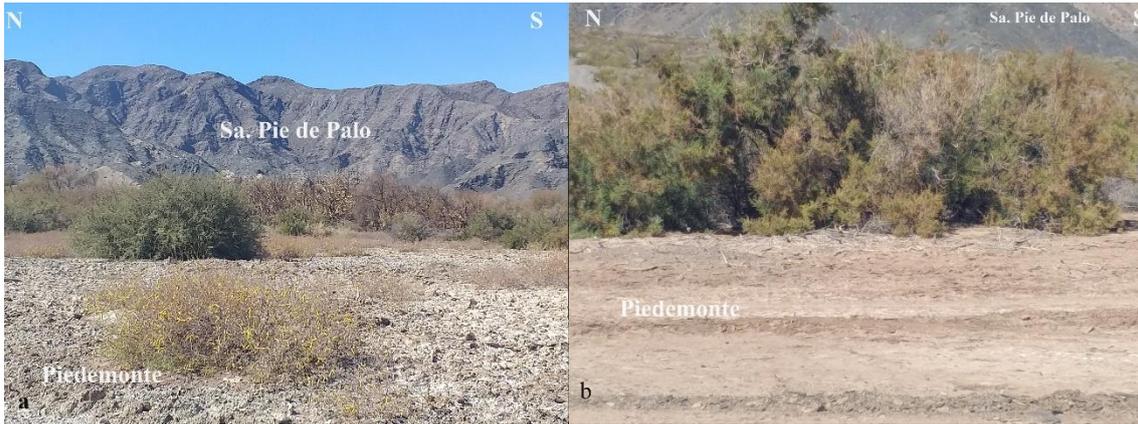


Figura 15: a) y b) Áreas de barreal y vegetación nativa asociada.

3. *DEPRESIÓN DEL TULUM*

La depresión del Tulum posee un perfil relativamente plano con alturas topográficas que van desde 583 msnm a 590 msnm, aquí se identifican dos áreas diferenciados según su ambiente formador y elementos que lo conforman: Planicie Aluvial y Fluvial Actual.

La Planicie Aluvial se caracteriza por presentar topografías bajas y planas. Sus depósitos son capas de diferente granulometría predominantemente fina formados por la acumulación de material de arrastre que fueron transportados por corrientes de agua del río San Juan y por la acción eólica.

Se destacan entre las subunidades varios paleocauces, aproximadamente un 10% de suelos salinos, un 25% de suelos incultos y un 65% de vegetación nativa o implantada (Figura 16 y 17). Sobre este último grupo se registraron en campo vides, olivos, pistachos y frutales por un lado, y jarillas, algarrobos y retortuños por otro. Posee una pendiente que varía entre 2 a 3%.

En algunas zonas se identifican paleocauces, áreas que representan antiguos cursos del río San Juan.

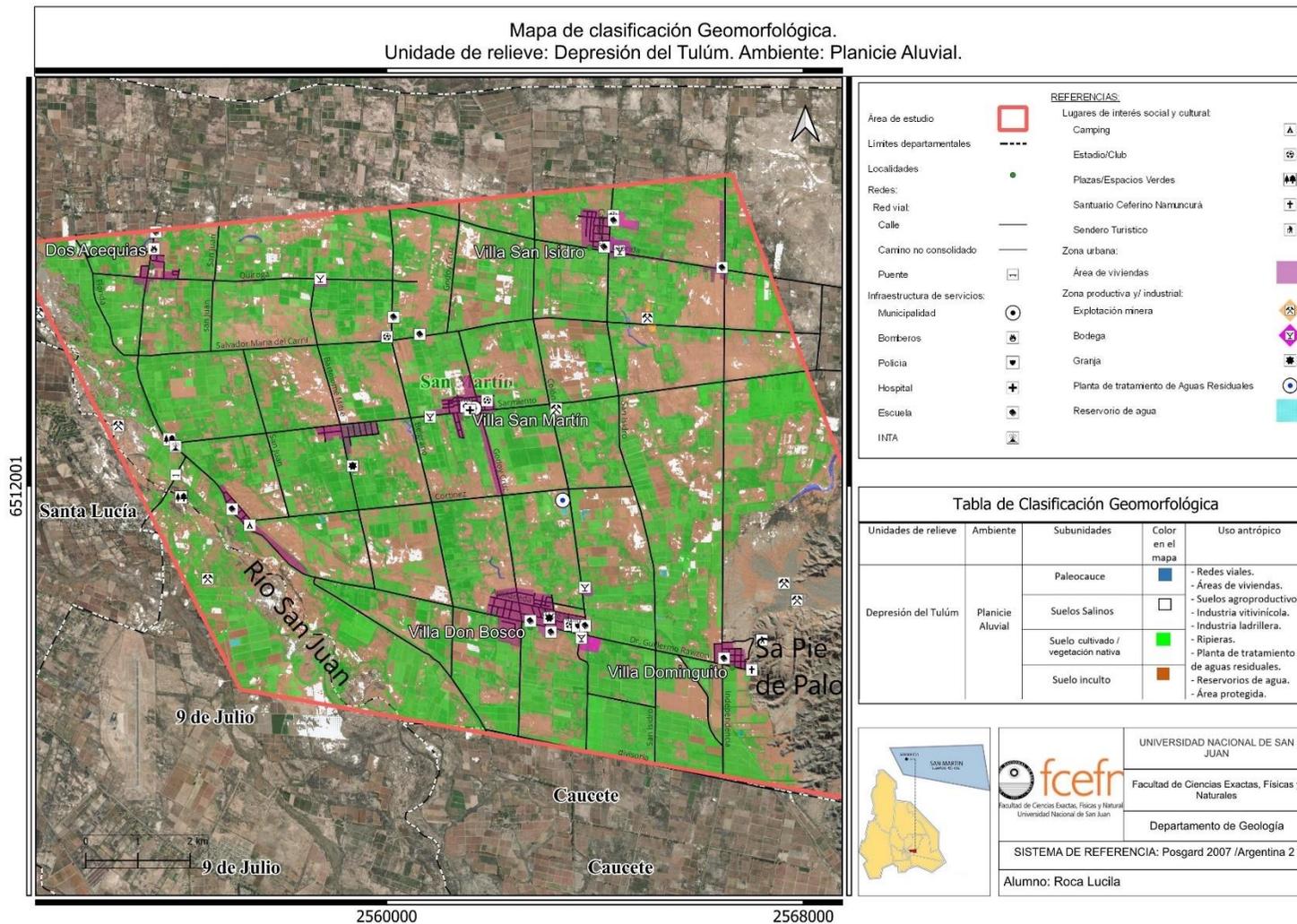


Figura 16: Mapa de la unidad de relieve Depresión del Tulum: Planicie Aluvial.



Figura 17: Suelos Salinos observados en distintas áreas de la planicie.

El ambiente fluvial actual del Río San Juan está representado por subunidades como son los canales fluviales activos e inactivos, la llanura de inundación y dos a tres niveles de terrazas.

Las terrazas son superficies planas inactivas que representa la antigua llanura de inundación del río San Juan y que fue abandonada cuando se sobreexcavó un nuevo cauce a una altura inferior. Los niveles más altos, que representan lo más antiguos, están ocupados por la población (Figura 18). Aunque se ha observado que en niveles de terrazas más bajos se ubican barrios recientemente construidos y por ello sus límites son difíciles de reconocer como también se ubican distintas actividades económicas asociadas a la extracción de áridos y agricultura.



Figura 18: a- Niveles de terrazas altos antropizados. b- Terraza alta utilizada para la fabricación de ladrillos.

En cuanto a las barras, son depósitos de sedimentos en forma de media luna parte interna del cauce. Sus materiales característicos son arena, limo, arcilla y gravas que han sido transportados y depositados por el río. Los clastos son redondeados asociados al proceso de transporte por la corriente fluvial. Las barras zona de gran interés económico para la actividad minera, por ello su mayoría están modificadas o han sido totalmente eliminadas (Figura 19).

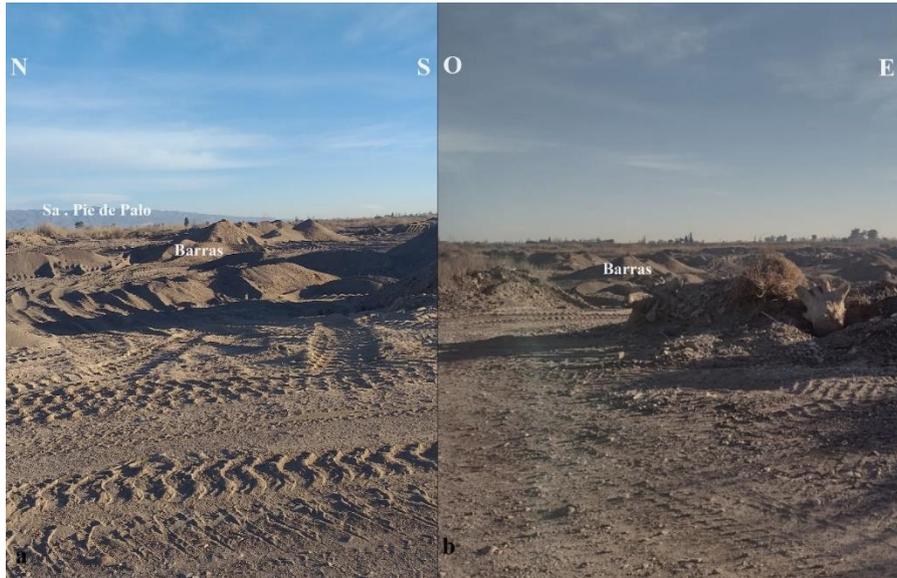


Figura 19: a- y b- Degradación de las barras fluviales debido a la actividad de extracción de ripio.

Los meandros son canales del Río San Juan que poseen formas curvas. Crecen tanto lateralmente como también se van desplazando valle abajo sin tener una posición fija, migrando a lo largo de la llanura, lo que genera en muchos casos meandros abandonados. Son depósitos de arena y limo que se disponen en forma de herradura.

La llanura de inundación presentó dificultad para delimitar debido a la modificación y ocupación antrópica del sistema fluvial. Se caracteriza por poseer superficies planas generadas por la acción del canal del río San Juan y que se ubica en forma adyacente al mismo. Esta unidad en su ambiente original estaba afectada por el aumento del caudal del río debido a precipitaciones pluviales y crecidas. Sus depósitos se caracterizan por material fino como arcilla y arena. En la actualidad hay áreas de la llanura de inundación ocupadas para usos antrópicos (Figura 20).



Figura 20: Llanura de inundación ocupado como depósito de maquinarias de vialidad.

Otra subunidad son los canales activos e inactivos. Los canales inactivos son canales que han sido abandonados y están desconectados del cauce fluvial actual. Los canales activos transportan el agua de manera casi permanente en la actualidad. La dirección de los canales es de NO al SE.

Debido al control hídrico de la región, el agua de estos canales activos está controlada por las obras hidráulicas agua arriba de la quebrada de Ullum. La disponibilidad de agua para estos canales depende de las acciones controladas desde los diques y embalses, y tareas de mantenimiento asociadas a ellas como limpiezas de carga.

En la Figura 21 se muestra el ambiente fluvial con los elementos mencionados.

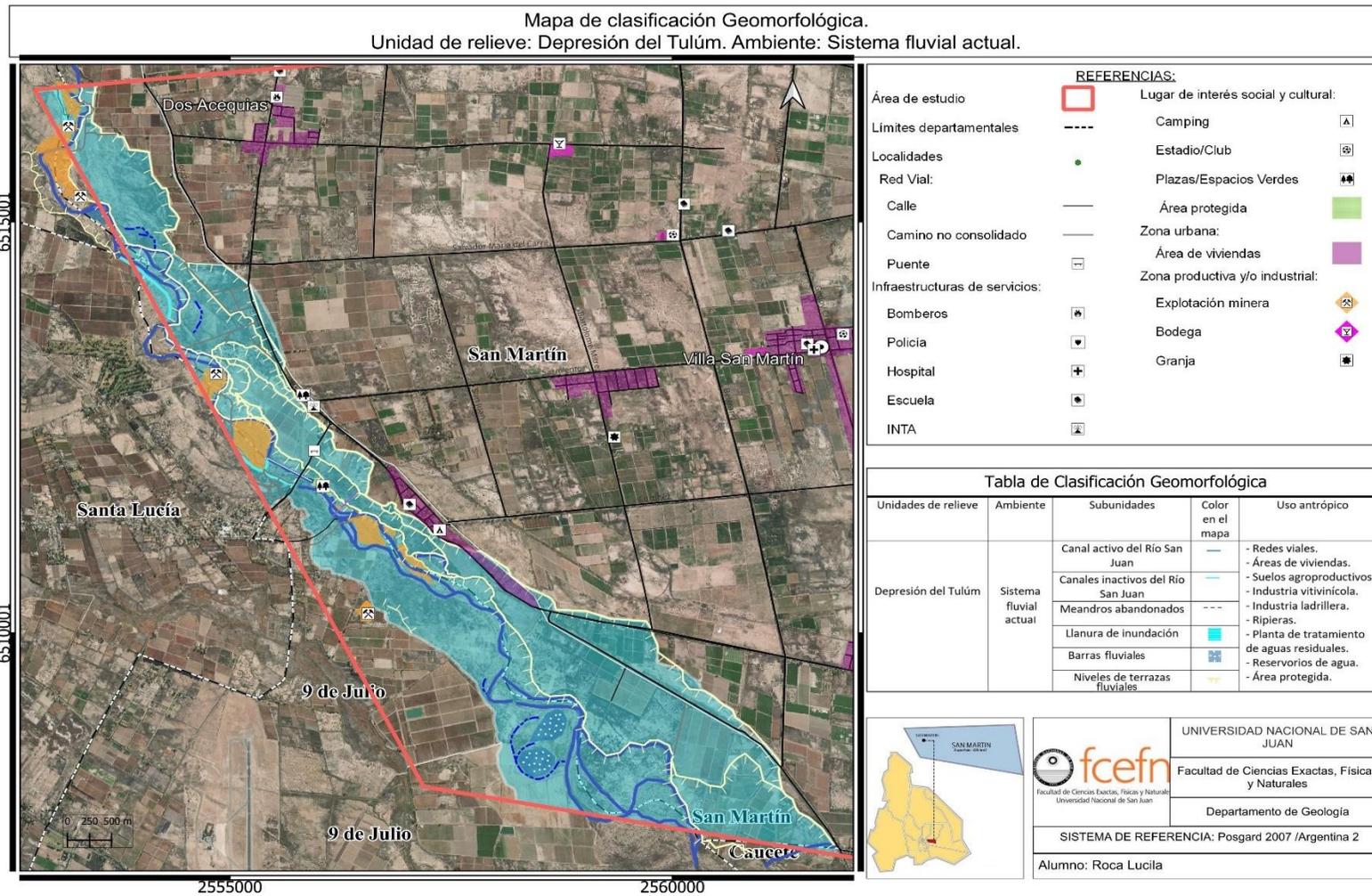


Figura 21: Mapa geomorfológico del ambiente fluvial actual presente en el área de estudio

4. B- Problemáticas territoriales

1. Identificación de diferentes coberturas del suelo en áreas antropizadas.

Un problema al realizar trabajos de geología en las ciudades es la modificación antrópica, falta de afloramientos, o dificultad para acceder a zonas de interés por pertenecer a dominio privado.

En la planicie la modificación de las características naturales de la zona ha generado dificultades al momento de clasificar las coberturas del suelo, depósitos e incluso afloramientos de roca.

Las imágenes satelitales utilizadas permiten identificar elementos a partir de los valores que toman los píxeles, delimitando de forma explícita los límites de los objetos.

La clasificación no supervisada permitió delimitar zonas de: zona suelos salinos, incultos y cultivados/ cubierta vegetal (Figura 22). Luego de la clasificación el chequeo de campo permitió proceder con la sectorización de las áreas y generar mapas de cobertura.

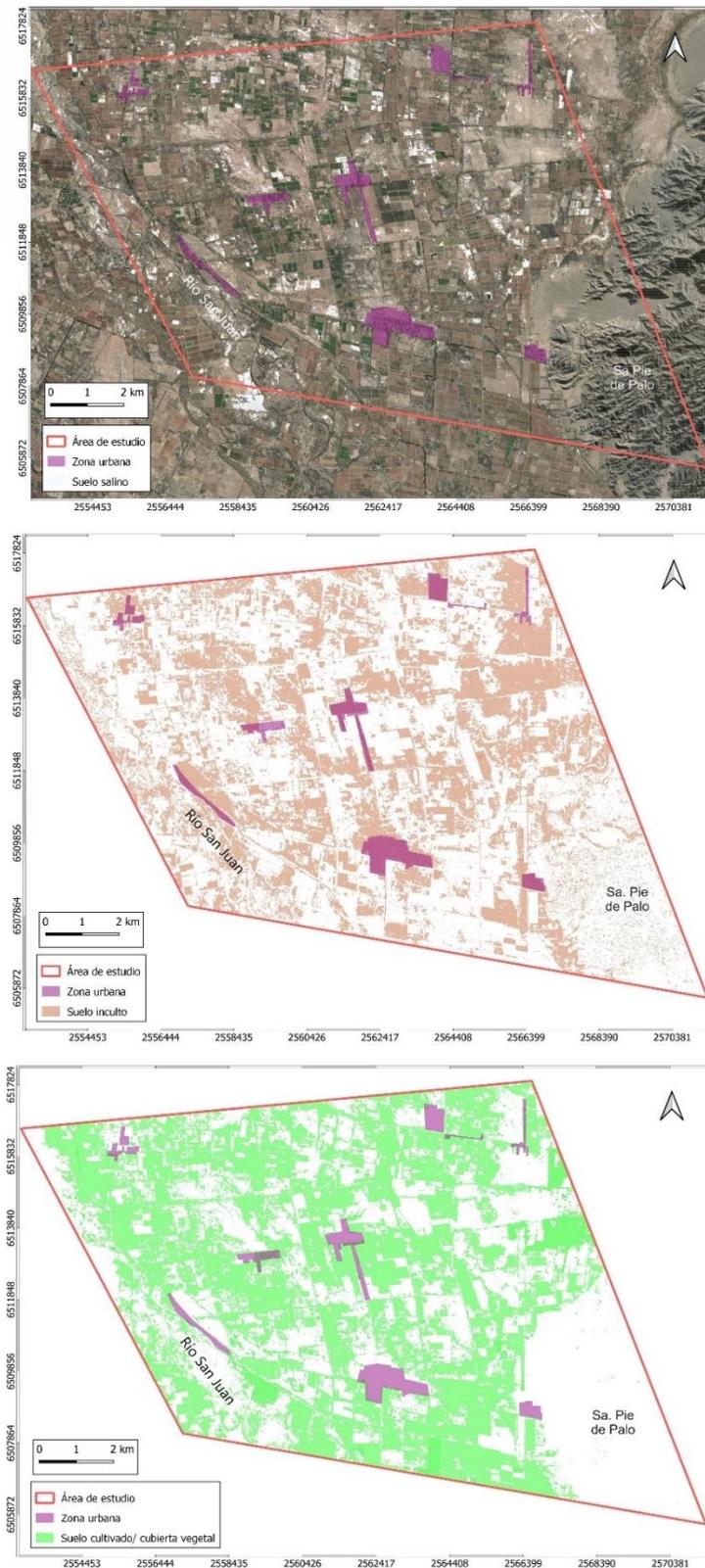


Figura 22: Cobertura del suelo obtenidas a partir del procesamiento de imágenes satelitales. Los polígonos violetas son las localidades del departamento. a) Arriba mapa de suelos salinos representados con polígonos blancos; b) Suelos incultos (sin uso al momento del análisis); c) Cobertura de suelos cultivados o con cubierta de vegetación.

2. Sobrecargas de Peligros

Los peligros socio-naturales se identificaron y mapearon en trama superpuesta a las unidades ambientales (Figuras 24). A continuación, se describe cada uno de ellos:

- **Erosión:** La erosión se considera como un peligro importante en zonas áridas, ya que es causa directa de desertificación. La erosión por el agua o el viento ocurre sobre cualquier terreno en pendiente. Los usos de la tierra como por ejemplo las prácticas agrícolas, caminos y senderos, el desarrollo urbano al quitar la capa de suelo natural existente y si la hubiera la cubierta vegetal aumentan el proceso erosivo.

Este fenómeno tiene efectos en la pérdida de apoyo y de nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas; daños aguas abajo por los sedimentos generados por la erosión que son transportados por canales de drenaje, pérdida de suelos como soporte.

Los procesos erosivos mapeados se localizaron en las terrazas del río San Juan, y canales de los cauces temporales en la unidad de piedemonte. En las terrazas además se registran procesos de degradación muy intensos por la actividad antrópica por presencia de ripieras.

- **Inundación:** Una inundación se produce cuando hay un rápido crecimiento del nivel del agua que cubre o llena determinadas áreas de la tierra. Las inundaciones se producen por distintas causas como lluvias intensas durante un periodo corto de tiempo en donde se supera la capacidad del suelo de absorber y los ríos empiezan a subir, por deshielo, por rompimiento o desborde de represas, por actividades humanas como la tala de árboles o la impermeabilización de suelos por la construcción de rutas y viviendas, etc. (<https://www.argentina.gob.ar/>).

El escenario actual del área de estudio con un río controlado por obras hidráulicas agua arriba en distintas partes de la cuenca y periodos de sequía prolongados, generan que la unidad fluvial sea vista un lugar aparentemente seguro para habitar. Los Barrios Sadop y Bella Vista por ejemplo se encuentran ubicados sobre una terraza en la margen izquierda del Río San Juan. Otras áreas expuestas al peligro son los barrios ubicados en terrazas bajas sobre la margen derecha del río, en el departamento de Santa Lucía.

- **Aluviones (crecientes):** Los aluviones son, junto con los sismos, las amenazas de origen natural que generan la mayor cantidad de impactos en la provincia. Se producen en la zona montañosa con fuerte pendiente, cuando las aguas de lluvias torrenciales ocurridas durante los meses de verano pueden dar lugar, en sólo algunas horas, a violentos aluviones caracterizados por su alta velocidad en la bajada de agua desde las áreas montañosas, poca profundidad y gran carga de sedimentos y detritos que se acumulan en el piedemonte y planicie. Las crecientes en la zona se desarrollan en los meses de diciembre a marzo. En Villa Dominguito, las zonas agrícolas aledañas están expuestas a canales de arroyos temporales que descienden por quebradas desde la Sierra de Pie de Palo.

- **Sismos:** En el mapa de zonificación sísmica definido por el Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES 2005), se encuentran identificadas 5 zonas con diferentes niveles de peligro sísmico. Los valles de Tulum-Ullúm -Zonda se categorizan como Zona Sísmica 4 (categoría de mayor peligrosidad). Las zonas más expuestas son las que se ubican cercanas a las fallas donde hay mayor aceleración por la energía liberada por el sismo, como resultado las aceleraciones del suelo son grandes y se pueden desencadenar procesos de remoción en masa y licuefacción del suelo.
- **Licuefacción:** La licuefacción es la disrupción in-situ del soporte mutuo entre granos, generalmente por una sacudida sísmica, en la que se produce la pérdida total o parcial de la resistencia de cizalla de los materiales afectados. La sobrecarga está asociada a los movimientos sísmicos y es una amenaza secundaria que emerge como consecuencia de la cercanía de la napa subterránea con relación a la superficie. Durante los sismos, los efectos de licuefacción ocasionan gran parte de los daños en las infraestructuras. En suelos sin cohesión, la transformación de un estado sólido a líquido es el resultado del aumento de la presión de los poros que disminuye el coeficiente de fricción durante un terremoto. El suelo completamente saturado, con arenas sin cohesión, generalmente limpias, que pueden incluir algo de gravas puede ser licuefaccionado durante la sacudida sísmica por la propagación de las ondas de cizalla (Rodríguez Pascua, 1997, Perucca et al., 2006) Los sedimentos arenosos sin cohesión y los depósitos de limos suelen tener una resistencia de cizalla alta, soportando grandes cargas sin producirse alteraciones en su estructura interna. Pero bien por causas naturales o artificiales, se puede producir la pérdida de resistencia de esos materiales, cambiando su estado para pasar a comportarse como líquidos viscosos. Obermeier (1994) y Moretti et al. (1995) coincidieron en señalar que sismos de magnitud 6 pueden generar estructuras de licuefacción en un radio de 40 km, que puede provocar grandes pérdidas económicas, no sólo en las edificaciones sino también en las comunicaciones, pozos de agua, caminos, gasoductos, líneas eléctricas, etc. La unidad de planicie donde justamente se ubica la población posee las condiciones ideales para la ocurrencia del fenómeno (Perucca et al., 2006).
- **Procesos de remoción en masa:** Incluyen los flujos de barro o tierra, deslizamientos o caídas de rocas y detritos. El agua es un agente importante en estos procesos y la gravedad es la fuerza dominante.

La deforestación y la actividad minera o agrícola inapropiada contribuyen a aumentar la vulnerabilidad de las remociones. La urbanización en sitios inadecuados, el corte de taludes en los caminos de montaña, la construcción de represas y la saturación del terreno por irrigación, suelen generar inestabilidad de los terrenos. En el área de evaluación se observan múltiples evidencias caídas de rocas y de detritos, debido a la pronunciada pendiente de la ladera y al fracturamiento intenso de las rocas que componen la Sierra de Pie de Palo. Se suma como agentes gatillante la actividad sísmica y las detonaciones para la explotación de rocas y

minerales. Las zonas más expuestas son las que se encuentran al pie de la Sierra como el Complejo de Ceferino Namuncurá en Villa Dominguito (Figura 20).

- **Granizo:** Para que se genere una tormenta de granizo se deben dar ciertas características atmosféricas que ocurren comúnmente en latitudes medias y durante los meses de primavera y verano. No precipita en una misma oportunidad sobre grandes áreas territoriales, por lo cual en cada evento son afectadas pequeñas áreas aisladas. La ocurrencia del granizo estival se padece con mayor frecuencia en los meses de mayor intensidad y probabilidad de ocurrencia diciembre y enero (Plan Estratégico San Juan 2021). Las áreas más expuestas a daño son las cultivadas donde el granizo afecta la calidad y cantidad la producción.
- **Heladas:** La ocurrencia de temperaturas mínimas igual o menor de 0°C son definidas como heladas meteorológicas, y en las zonas bajas de San Juan comienzan habitualmente alrededor del 21 de mayo y la fecha media estimada de la última helada se registra el 21 de septiembre. En forma excepcional pueden producirse heladas tardías en el mes de octubre (Plan Estratégico San Juan 2021). Las áreas más afectadas son las cultivadas, generando la disminución de la producción agrícola.
- **Vientos intensos:** El Servicio Meteorológico Nacional define al viento como aire en movimiento con dirección, sentido e intensidad. De acuerdo a su velocidad podemos definir a los vientos fuertes aquellos que tienen una velocidad mayor a 40 km/h.
Una particularidad de la provincia es la presencia del viento Zonda. Es un viento caliente y seco que sopla al este de la Cordillera de Los Andes. La climatología del fenómeno muestra una distribución anual entre los meses de mayo y noviembre, registrando un máximo de casos (más de la mitad) en invierno entre los meses de mayo y agosto.
El viento Zonda en la planicie arrastra gran cantidad de polvo especialmente en agosto, al finalizar la estación seca. En el área se ha observado un corredor con viento y brisas constantes en el vértice sur-oeste de la Sierra Pie de Palo, paralela al piedemonte. Se detecta in situ, al transitar desde el área de planicie hacia la montaña, y mediante la zonificación de la acumulación de dunas y mantos de arena.
- **Incendios:** Estas sobrecargas se definen como la ocurrencia de fuego no controlada que puede afectar o abrasar algo que no está destinado a quemarse. Puede afectar a estructuras y a seres vivos. Sus causas pueden ser tanto naturales como antrópicas. En cuanto a las causas naturales en el departamento puede ser por la aridez de la zona, durante el mes de julio y agosto, se ve afectada por fuertes vientos del sector norte que genera un importante descenso de la humedad, provocando un espacio seco que, sumado a la vegetación reseca por la estación del año, facilitan que el fuego se propague con rapidez y se transforme en un incendio incontrolable. En cuanto a las causas antrópicas la presencia del hombre va acompañada de elementos, quehaceres o instalaciones que pueden ocasionar incendios, ya sea por negligencia (fogón mal

apagado, por ejemplo) o fuegos intencionales para deforestar, malas prácticas de limpieza de fincas y terrenos baldíos.

La pérdida de árboles nativos y vegetación de la zona afecta directamente a la fauna ya que ésta depende de ella para su alimentación o refugio. Esto no solo provoca la muerte de animales sino también su desplazamiento (Servicio Nacional de Manejo del Fuego 2022).

En el mapa de la figura 23 fueron demarcados algunos incendios ocurridos en el pasado en la zona y otros actuales detectados durante las campañas.

- **Sequías:** La provincia está atravesando, desde aproximadamente el inicio del presente siglo, un ciclo seco que afecta no sólo la disponibilidad de agua superficial sino también las aguas subterráneas, ya que la disminución de los aportes superficiales provoca el descenso sostenido de las napas. La sequía también tiene efectos negativos en el sector agrícola y ganadero, afectando así las actividades productivas de San Martín. Puede desencadenar el abandono y cambios de uso del suelo productivo debido a las dificultades económicas para hacer frente a la situación. Además, los prolongados periodos de sequía generan que áreas que históricamente han sido afectadas por napas freáticas superficiales, se vean como suelos disponibles para ocupar.
- **Desertificación:** Es la degradación de tierras originada en factores como las actividades humanas y las variaciones climáticas. Provoca deshidratación progresiva y pérdida de las capas de los suelos, como consecuencia de fenómenos naturales, pero también de la actividad del hombre a través de modelos agrícola-ganaderos insustentables, de la deforestación y del riego artificial. Estos procesos hacen que los suelos se vuelvan estériles e improductivos en forma irreversible. Las zonas más expuestas a sufrir desertificación en el área de estudio son los suelos incultos, en ellos se manifiestan procesos de deforestación con eliminación de la capa de suelo existente para nuevos usos como urbanización; uso agrícola ganadero intensivo, abandono de tierras, pérdida del suelo por erosión hídrica.
- **Salinización:** La salinización del suelo se refiere al aumento de las concentraciones de sal en los mismos, lo que dificulta la absorción de agua por las raíces de las plantas. Es una de las principales causas de la desertificación. El problema del aumento de la salinidad del suelo plantea grandes retos a los agricultores. Las zonas con mayor salinidad del departamento se encuentran en la unidad de planicie (Figura 23) en paleocanales y barreales.
- **Contaminación ambiental:** Este fenómeno se debe a la presencia de componentes nocivos en el medio ambiente y que, por tanto, son perjudiciales para los seres vivos. Se observaron distintos focos de contaminación del suelo y agua con basurales a cielo abierto (Figura 23). En la planta de procesamiento de residuos se observa el aire afectado por el humo de la quema de los residuos (Figura 23).



Figura 23: A) y B) Basurales a Cielo abierto. C) Quema de basura en la Planta de procesamiento de residuos sólidos urbanos.

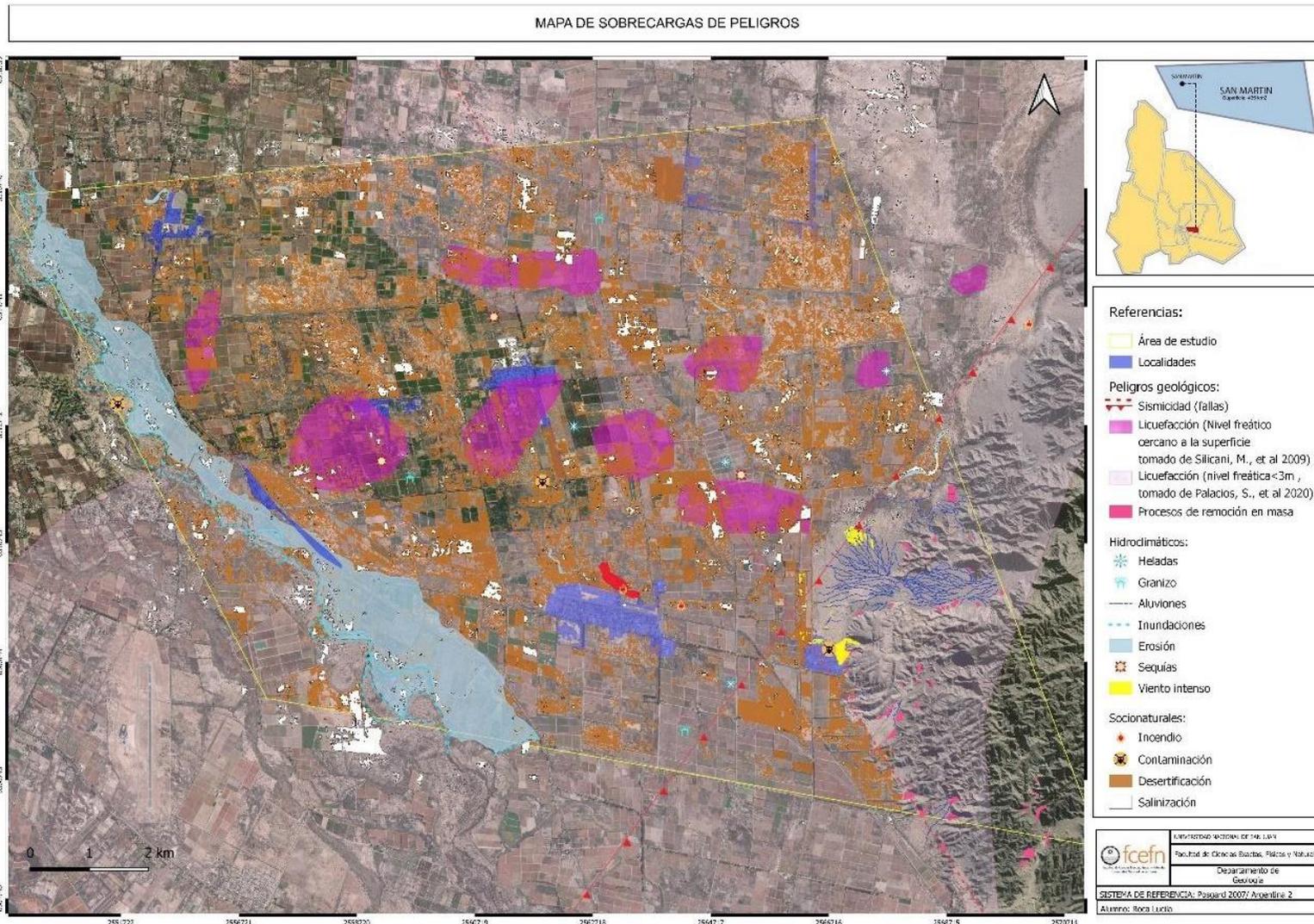


Figura 24: Mapa de sobrecargas en el departamento San Martín.

3. La expansión territorial

La problemática planteada de expansión urbana sobre terrenos rurales se interpretó que está relacionado con el incremento poblacional en el departamento en los últimos años.

En la figura 24 se observa el gráfico de población estimada según INDEC (2010) desde el 2010 hasta el 2025 (Tabla 4), estimando para el 2022, 13.114 habitantes. En este grafico se marca con una estrella el valor de la población obtenido en el censo del año 2022 (INDEC 2022), con un valor de 14.910, representando un incremento mayor del estimado.

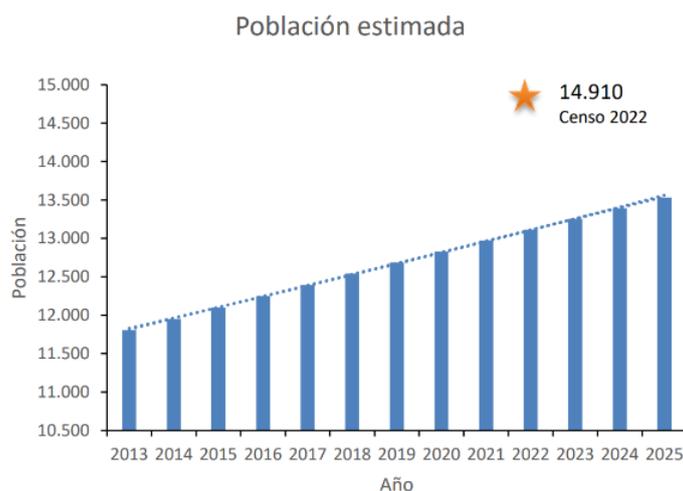


Figura 25: Gráfico en el que se representa la población estimada por INDEC de cada año del 2010 al 2025 y con una estrella amarilla la población calculada por el Censo 2022.

Tabla 4: POBLACIÓN ESTIMADA DEL 2010-2015 PARA EL DEPARTAMENTO SAN MARTÍN.

Población estimada de cada año para el Departamento de San Martín. Años 2010-2025																
Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Población estimada	11.360	11.508	11.657	11.805	11.953	12.101	12.248	12.394	12.541	12.687	12.830	12.973	13.114	13.255	13.394	13.531

El análisis temporal realizado desde el 2009 al 2023, indica el cambio de uso del suelo, de tierras que tenían usos agrícolas, o suelos incultos para uso residencial.

En la Villa Don Bosco (Figura 26) del 2009 al 2023 el área de uso residencial paso de 115 ha a 145 ha.

Villa San Martín (Figura 27) tenía una superficie ocupada para uso residencial de 50 ha para el año 2003 y para el 2023 fue casi el doble (de 94 ha). Esta localidad al ser villa cabecera presenta la mayor parte de los servicios del departamento. Posiblemente esto haya sido la causa del crecimiento mayor. Se observa que el crecimiento en la villa no se ha realizado alrededor del núcleo central, sino que lo ha hecho alrededor de una de las calles de acceso hacia el sur.

En Villa San Isidro- B° Boca del Tigre (Figura 28) el crecimiento posee forma irregular y el crecimiento se realizó en terrenos previamente utilizados para la agricultura, alrededor de calles principales.

Villa Dominguito (Figura 29) también creció a lo largo de los años, y lo hizo hacia el norte, ocupando parte del piedemonte. Aquí el crecimiento se observa alrededor del santuario, el que constituye junto con la unidad de montaña el límite este para el crecimiento.

Finalmente, en el B° Sadop – Bella Vista la expansión se realizó sobre una de las terrazas fluviales del Río San Juan, siguiendo la morfología de la misma (Figura 30).

Esta expansión observada genera el avance de las zonas residenciales sobre áreas rurales productivas rural, generando una disminución en el área de estas últimas. Se advierte, además, que el porcentaje de suelos salinos o con limitaciones de anegamiento, se encuentran rodeando estos asentamientos poblacionales, por lo cual su ocupación residencial o para distintos usos debe considerar estas sobrecargas, a fin de evitar daños en infraestructuras y pérdida de bienes.

Expansión de la zona urbana: Villa Don Bosco.

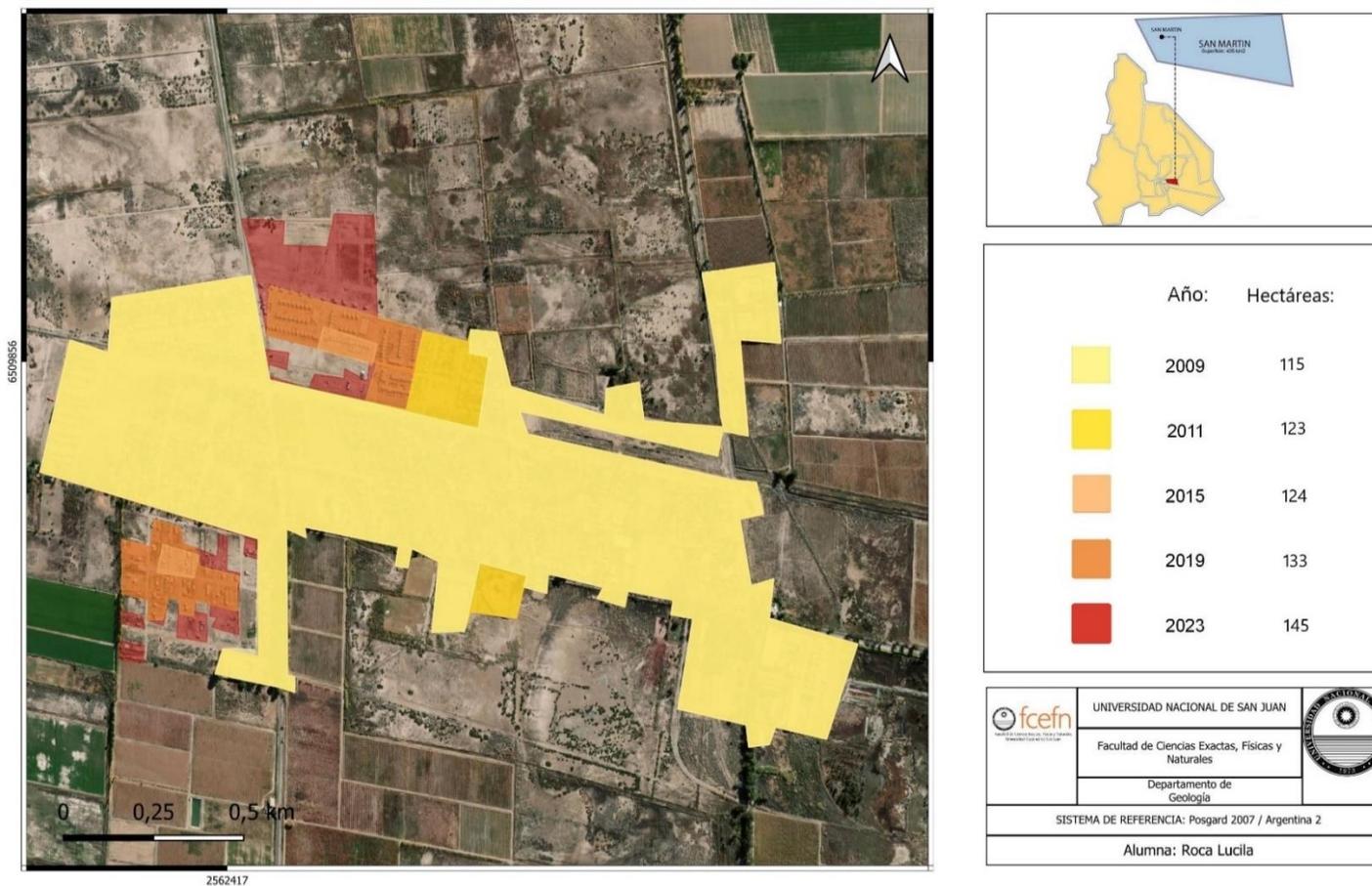


Figura 26: Mapeo de expansión urbana para Villa Don Bosco, los polígonos por colores representan la expansión, en amarillo los primeros asentamientos, en naranja y colores rojizos la expansión en los últimos años.

Expansión de la zona urbana: Villa Lugano - Villa San Martín

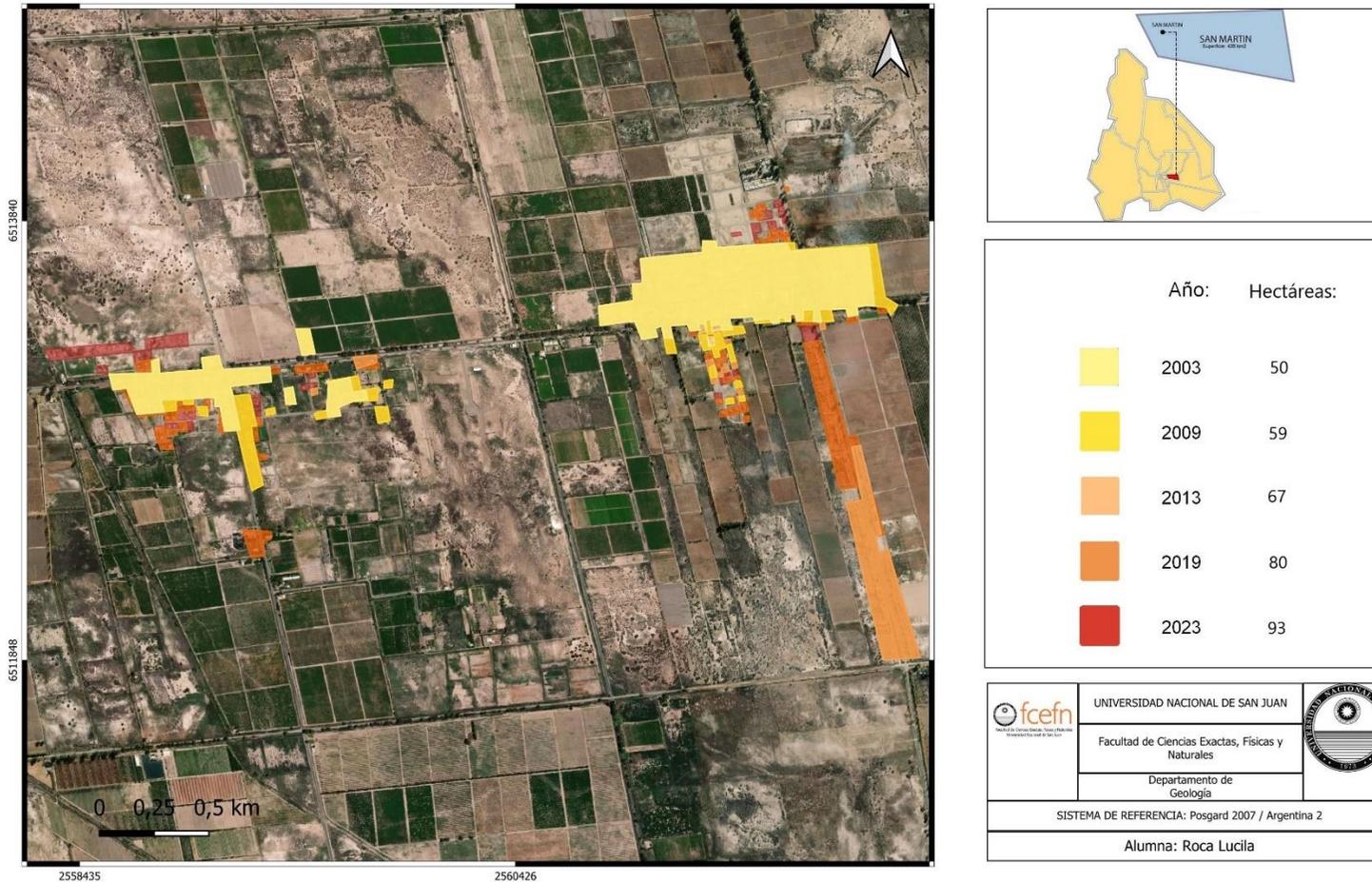


Figura 27: Mapeo de expansión urbana para las localidades de Villa Lugano y Villa San Martín, los polígonos por colores representan la expansión, en amarillo los primeros asentamientos, en naranja y colores rojizos la expansión en los últimos años.

Expansión de la zona urbana: B° San Isidro - B° Boca del Tigre

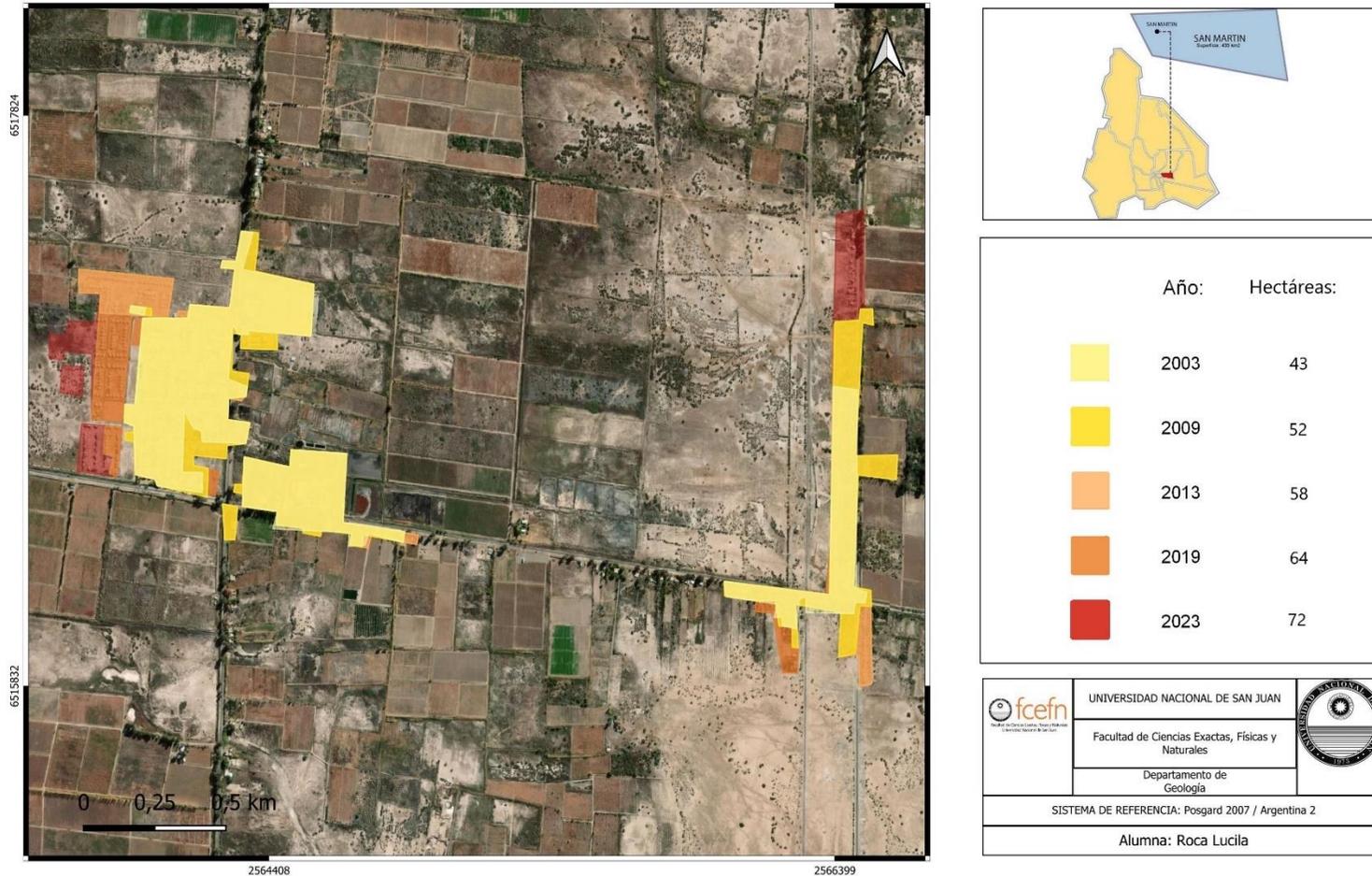


Figura 28: Mapeo de expansión urbana para el B° San Isidro y B° Boca del Tigre, los polígonos por colores representan la expansión, en amarillo los primeros asentamientos, en naranja y colores rojizos la expansión en los últimos años.

Expansión de la zona urbana: Villa Dominguito

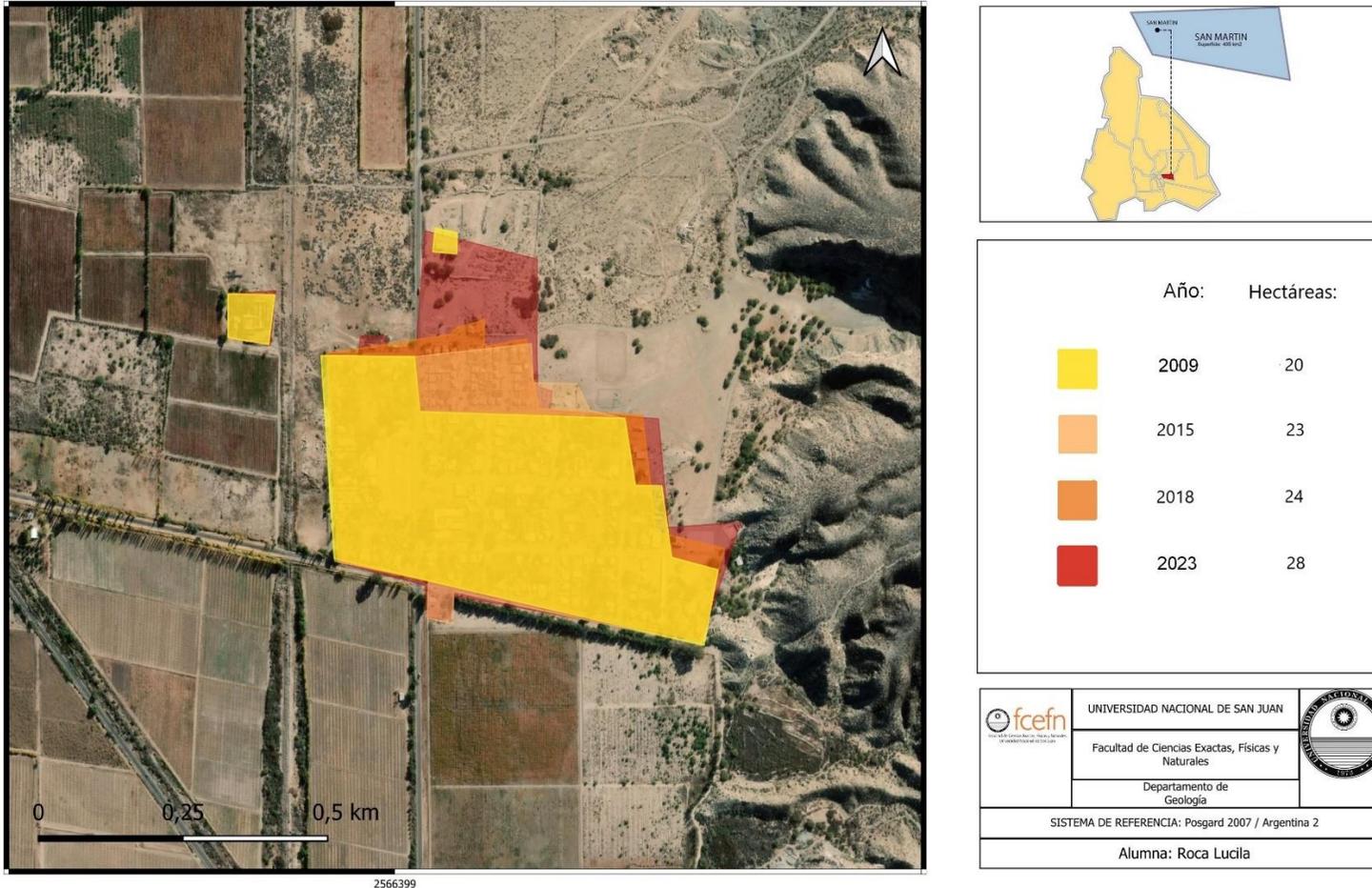


Figura 29: Mapeo de expansión urbana Villa Dominguito, los polígonos por colores representan la expansión, en amarillo los primeros asentamientos, en naranja y colores rojizos la expansión en los últimos años

Expansión de la zona urbana: B° Sadop - Bella Vista

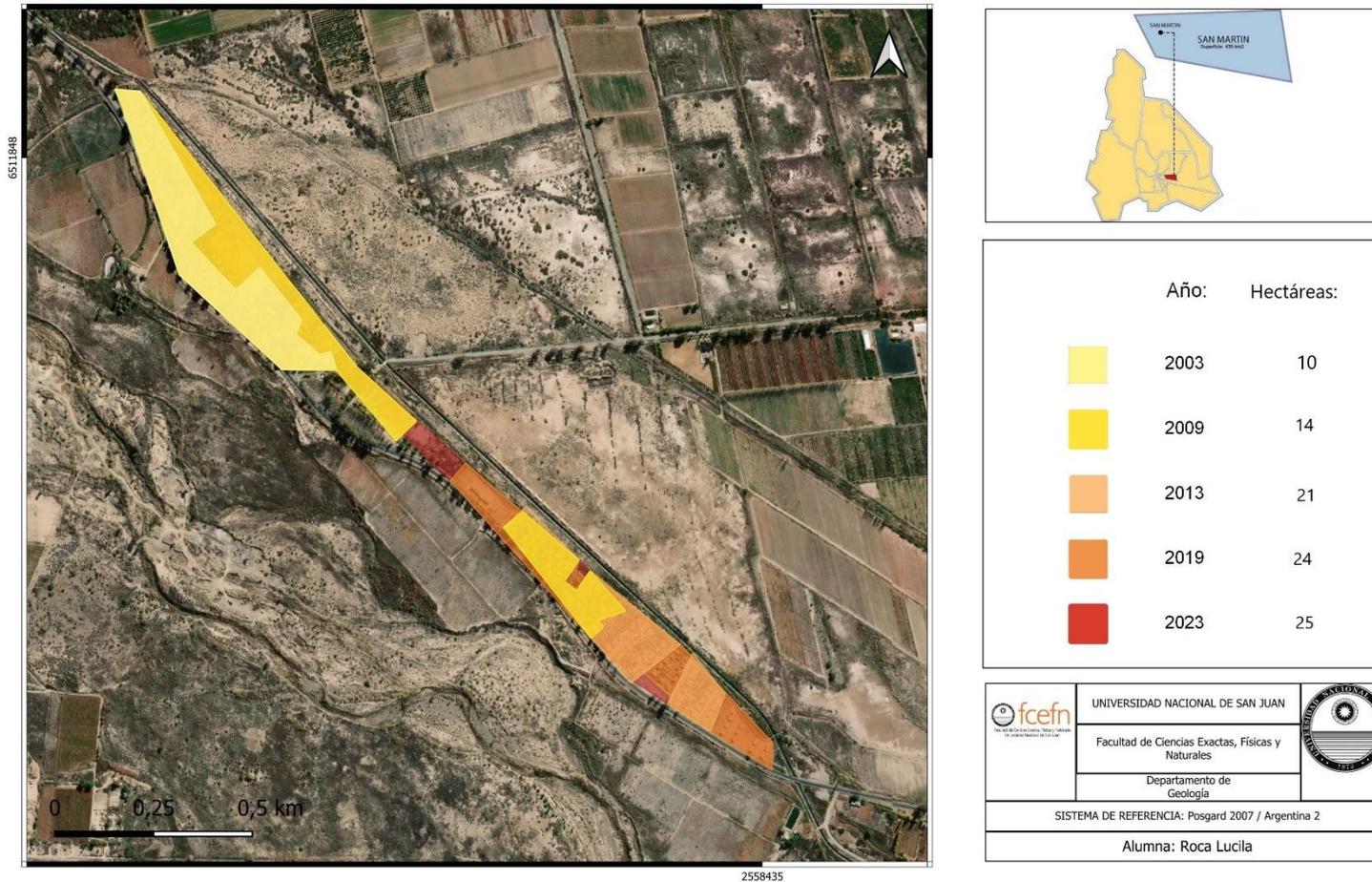


Figura 30: Mapeo de expansión urbana para B° Sadop- Bella Vista, los polígonos por colores representan la expansión, en amarillo los primeros asentamientos, en naranja y colores rojizos la expansión en los últimos años.

Expansión de la zona urbana: B° Dos Acequias

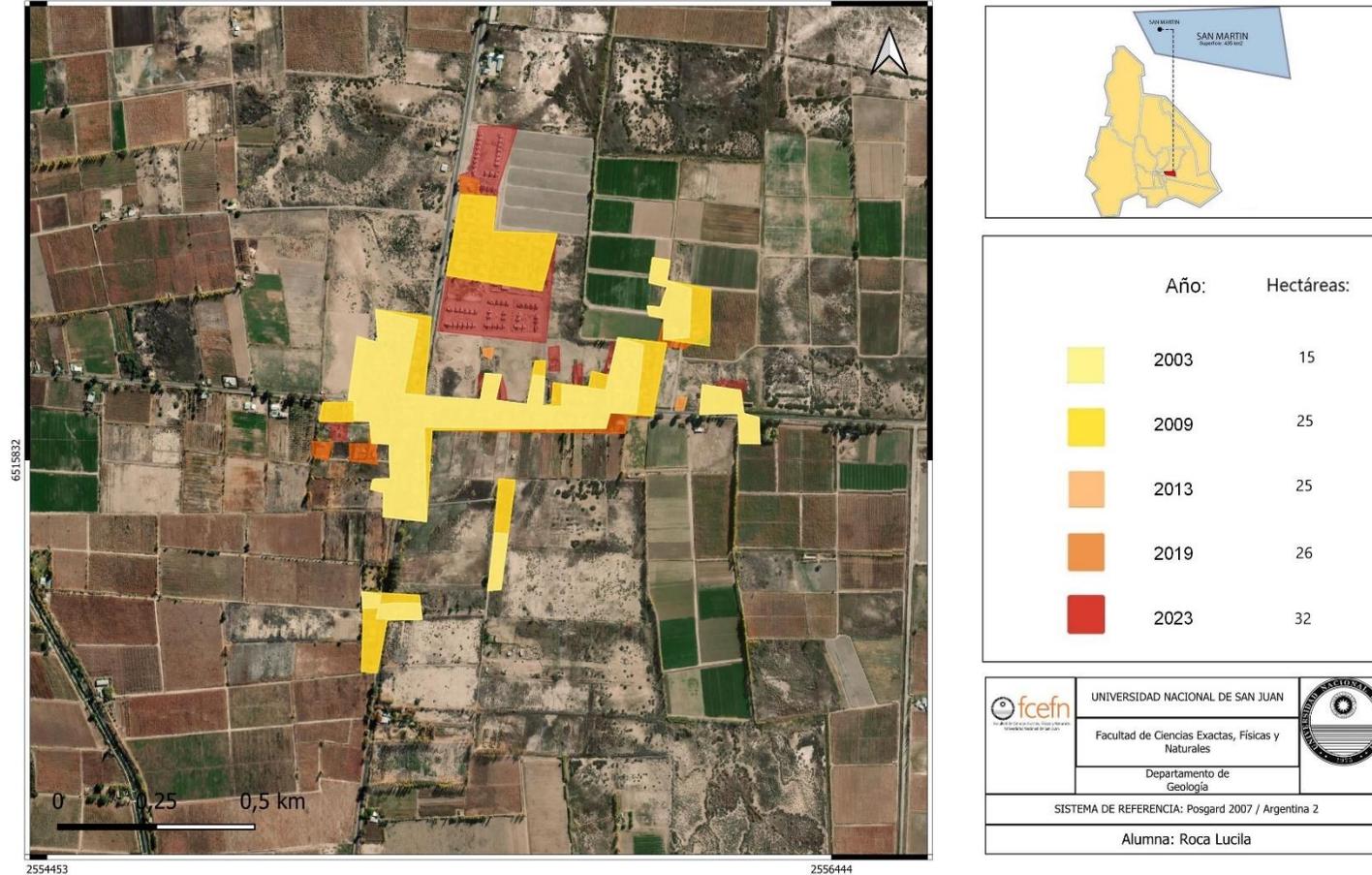


Figura 31: Mapeo de expansión para Dos Acequias, los polígonos por colores representan la expansión, en amarillo los primeros asentamientos, en naranja y colores rojizos la expansión en los últimos años.

4. C- Diagnóstico sectorial

En base al criterio geomorfológico se definieron para la zona de estudio cuatro unidades ambientales (Figura 32): Unidad Montañosa, Unidad Piedemonte, Unidad de Planicie y Unidad Fluvial.

Si bien se conservan los nombres para fines prácticos, desde esta sección dejaremos de utilizar los términos para señalar solo lo estrictamente ambiental, para darle contenido de soporte, e integrar las demás dimensiones territoriales.

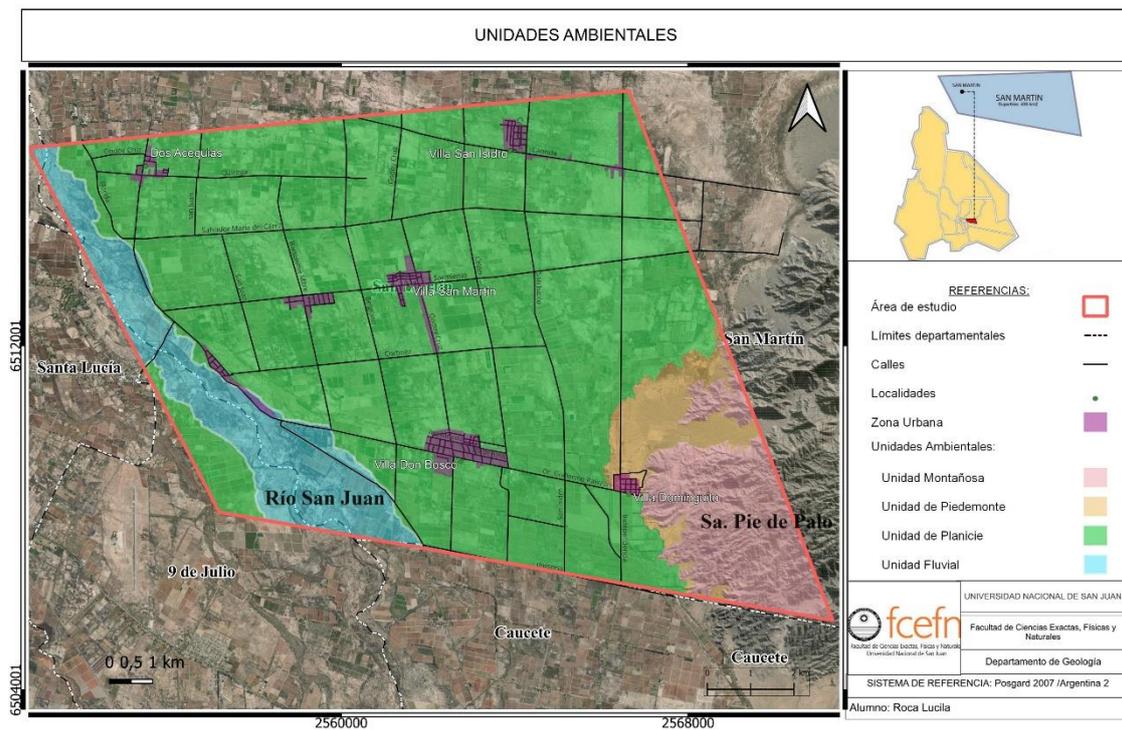
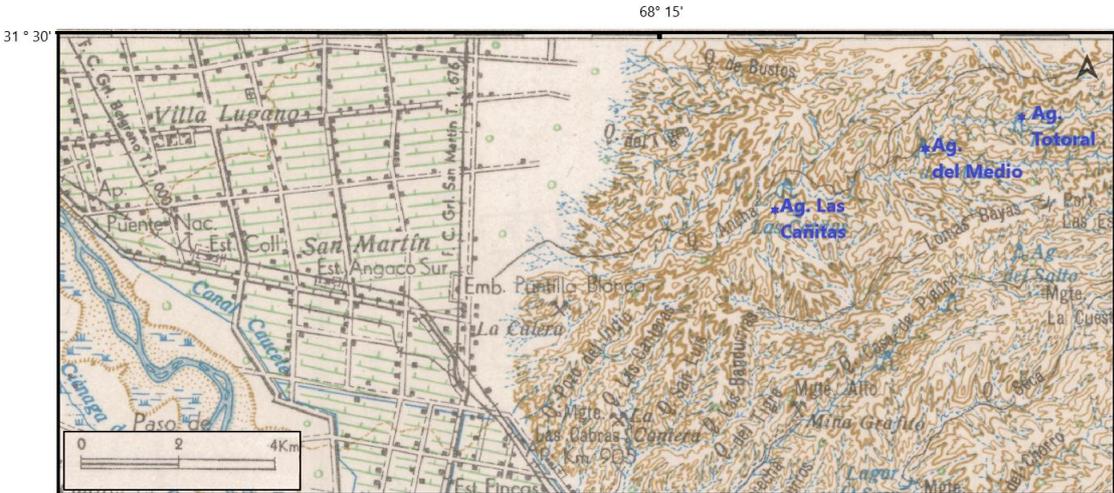
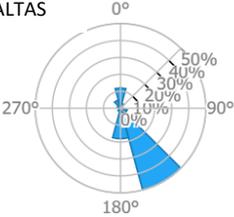
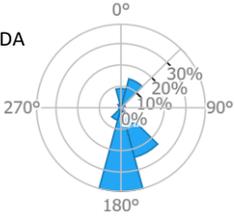


Figura 32: Unidades ambientales o de gestión territorial propuestas.

Para llenar con la información territorial a cada unidad, se presentan las tablas descriptivas, con colores por unidad. En ella se resumen datos ambientales, sociales y culturales, y funcionales de la unidad.

Tabla 5: Diagnóstico sectorial de la unidad Montañosa

UNIDAD MONTAÑOSA	
Dimensión	Síntesis de aspectos fundamentales
AMBIENTAL	<p><i>Agua</i></p> <p>Agua Subterránea: no hay registros accesibles de estudios de agua subterránea para la zona montañosa. Sin embargo, a través de la Hoja 21d – Villa Colón (Carta Geológica SEGEMAR 1967) se observaron mapeadas las aguadas Las Catitas, del Medio y Totoral. Se trata de divertientes naturales de agua (Figura 33).</p>
	
	<p><i>Agua superficial:</i> hay cauces que corresponden a corrientes de aguas temporales. Los ríos circulan por quebradas paralelas entre si formando un patrón de drenaje paralelo típico de zonas de alta pendiente y en donde hay un control litológico y/o estructural con dirección predominante NE- SO (Figura 11). Al llegar al piedemonte la red adquiere un drenaje radial.</p>
	<p><i>Clima</i></p> <p>Clima seco de desierto. El viento en las partes altas de la sierra posee mayor velocidad y proviene principalmente desde el SE y en las quebradas disminuye su velocidad y proviene desde el S mayormente pero también del SE. (https://globalwindatlas.info/es).</p>
	<p>Rosa de la frecuencia del viento Rosa de la frecuencia del viento</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>PARTES ALTAS</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>AREA DE QUEBRADA</p>  </div> </div>
	<p><i>Flora y fauna</i></p> <p>La zona está cubierta por vegetación arbustiva nativa retamos, jarillas, cortaderas y chañares. La fauna está compuesta por especies como zorros, liebres, comadrejas, reptiles y por variadas clases de insectos.</p>

Suelo

La mayoría del territorio está cubierto por afloramientos rocosos de esquistos, filitas, gneis y calizas.

Materiales, procesos y formas

En la unidad dominan rocas metamórficas y sedimentarias con procesos meteorización física por termoclastismo intensos. Se registran procesos de erosión hídrica y otros gravitatorios como caída de detritos y caída de rocas.

Se observan en las quebradas numerosos conos de derrubios en las laderas (Figuras 34 y 35).



Figura 34: a) Caída de rocas y de detritos en las laderas de la Sierra de Pie de Palo.



Figura 35: Caídas de detritos observadas en área de la Quebrada de Weis.

SOCIAL Y CULTURAL

Población, Infraestructura, Equipamientos y Servicios sociales

Esta unidad no presenta población e infraestructuras.

Actividades económicas y usos del suelo

El macizo rocoso es empleado para rocas de aplicación a través de la explotación minera (Figura 36). En los últimos años se trata de explotación minera de ripio común, clasificado y arena lavada, que son usados como materiales para la construcción.

También en el pasado se explotó mármol que era llevado a cabo por la empresa Puntilla Blanca que en el año 1992 extraía del depósito San Ceferino. Actualmente inactiva. Hay yacimientos de grafito actualmente vacantes o caducas (Cardó et al. 2012).

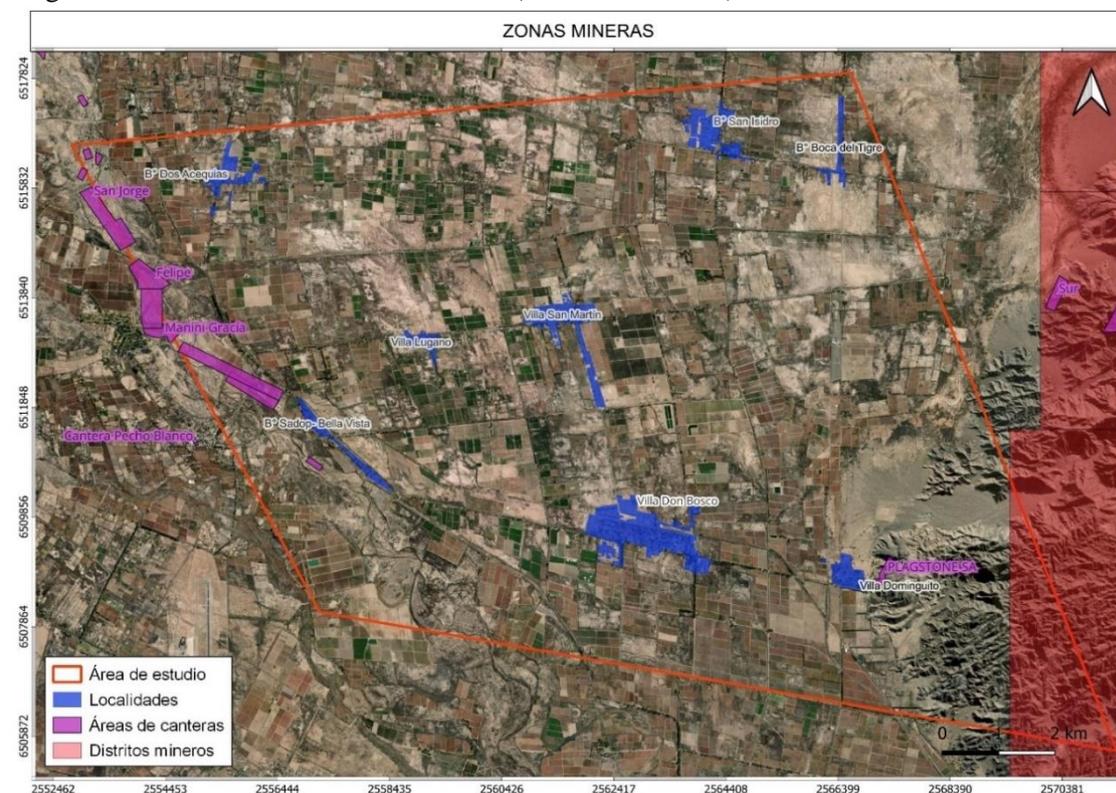


Figura 36: mapa de localización de los distritos mineros en color rojo y áreas pertenecientes a canteras en color violeta. Datos tomados de catastro minero 2023 (<https://datosabiertos.sanjuan.gob.ar/organization/ministerio-de-mineria>).

Deporte y Cultura: festividades, bienes culturales y paisajísticos

En el área denominada “Piedras Pintadas” hay petroglifos que fueron declarados en 2001 como bien patrimonial. Estos indican que la Sierra de Pie de Palo no solo fue fuente de alimento y agua para los antiguos huarpes, sino que también fue depositario de sus rituales (Rusconi, 1947; García, 2021).

Asociado a deportes hay senderos turísticos para hacer trekking.

Por otra parte, la Sierra Pie de Palo es importante para la Geología histórica argentina, ya que representa una de las evidencias de los terrenos más antiguos, es parte de la provincia geológica de Sierras Pampeanas y está constituida por un basamento cristalino asignado al Precámbrico, con diferentes tipos de litología resultantes del diverso grado de metamorfismo y deformación (mármoles, filitas, esquistos, gneises y migmatitas). Las características petrográficas y geoquímicas del complejo Pie de Palo han permitido interpretar al protolito como raíces de una serie de arcos islándicos y corteza oceánica (Ramos et al., 1993) acrecionados por colisión durante la orogenia de Greenville (McDonough et al., 1993). Su conservación e impulso con herramientas como las que hoy permite el geoturismo son valoradas para esta zona.

CANALES DE RELACIÓN

Redes de servicios

La zona no cuenta con un sistema de canales de relación desarrollado. Hay algunas vías de comunicación terrestre que son caminos no consolidados (huellas) para llegar a los lugares de interés. Algunos con mantenimiento debido al uso minero o industrial

UNIDAD DE PIEDEMONTE	
<i>Dimensión</i>	<i>Síntesis de aspectos fundamentales</i>
AMBIENTAL	<p style="text-align: center;"><i>Agua</i></p> <p>Agua Subterránea: está comprendida por la subcuenca Pie de Palo (Joukl, 1970). Se caracteriza por estar integrada por bloques, grava y arena de aluviones del piedemonte. La recarga proviene de la Sierra Pie de Palo y el sentido de circulación es de este a noroeste (Figura 37).</p> <p>Agua superficial: los cauces pertenecen a corrientes de agua temporales. Se caracterizan por formar una red de drenaje del tipo distributivo típico de los abanicos aluviales.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Figura 37: Subcuencas de la zona norte del Valle del Tulum, el recuadro rojo representa el área de estudio. Se puede observar que el piedemonte es ocupado por la subcuenca Pie de Palo (Tomada de Joukl, 1970, Rodríguez, 2019).</p> <p style="text-align: center;"><i>Clima</i></p> <p>El clima es seco del desierto. El viento proviene tanto desde el S como desde el SE. (https://globalwindatlas.info/es). Ha dunas asociadas al agente eólico que evidencian la acción de vientos frecuentes. Localmente se detectan microambientes de mayor humedad, en las zonas distales de los abanicos aluviales, donde hay un crecimiento importante de bosques de árboles nativos.</p> <div style="text-align: right;"> <p>Rosa de la frecuencia del viento</p> </div> <p style="text-align: center;"><i>Flora y fauna</i></p> <p>En cuanto a la flora nativa, en Villa Dominguito se observan zonas con jarillas, retamas, molles, algarrobos, retortuños, tamarindos. Respecto a la fauna la bibliografía menciona zorros, liebres europeas (especie exótica), vizcachas, comadreas, perdices, horneros y jilgueros. Sin embargo en campo solo se han observado en las áreas de bosquecitos gran variedad de aves.</p>

	<p style="text-align: center;"><i>Suelo</i></p> <p>Los suelos de la zona formados a partir de depósitos aluviales son suelos jóvenes, inmaduros, con escaso desarrollo de horizontes pedogenéticos. Se trata de la Serie Pie de Palo, constituida por una sucesión de dos o más capas dentro de los 2 metros de profundidad. Pueden aparecer gravillas en superficie o incluidas dentro del perfil que provienen de rocas metamórficas de la sierra. Este tipo de suelo se caracteriza por limitaciones que son escasas (Liotta, 2012).</p> <p>En algunos sitios presentan una cubierta superficial clasificada como pavimento del desierto (regs) y un suelo desarrollado inmediatamente por debajo. El primer horizonte tiene la particularidad de tener un porcentaje de arena alto, aportado desde el frente de dunas localizado hacia el sur (Médanos Grandes), y bajo contenido de limo-arcilla (Ocaña et al 2009).</p> <p style="text-align: center;"><i>Materiales, procesos y formas</i></p> <p>Los procesos presentes en la unidad se vinculan con los agentes formadores. Las dunas indican procesos de depositación eólica. Los barreales presentan salinización y licuefacción del suelo durante eventos sísmicos. En los abanicos aluviales dominan procesos erosivos y de depositación de sedimentos por acción fluvial.</p>
<p>SOCIAL Y CULTURAL</p>	<p style="text-align: center;"><i>Población</i></p> <p>En la unidad aparece el asentamiento poblacional más oriental del departamento, la Villa Dominguito con alrededor de 656 habitantes.</p> <p style="text-align: center;"><i>Infraestructura, Equipamientos y Servicios sociales</i></p> <p>Al desarrollarse un asentamiento poblacional aparecen algunos servicios: Educativos: Escuela primaria Dominguito en la calle Independencia S/N. Salud: Centro de Atención Primaria de la Salud (Caps) “Ejército de los Andes”. La seguridad ciudadana presenta una Unidad Operativa ubicada en el Complejo Ceferino Namuncurá y posee un servicio de sala velatoria.</p> <p>La Villa Dominguito está formada por unas 18 manzanas distribuida en forma rectangular, con algunas viviendas de adobe y otras de ladrillo en conjuntos de viviendas de interés social (Figura 38). En cuanto su evolución en el tiempo, se observó que para los años 2005 a 2009 las manzanas eran de mayor tamaño como también los lotes correspondientes a cada vivienda. En los últimos años la superficie de los lotes ha disminuido.</p> <p>La villa cuenta con comercios como verdulerías, mercados, lugares asignados para ferias de artesanos y plazas.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Figura 38: a) Plaza principal de la zona. b) Zona residencial de Villa Dominguito.</p>

Actividades económicas y usos de suelo

En la Villa Dominguito se desarrolla actividad comercial y de servicios. En los alrededores domina la actividad agroproductiva de vides, pistachos y actividad forestal (Figura 38 a).

Otro uso que soporta el suelo tienen que ver con la explotación minera de minerales de tercera categoría, como ripio y para materiales de construcción y ornamento, mediante canteras, algunas de ellas se encuentran abandonadas (Figuras 39 b y 40).



Figura 39: a) Plantaciones de Pistachos en piedemonte, b) Ruinas de la Cantera Nacif Weiss donde año a año se celebra el Belén Viviente.



Figura 40: a) y b) Cantera ubicada en piedemonte y modificaciones debido a la actividad extractiva.

Cultura y festividades, bienes culturales y paisajísticos

El turismo religioso y festivo asociado al Complejo Ceferino Namuncurá, formado por el Santuario, un museo y un área recreativa con parrilleros y paseo de los Artesanos es otra de las actividades que cuenta con gran representación para la población (Figura 41). Dentro del complejo se realiza la Fiesta de Ceferino Namuncurá los 26 de agosto de cada año y la peregrinación en honor al santo, partiendo de la Catedral de la Ciudad de San Juan hacia el Complejo Turístico Religioso recorriendo aproximadamente 25 km a pie.

Además se realiza el festival del Barrilete en el mes de julio durante las vacaciones de invierno. Se trata de un concurso provincial impulsado por la municipalidad desde el año 2016. Por último, se celebra La Fiesta del Syrah y la Jarilla y Las Peñas de la Familia.

Dentro del complejo hay un Mirador a 50 m de altura, que es el Observatorio Astronómico Municipal Domingo Faustino Sarmiento.



Figura 41: Complejo Ceferino Namuncurá. a) Vista del ingreso al complejo. b) y c) Monumento a Ceferino Namuncurá. d) Áreas de parrilleros. e) Zona de paseo de artesanos.

En la quebrada de Nacif Weiss se realiza el “Belén Viviente” durante Navidad. Esta tradición surgió como una iniciativa de los vecinos de la zona. La puesta en escena implica la participación de más de 300 personas que realizan el Belén Viviente más grande del país (Plan Estratégico San Martín 2022). Se usa como escenario las infraestructuras que formaron parte de la Cantera Nacif Weiss (Figura 39 b).

CANALES DE RELACIÓN

Redes de servicios

Redes viales: Se localizan dos calles principales pavimentadas para el ingreso a la Villa Dominguito. La calle Dr. Guillermo Rawson (este-oeste) y la calle Independencia (norte-sur) Solo en el área de la Villa hay calles pavimentadas y veredas. En el resto de la unidad hay caminos de tierra para acceder las diferentes fincas, a la Planta de tratamiento de residuos San Martín-Angaco y como caminos terciarios hay senderos para trekking e ingresos a canteras.

Red de agua potable: De acuerdo de IDERA la red de agua potable es administrada por el gobierno municipal.

Red de transporte: Red de transporte denominada Red Tulúm posee la línea 345 comunica la villa Dominguito con el departamento Caucete y la 460 que comunica con Capital

Red de luz: la prestación del suministro eléctrico se encuentra a cargo de la empresa Energía San Juan S.A.

Otras redes de servicios:

Internet: En San Martín, de acuerdo con información provista por ENACOM, en el año 2017 existían 9 antenas de telefonía, de las cuales 2 poseían tecnología 4G (Plan Estratégico San

Martín). También está el servicio de internet inalámbrico y fibra óptica Interredes. Hay telefonía fija y telefonía celular con los servicios de las empresas Movistar, Claro, Personal y Tuenti. No hay red cloacal, los hogares poseen cámara séptica y pozo ciego o solo pozo ciego. Tampoco hay red de gas.

Red de Recolección de residuos: La municipalidad tiene 2 camiones para la recolección de residuos. En el área se ubica el Centro de Procesamiento, Recuperación y Disposición final de residuos sólidos que comprende los departamentos San Martín y Angaco (Figura 42).



Figura 42: a) y b) Planta de Procesamiento recuperación y disposición final de residuos sólidos.

UNIDAD DE PLANICIE	
<i>Dimensión</i>	<i>Síntesis de aspectos fundamentales</i>
AMBIENTAL	<p style="text-align: center;"><i>Agua</i></p> <p>Agua Subterránea: hay dos subcuencas de agua subterránea en la unidad, la Tulum inferior siendo y la Tulum Superior, separadas por las fallas del sistema de fallamiento de Tulum. La subcuenca está integrada por el relleno aluvional cuaternario. El material detrítico, grava, gravilla y arena, que constituyen las formaciones acuíferas y las capas de limo y arcilla son las formaciones acucludas.</p> <p>En cuanto al nivel freático en la zona de planicie, Silicani y Francile (2009) calcularon que un 45% de la freática posee una profundidad entre 0,00 y 1,50 m con respecto al nivel medio del terreno. Los puntos de mayor cota se encuentran al noroeste del área en estudio y disminuyen hacia el SE. Estudios más recientes, De Arriba (2019) indica que el nivel freático en el sector de San Martin oscila entre 9,75 a 8,98 m.</p> <p>Agua superficial: La unidad está influenciada por el río San Juan. Se adicionan una red de riego artificial para distribuir el agua desde el dique de Ullum a través de canales principales y secundarios.</p> <p>En el Pleniglacial Medio el río San Juan formó dos grandes abanicos aluviales. Uno de ellos más extenso se ha desarrollado sobre la planicie. Se identifican en la unidad paleocanales debido a las migraciones del cauce hacia el norte (Suvires, 2014).</p>

	<p style="text-align: center;"><i>Clima</i></p> <p>Clima seco del desierto. Aquí el desarrollo de tormentas de granizo y las heladas constituyen riesgos potenciales para las plantaciones y la economía de los pobladores. Los vientos predominan desde el S y en menor medida del SE. (https://globalwindatlas.info/es). El viento Zonda constituye un importante peligro en esta zona debido a la presencia de árboles de gran altura en todas las calles principales.</p> <p style="text-align: center;"><i>Flora y fauna</i></p> <p>La actividad antrópica ha modificado esta unidad de manera que aparecen arboles implantados, vegetación relacionada a la actividad productiva. Es común observar cañaverales de gran altura vinculados a los canales de riego, estas disminuyen la visión de los canales de riego y la seguridad al transitar. La flora nativa aparece en terrenos baldíos y campos abandonados, generando complicaciones para el uso de estos suelos. En cuanto a la fauna, se encuentran animales para actividades productivas como ganado porcino y caprino, animales domésticos.</p> <p style="text-align: center;"><i>Suelos</i></p> <p>Aparecen en esta unidad suelos de la Serie Mitre, Belgrano, Canal Puntilla y Cortinez. La Serie Mitre posee capas de texturas franco arcillosa a franco arcillo limosa. Son suelos fuertemente salinos sódicos en su estado natural. Como limitaciones, tiene drenaje mediocre y requieren de labranzas verticales profundas para lograr un buen potencial productivo. La serie Belgrano, tiene capas de textura franco-arenosa profundas y son suelos fértiles (adecuada disponibilidad de agua y nutrientes). Limitaciones escasas y de haber vinculadas a fertilidad química (baja disponibilidad de nutrientes para cultivos de alta demanda). En la serie Canal Puntilla las capas poseen textura gruesa franco-arenosa. Son suelos profundos, bien a excesivamente drenados que no ofrecen en general resistencia a la exploración radicular. En cuanto a sus limitaciones presentan una muy baja capacidad de retener agua y nutrientes. La Serie Cortinez son suelos de textura fina sobre arena y generalmente se observa una textura arenosa. En general poseen un drenaje considerado medio e infiltración variable (Babelis, 2014).</p> <p style="text-align: center;"><i>Materiales, procesos y formas</i></p> <p>Los suelos presentan procesos de salinización, peligro de anegamiento y erosión hídrica en áreas de paleocanales. La erosión eólica aparece en algunas áreas más cercanas a la unidad de piedemonte. La acción antrópica es dominante en esta unidad, con procesos de degradación del suelo para actividad de ladrilleras, cambios en el uso del suelo y pérdida de nutrientes por malas prácticas. También suelos sellados por cementación de calles e infraestructuras, incendios y áreas contaminadas por basura. Algunas áreas son susceptibles a la licuefacción del suelo. Además en subsuelo hay fallas tectónicas, con sismicidad asociada.</p>
SOCIAL Y CULTURAL	<p style="text-align: center;"><i>Población: número, estructura y tendencia de crecimiento</i></p> <p>La unidad de planicie según el Censo 2022 alberga 14.910 habitantes (7.491 mujeres y 7.419 hombres). Desde el año 2010 al 2022, hubo un incremento rápido de la población. Se observa en la pirámide (Figura 43) una estructura de población predominantemente joven con una base ancha y cima angosta que dan cuenta de la mayor proporción de la población más joven. Si bien la Villa San Martín es la que concentra las principales funciones administrativas y equipamiento comunitario, no posee diferencias significativas en el número de pobladores que el resto de las localidades. Los asentamientos poblacionales se encuentran muy dispersos entre sí.</p>

Rosa de la frecuencia del viento

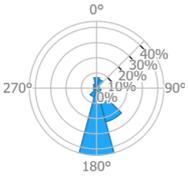




Figura 43: a) Pirámide poblacional de personas por edad y sexo; b) Cantidad de habitantes para cada localidad del departamento San Martín para el año 2010 (Plan Estratégico departamento San Martín 2022).

Infraestructura, Equipamientos y Servicios sociales

Educación: Las escuelas presentan los niveles primario y secundario. No cuenta con niveles superiores (terciarios o universitarios).

En Villa Don Bosco: Escuela Ernestina Echegaray de Andino, Colegio secundario Augusto Pulenta y Colegio parroquial San Juan Bosco.

En Villa Lugano: Escuela Julio Verne.

En Villa San Martín: Escuela Alejandro María de Aguado.

En Dos Acequias: Escuela nocturna Primera Junta y Colegio Nuestra Señora del Carmen. Villa San Isidro: Escuela de Educación especial Crucero Ara General Belgrano, Escuela Juan Larrea y Escuela Antonio Pulenta.

Salud: la zona dispone del hospital departamental Hospital Dra. Stella Molina en Villa San Martín (Figura 43 a) y cuatro Centros de Atención Primaria de la Salud en Dos Acequias CICS Antonio Cordero, en Villa Don Bosco, CAPS Arnoldo Janssen y en Villa San Isidro CAPS Barrio Independencia (Figura 44).

El Hospital Dra. Stella Molina abarca atención ambulatoria médica general, diagnóstico por imagen y laboratorio y en cuanto a los CAPS/CICS son establecimientos donde se brinda un servicio de asistencia sanitaria sin internación.

La seguridad ciudadana está representada por los Bomberos Destacamento N°68 (Dos Acequias), Policía Rural (Villa Don Bosco), Comisaria N°19 (Villa San Martín) y Unidad operativa Policial Dos Acequias (Dos Acequias).



Figura 43: a) Hospital Dra. Estella Molina, Villa San Martín, b) Comisaria n°19, Villa San Martín.

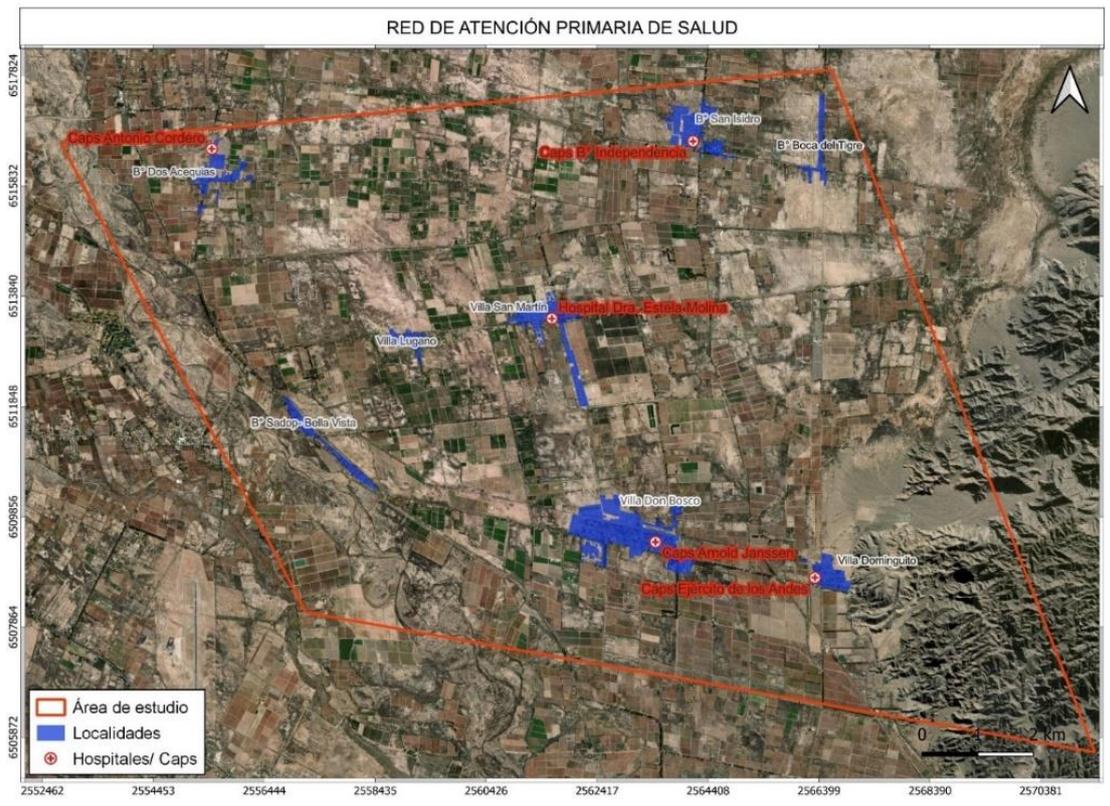


Figura 44: Mapa de ubicación de los distintos centros de salud en el departamento (Datos tomados de IDERA San Juan).

Asentamientos poblacionales, vivienda e infraestructuras

La unidad es soporte de 6 asentamientos poblacionales, identificados como es San Isidro, Boca del Tigre, Villa San Martín, Dos Acequias, B° Sadop - Bella Vista, Villa Don Bosco (Figura 46).

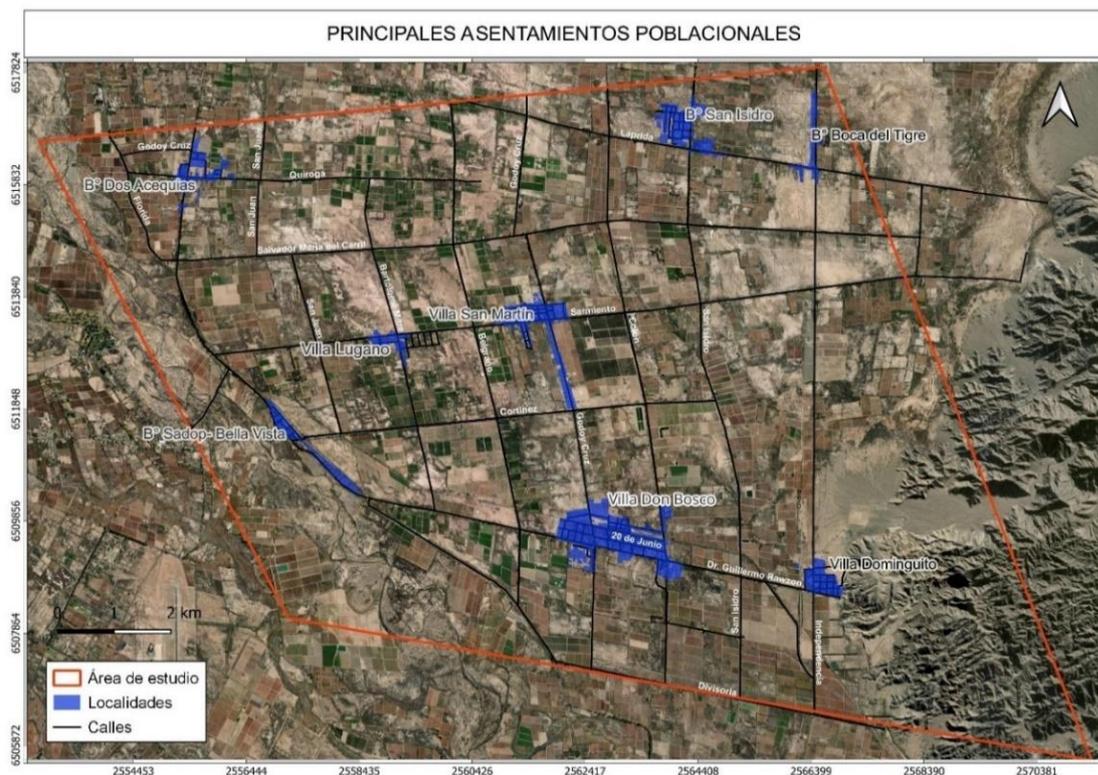


Figura 46: Mapa de principales asentamientos poblacionales en la unidad de planicie.

La Villa San Martín, es la villa cabecera. Es reconocida por los ciudadanos del departamento como la “zona centro”. En ésta, se encuentran el edificio del gobierno municipal, el hospital, el juzgado de paz, el registro civil, la casa de la cultura, sucursal de correo postal y área comercial con kioscos y almacenes, los cuales suelen ser parte de la vivienda donde habitan el propietario y su familia.

En cuanto a servicios financieros, el departamento no cuenta con sucursales bancarias, pero dispone de dos cajeros automáticos.

Posee una configuración espacial que se caracteriza por un centro de servicios reducido y viviendas agrupadas en barrios, inmerso dentro del espacio rural. Los distintos asentamientos se encuentran dispuestos a lo largo de las rutas principales, con canales de riego que acompañan la red vial en alguno de sus márgenes, al igual que árboles de gran altura.

Las áreas residenciales son de baja densidad, y el crecimiento es discontinuo y disperso.

En cuanto al análisis de viviendas por tipo según información provista por el censo 2010 (INDEC 2010) en el departamento existían un total de 2792 viviendas. De las mismas, el 88,72% eran particulares y se encontraban habitadas, el 11,21% eran particulares y se encontraban deshabitadas y el 0,07% de viviendas del tipo colectivas. Dentro de los tipos de vivienda particulares habitadas el 86,96% eran casas, el 11,95% eran ranchos (los cuales poseen métodos de construcción y materiales no adecuados para una zona sísmica como San Juan) y el restante 1,09% de las viviendas lo componían diversas tipologías como casilla, departamento, diferentes tipos de habitaciones e incluso locales que no fueron construidos para ser habitados (Plan Estratégico San Martín 2022).

Entre grupos de viviendas es común la existencia de terrenos baldíos ocupados por vegetación arbustiva. En algunos casos se detectan basurales a cielo abierto.



Figura 47: Zonas urbanas del departamento de San Martín a- Villa Don Bosco. b- y c- Villa San Martín.

Actividades económicas y usos del suelo

Se trata del ecosistema de soporte rural. La actividad económica principal es la agropecuaria. Según el Censo Nacional Agropecuario (2018), las explotaciones agropecuarias para el 31 de diciembre del 2017 en el departamento tenían un valor de 12.319,7 hectáreas. En cuanto a la actividad ganadera Según la Dirección de Control de Gestión y Programas Especiales de SENASA, al año 2018 existían en el departamento 20 establecimientos dedicados a la cría de ganado caprino, porcino, bovino, equino y ovino. De acuerdo al plan estratégico del departamento la superficie era de 3.345 ha. De ellas se destaca el cultivo de frutales vid, olivos, pistachos, ciruelas de 2492 ha (87,97%).

Con relación a la actividad agroindustrial para el año 2020 existían 34 industrias, principalmente de producción vitivinícola con alrededor de 11 importantes bodegas y 10 secaderos de pasas También cuenta con la “Ruta del Olivo” ya que en el departamento es un claro referente nacional en la producción de aceite de oliva de alta calidad. Los que forman parte de esta ruta los establecimientos Agropecuaria El Mistol S.A. y la aceitera Carlos Cámpora. Otra actividad industrial es la de fabricación de ladrillos. De las bodegas asociadas a la actividad productiva la Bodega Augusto Pulenta forma parte de la “Ruta del Vino”, circuito turístico donde se puede observar y conocer el desarrollo y el funcionamiento de la actividad vitivinícola de la provincia de San Juan.



Deporte y Cultura: festividades, bienes culturales y paisajísticos

El equipamiento deportivo pertenece a infraestructuras municipales y clubes privados, permitiendo en su conjunto la práctica de diferentes disciplinas. En San Isidro se localiza el Club Sportivo San Isidro y Club Atlético San Martín, en Dos Acequias el Club Sportivo del Carril y Club Angaqueros del Sud y por último en Villa Don Bosco el Club Atlético Peñaflor, Club Atlético Divisoria Central y Estadio cerrado Marta Orellana.

Como espacios de esparcimiento y tiempo libre formales se presentan el Camping Municipal Dos Acequias, espacios verdes como plazas públicas y parques.

Sobre la cultura y festividades, en Villa San Martín hay una Casa de la Historia y la Cultura (Figura 47 a). El edificio cuenta con sala de cine y teatro. También tiene sala de exposiciones y aulas talleres aptas para el desarrollo de distintos tipos de actividades culturales como teatro, danza, música, pintura y fotografía.



Figura 48: a) Casa de la Historia y la Cultura ubicada en Villa San Martín; b) Parroquia de San Juan Bosco.

También hay una serie de bibliotecas populares como Biblioteca Popular María Auxiliadora en Dos Acequias, la Biblioteca Popular Padre Elías Briggiler en La Puntilla y Biblioteca Padre Carlos Barbero en San Isidro.

Como actividades culturales ligadas a la actividad agroproductiva se desarrollan eventos de doma de potros, carreras de caballos, la yerra, entre otros.

Las fiestas populares están representadas por los “Carnavales de la Familia”

En cuanto a la parte artesanal, se destaca Patricia Rosalía Cásivar por su calidad de manufactura en elementos típicos como es el saco crudo, camino de mesa y broche.

La religiosidad se manifiesta a través de templos religiosos. La Capilla de San Isidro Labrador, en el Barrio Independencia, se puede encontrar una imagen tallada en madera del Santo, traída por los inmigrantes españoles hace más de un siglo.

La Parroquia de San Juan Bosco (Figura 48 b) se inició en el año 1933 y en 1935, gracias a donaciones de vecinos y de una de las principales bodegas de la zona, se levantó una pequeña ermita que dos años después fue reemplazada por una capilla. En el año 1944 el gran terremoto que azotó a la provincia dejó el templo en ruinas, salvándose únicamente la imagen de San Juan Bosco. A partir de este hecho milagroso es que la comunidad religiosa interpreta que la nueva capilla que se levantaría sería en honor al santo. Mediante donaciones también se construyó la escuela nocturna y un salón que funcionó como cine, teatro y capilla. El “Cine Don Bosco”, fue el único cine del departamento, que era utilizado no solo por la población de la zona sino también por los habitantes de Caucete, Angaco, 9 de Julio y 25 de Mayo.

Otras instalaciones históricas en el departamento es la Escuela Juan Larrea en San Isidro inaugurada durante la presidencia de Domingo Faustino Sarmiento, la misma sirvió como herramienta de integración social de los inmigrantes que se instalaron en el departamento.

La Bodega Augusto Pulenta, un edificio de valor patrimonial ya-que comenzó a construirse en el año 1901.

La red ferroviaria presente, como las estaciones de trenes de San Martín fueron un eje de desarrollo de la actividad agroindustrial y entorno a las estaciones de tren donde los vagones realizaban sus paradas se desarrollaron distintos poblados tanto dentro del sistema de transporte de pasajeros como el de transporte de cargas. En la actualidad estas estaciones han quedado en desuso, pasando a ser parte el patrimonio material local. Las mismas son: Los Angacos, Puntilla Blanca y La Puntilla (Plan estratégico San Martín 2022).

Redes de servicios

CANALES DE RELACIÓN

La red vial del departamento posee conexión con el área metropolitana de San Juan a través de la Ruta Provincial N° 119, de dirección E-O para luego acceder a la ciudad cruzando el departamento de Santa Lucía por la calle Av. Libertador o Roque Sáenz Peña.

También atraviesan el áreas la RP170 con dirección N-S y comunica parte Oeste de San Martín con Angaco. La RP127 de dirección E-O comunica Villa Don Bosco con Villa Dominguito y la RP 246 comunica parte sureste de San Martín con Caucete (Figura 49)

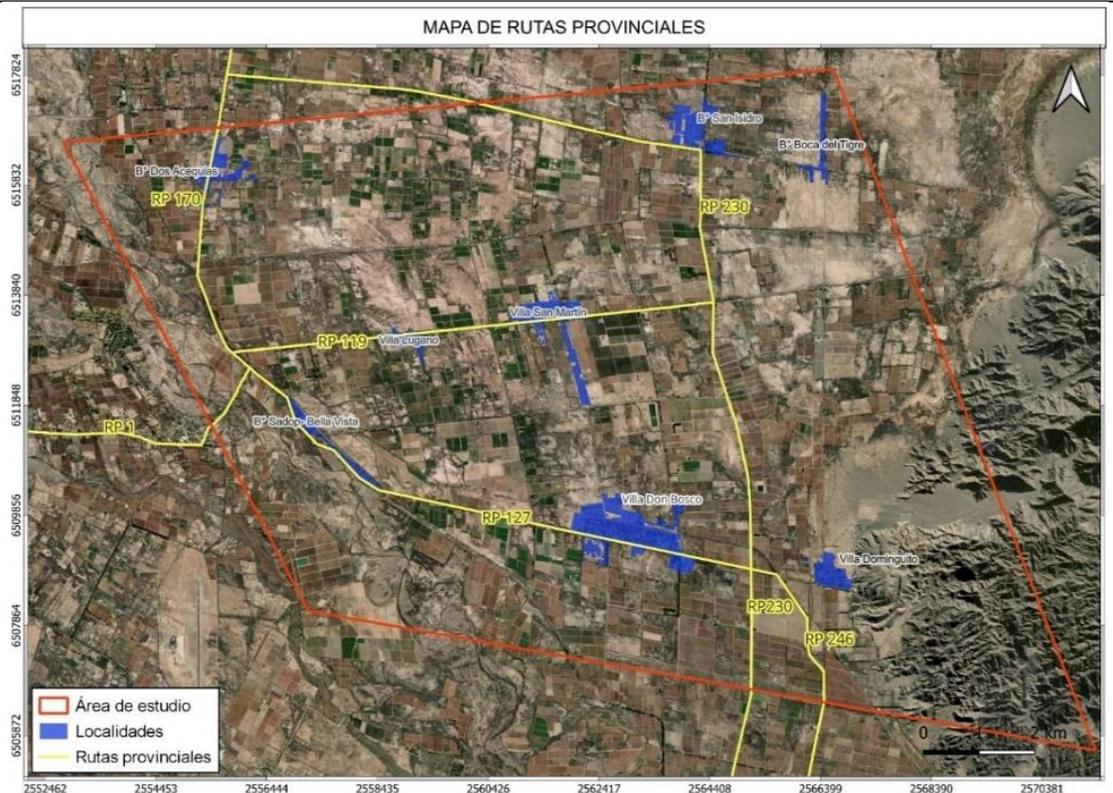


Figura 49: Mapa de rutas provinciales que atraviesan el departamento San Martín (Datos tomados de IDERA).

Los asentamientos están estructurados por vías de circulación primaria y secundaria. En función a datos aportados por la Dirección Provincial de Vialidad, de los 322,82 km del total departamental, 146,11 km se encuentran pavimentados, 133,09 km de los conectores están materializados con ripio mejorado, 35,82 km son de tierra y restan abrir 7,80 km de calles.

En cuanto a la movilidad intradepartamental se presentan sólo tres calles de Pavimento / Ripio mejorado (Dr. Guillermo Rawson, Sarmiento y Salvador María del Carril) que permiten poder cruzar todo el área de E-O y de N-S seis calles (Dr. Guillermo Rawson, Belgrano, Godoy Cruz, Colón, San isidro e Independencia).

La red de agua potable (Figura 50) está a cargo de Obras Sanitarias Sociedad del Estado (OSSE). San Martín pertenece a la Región I y su sistema de suministro de agua se estructura a partir de 8 plantas potabilizadoras en el departamento distribuidas en las distintas localidades.

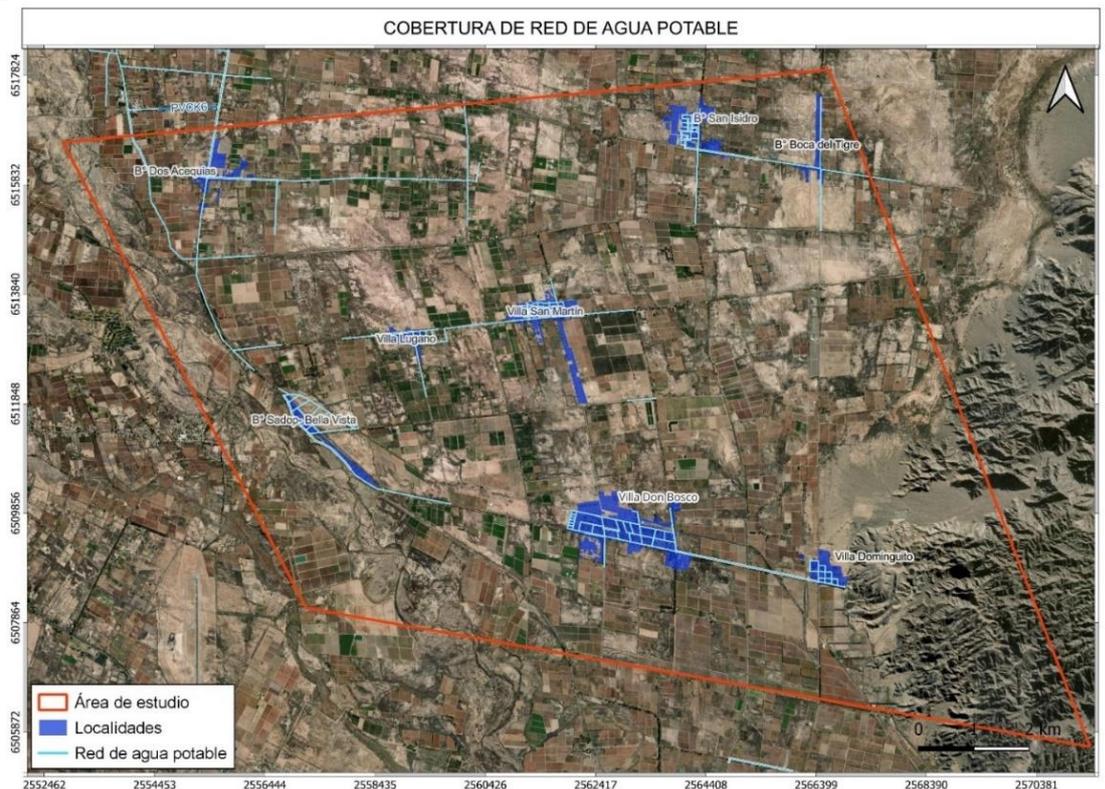


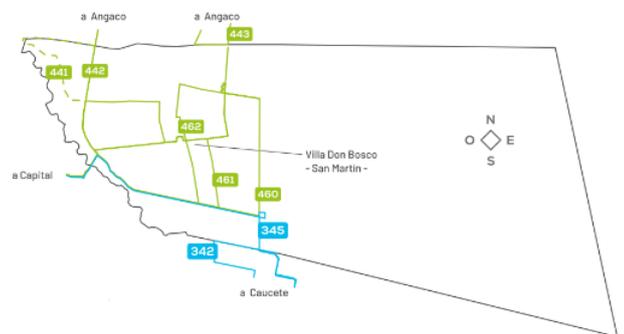
Figura 50: Mapa de cobertura de red de agua potable. Realizado a partir de información tomada de IDERA.

La red de transporte público desde el año 2021 Red Tulum. En el área brindan sus servicios las líneas: 354, 442, 443, 460, 461 y 462.

La red de luz es un servicio público y se encuentra a cargo de la empresa Energía San Juan S.A

Otras redes:

La red de riego se conforma a partir de canales matrices, principales, secundarios y terciarios y ramos comuneros como el Canal Matriz. El Canal Matriz conduce el agua al dique Partidor San Emiliano, el que deriva el agua por medio de compuertas a tres canales principales siendo el que corresponde al departamento el Canal del Norte. La red de riego de San Martín está representada por 76 km de canales impermeabilizados y 0,8 km de canales de tierra. La distribución del agua en el departamento se realiza de acuerdo con turnos establecidos por la Junta Departamental de Riego (Plan estratégico San Martín, año 2022). Además hay un sistema de drenes (Figuras 51 y 52).



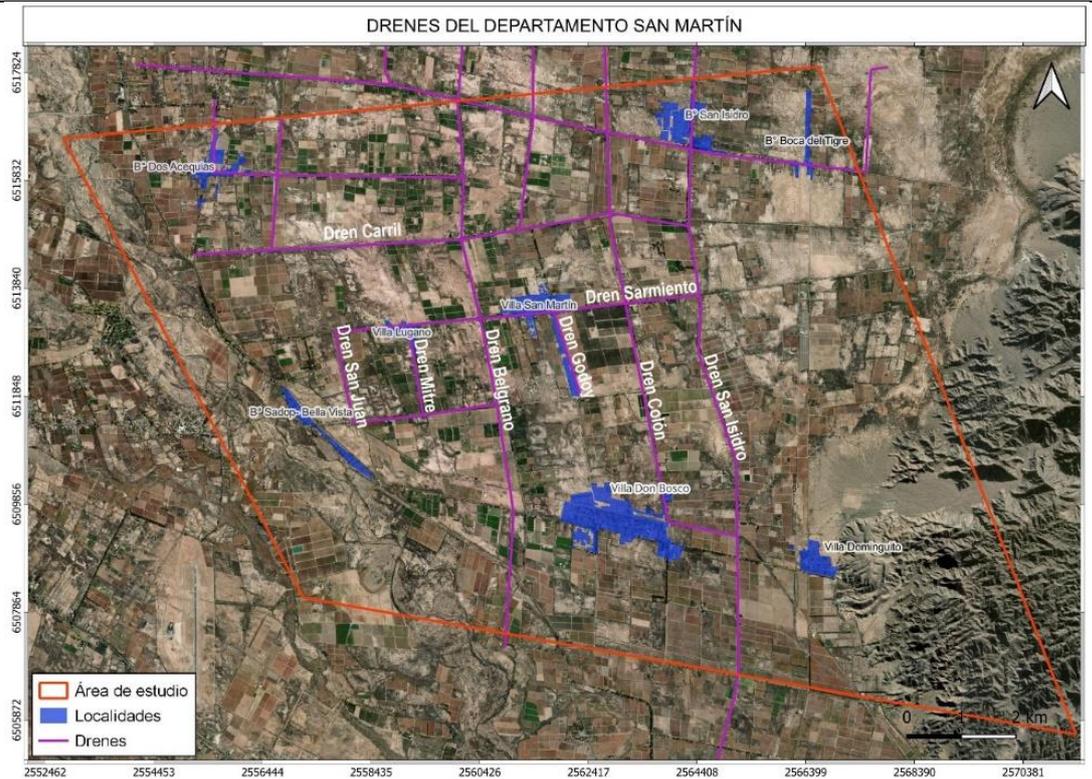


Figura 51: Mapa de drenes existentes hasta el momento dentro del área de estudio en el departamento de San Martín (Datos tomados de IDERA).



Figura 52: a) Mapa de canales de hidráulica en el departamento San Martín, realizado a partir de información tomada de IDERA. b) fotografía de canal principal ubicado en inmediaciones del B° Bella Vista.

Sobre las redes de comunicación, en San Martín el servicio de Internet, está cubierto por 9 antenas de telefonía, 2 de ellas con tecnología 4G (ENACOM). Las áreas con mejor cobertura celular (de 4G) se encuentran en las inmediaciones de Villa San Martín, Villa Don Bosco y Villa Dominguito, mientras que en las demás áreas es muy escasa. Según fuentes del gobierno municipal el departamento cuenta en áreas con fibra óptica, en las zonas de calle Godoy entre calle Sarmiento y Rawson.

Del Censo Nacional del año 2010, se puede observar que en el departamento de San Martín solo el 14,43% de los hogares poseía instalación de línea fija. Los servicios de telefonía celular son prestados por las empresas Movistar, claro, Personal y Tuenti. El servicio de telefonía celular en el departamento de San Martín en el 85,50% de los hogares alguna de los habitantes poseía telefonía celular.

La red cloacal (Figura 53) solo abarca una parte de Villa Don Bosco y de Villa San Martín. Los hogares presentes en los demás asentamientos poseen cámara séptica y pozo ciego.

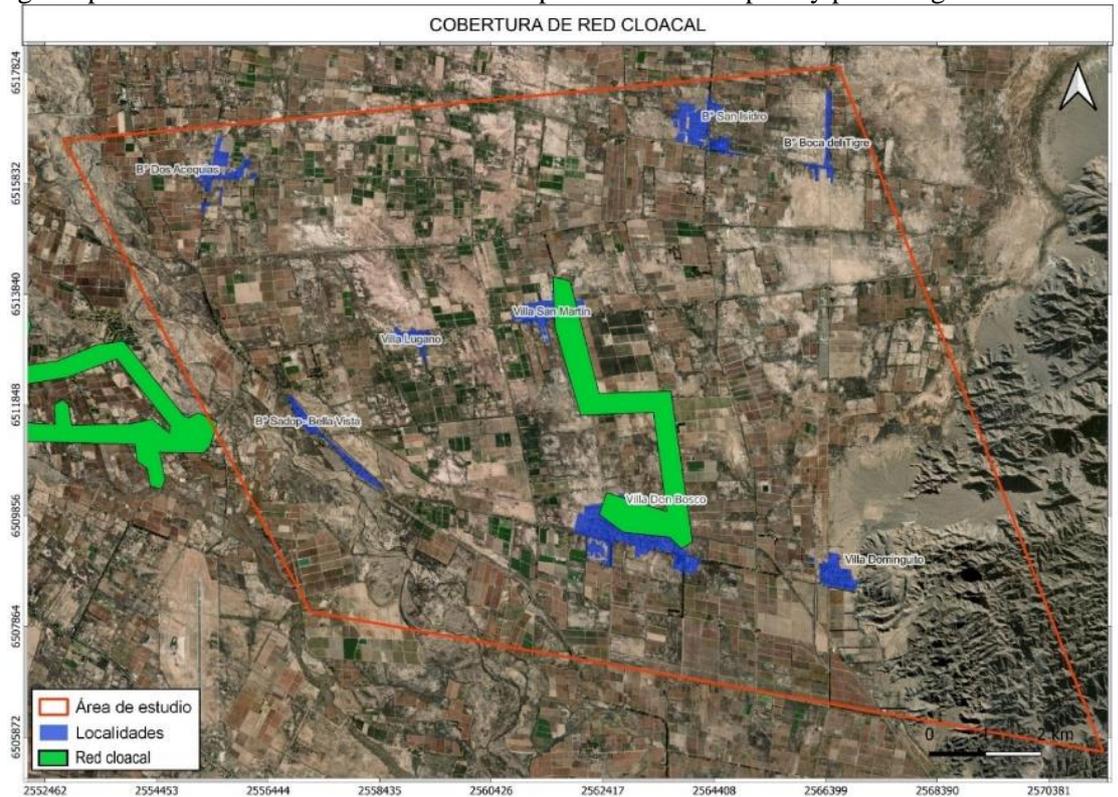


Figura 53: Mapa de canales de red cloacal en el departamento San Martín. Realizado a partir de información tomada de IDERA.

El departamento no posee red de gas natural, se utiliza gas en garrafa, en tubo y el resto de los hogares utilizaban otros tipos de combustibles.

Para la red de recolección de residuos, el municipio cuenta con 2 camiones compactadores, que redirigen los residuos a la planta de tratamiento situada al este de la región

UNIDAD FLUVIAL	
<i>Dimensión</i>	<i>Síntesis de aspectos fundamentales</i>
AMBIENTAL	<p style="text-align: center;"><i>Agua</i></p> <p>La unidad fluvial está vinculada al Río San Juan. Sus componentes son canales activos e inactivos, meandros abandonados, llanura de inundación, barras y niveles de terrazas. El río actúa como recarga del acuífero subterráneo. En esta zona el agua subterránea está relacionada al subálveo del río. El caudal medio del río San Juan para octubre de 2023 fue de 28,50 m³/s (Departamento de Hidráulica 2023). Hay épocas del año en el que no circula agua por el cauce que atraviesa el departamento debido a la existencia de obras reguladoras de caudales aguas arriba.</p> <p style="text-align: center;"><i>Clima</i></p> <p>Clima seco de desierto de la región, aunque la posición topográfica más baja y la vegetación generan condiciones ambientales particulares. Los vientos que predominan desde el S y en menor medida del SE. (https://globalwindatlas.info/es)</p> <p style="text-align: center;"><i>Flora y fauna</i></p> <p>La zona fluvial alberga hierbas en el cauce del río San Juan debido a la textura fina, areno-limoso. Aparecen freatófilas de <i>Prosopis</i> spp. y de sauce criollo (<i>Salix humboldtiana</i>) sobre los suelos con la napa freática poco profunda o sobre las riberas de los cursos de agua permanentes. Sobre suelos</p> <div style="text-align: right;"> <p>Rosa de la frecuencia del viento</p> </div>

	<p>arenosos salobres aparecen pastizales o prados de efímeras. La presencia de árboles genera hábitat para numerosas aves en este ambiente, además entre los distintos niveles de las terrazas crecen cañaverales, que son hábitat de lagartijas, arácnidos, insectos y roedores. Se destacan arboledas como el espacio protegido Tres Puentes.</p> <p>Algunos espacios han sido ocupados por plantaciones de vides, como son algunas barras del río.</p> <p style="text-align: center;"><i>Suelo</i></p> <p>La unidad forma parte de los suelos del Complejo Fluvial, de texturas variables con altos contenidos de gravas y gravillas. Constituye el actual cauce del río San Juan, arroyos y terrazas bajas e intermedias.</p> <p style="text-align: center;"><i>Materiales, procesos y formas</i></p> <p>Los materiales característicos de los depósitos fluviales son arena, limo, arcilla y gravas que han sido transportados y depositados por el río.</p> <p>La erosión y de sedimentación son dos procesos principales en las unidades fluviales. La degradación por actividad antrópica es muy notable, representada por desniveles topográficos, pendientes bruscas, depresiones y montículos.</p> <p>Si bien los procesos de inundación son propios de estos ambientes, el control del río por obras hidráulicas y los largos periodos de sequía han generado que esta peligrosidad haya sido olvidada en el pensamiento colectivo de las comunidades. Históricamente las grandes inundaciones generadas por el Río San Juan fueron causa del traslado de la primera Ciudad de San Juan, por ejemplo, arrasada a fines de 1593 por una inundación.</p>
<p>SOCIAL Y CULTURAL</p>	<p style="text-align: center;"><i>Población Infraestructura, equipamientos y servicios sociales</i></p> <p>En la terraza superior del río se sitúa la localidad Barrio Sadop- Bella Vista con 734 habitantes (censo 2010). Se observan dos concentraciones de casas separadas por el Camping Municipal de San Martín. Se disponen en el terreno bordeando el cauce del Río San Juan. Se observa en este caso que la ubicación sigue el patrón de terraza fluvial.</p> <p>La zona cuenta con la Escuela Autonomía Ciudad de Bailen.</p> <p style="text-align: center;"><i>Deporte y Cultura: festividades, bienes culturales y paisajísticos</i></p> <p>Dentro de la unidad fluvial se ubican el área de la costanera (Figura 54 a y b) y el Camping Municipal del Departamento San Martín. Estos lugares están provistos de arboledas y son espacios para recreación.</p> <div data-bbox="391 1265 1557 1713" data-label="Image"> </div> <p>Figura 54: a) y b) Espacios verdes sobre la costanera del Río San Juan; c) Puente que une el departamento de San Martín con el de Santa Lucía. Hacia la derecha se ubica el nuevo y a la izquierda el viejo.</p> <p>La zona cuenta con el paisaje protegido “Tres Puentes” que representa unas 40 ha de la unidad fluvial. En su centro se ubica una pequeña laguna debido a la freática del Río San Juan. Fue creado para recuperar la zona adyacente al Puente de Alto de Sierra y disponer de un pulmón verde para San Juan.</p> <p>El Puente de Alto de Sierra (Figura 53 c) fue traído en 1988 desde Inglaterra para permitir una mejor conexión con ciertas zonas de la provincia, éste fue el primero en unir de forma segura los</p>

	<p>departamentos de San Martín y Santa Lucía. El puente consistía una gigantesca estructura para la época, de 224 m de extensión con pisos de durmientes de quebracho colorado (con el paso de los años este piso fue reemplazado y mejorado). En el año 2012 se reemplazó por otra estructura (Plan Estratégico San Martín 2022).</p> <p style="text-align: center;"><i>Actividades económicas y usos del suelo</i></p> <p>Las actividades desarrolladas sobre él son la actividad minera extractiva de ripio de los depósitos de barras del río, también presentan algunos emprendimientos agrícolas de vides olivos y frutales sobre las terrazas fluviales. Una pequeña porción es utilizada para la ubicación de la zona urbana. La unidad soporta las redes de conexión como son los puentes que permiten la conectividad.</p>
<p>CANALES DE RELACIÓN</p>	<p style="text-align: center;"><i>Redes de servicios</i></p> <p>Las redes viales están conformadas por la RP1 que comunica el departamento de Santa Lucía con San Martín y que se caracteriza por la presencia de puentes que cruzan la unidad y comunica ambos departamentos.</p> <p>Red de agua potable está presente en todas las villas y es asistido a través de Obras Sanitarias Sociedad del Estado (OSSE).</p> <p>La red de transporte a partir del 2022 se denomina Red Tulum y la línea que cruza la unidad es la 442 (Figura 55).</p> <div data-bbox="667 887 1267 1393" data-label="Image"> </div> <p>Figura 55: Parada de red Tulum, B° Sadop.</p> <p>La prestación del servicio público de suministro eléctrico se encuentra a cargo de la empresa Energía San Juan S.A.</p> <p>Otras redes de servicios:</p> <p>La red de servicio de Internet y telefonía celular está cubierta por 9 antenas de telefonía, 2 dos de ellas con tecnología 4G (ENACOM), en la cual brindan servicios las empresas Movistar, claro, Personal y Tuenti.</p> <p>La zona no presenta cobertura de red cloacal.</p> <p>Al igual que el resto de la región la recolección de residuos se encuentra a cargo de la municipalidad.</p>

4. D - Diagnóstico integrado

1. CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA UNIDAD AMBIENTAL

De la lectura de la tabla de capacidad de soporte (Tabla 6) surge la aptitud, capacidad o característica especial que tiene la localidad para su desarrollo, qué es lo que la hace especial, lo propio del territorio. Como una marca que le permite impulsar un proceso de desarrollo específico.

- La unidad montañosa posee vocación para el desarrollo de actividades culturales y científicas y proveedora de recursos minerales. Es incompatible con infraestructuras de urbanización.
- La unidad de piedemonte tiene como vocación actividades de conservación y regeneración de la naturaleza y es también compatible con la generación de infraestructuras como canales de relación, redes de conexión, redes de servicios, algunas industrias limpias.
- En cuanto a la planicie aluvial su vocación está representada por actividades sociales, es el soporte residencial y de servicios, con todas las infraestructuras relacionadas.
- La unidad fluvial tiene como vocación actividades de conservación y regeneración de la naturaleza, así como soporte de canales de relación como los puentes. Es incompatible para urbanización, industrias debido a la sobrecarga de peligrosidad que posee.

Son incompatibles para todas las unidades, la instalación de basurales a cielo abierto y los vertidos tóxicos sin tratamiento. El vertido de residuos tóxicos, en la superficie y tiene un potencial contaminante alto y puede suponer un grave riesgo para la salud humana y para el medio ambiente. Requieren un tratamiento especial donde se cambian las características o composición de los residuos y se logra que dejen de ser peligrosos, además es necesario posteriormente llevarlos a la planta de disposición final que es el último destino que se les da a los residuos peligrosos luego de ser tratados para ser depositados en repositorios adecuados y definitivos.

Los basurales a cielo abierto están prohibidos debido a que, al no contar con suelo impermeabilizado, resultan un foco de contaminación, tanto por la generación de líquido lixiviado como por la emisión de gases de efecto invernadero.

2. VALOR AMBIENTAL

La valoración obtenida a través de la tabla 7 para cada unidad ambiental conforma un valor cuantitativo, basado especialmente en las características y atributos de cada unidad y teniendo en cuenta las distintas actividades que estas pueden soportar.

Estos valores se expresan gráficamente en la Figura 55. Se observa donde se concentra el patrimonio natural que debe conservarse o protegerse, derivando en la medida de lo posible, las actividades más agresivas hacia las zonas de menor valor. En cierto modo este mapa de valor representa una primera aproximación a la capacidad de soporte del medio físico, aunque no es suficiente y se necesitan mayores estudios.

Se concluyó que la unidad ambiental con mayor valor es la planicie aluvial. Se destaca que en la tabla de valores de muy alto a bajo, el bajo no significa que se carece de valor, sino que en la evaluación es la unidad donde la sumatoria de los criterios es la menor del grupo.

Tabla 7: TABLA DE DIMENSIONES, CRITERIOS Y ESCALAS DE VALORES

Evaluación de criterios Unidades ambientales	Ecológico	Científico / cultural	Paisajístico	Productivo	Funcional	TOTAL
Montañosa	4	5	5	3	1	18
Piedemonte	5	5	3	4	5	22
Planicie aluvial	5	5	3	5	5	23
Fluvial Actual	5	3	3	4	5	20

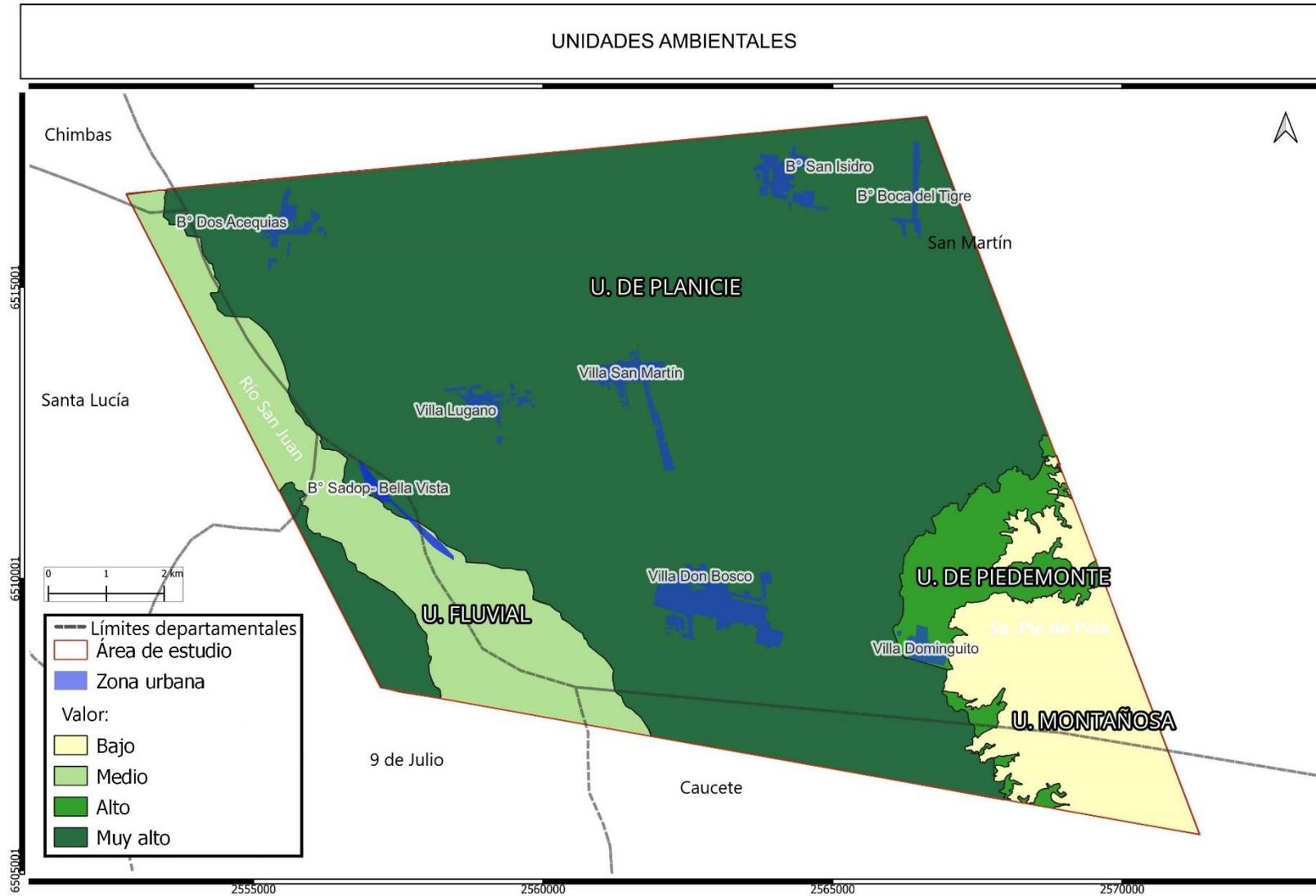


Figura 55: Valor ambiental de las unidades.

Descripción del valor asignado para cada criterio en las distintas unidades ambientales:

Unidad montañosa

- 1) Ecológico: valor 4 debido a la presencia de aguadas, fauna y flora nativa.
- 2) Científico cultural: valor 5 debido a la importancia de la Sierra Pie de Palo en la geología Histórica. Representa una de las evidencias de los terrenos más antiguos de la Argentina es parte de las Sierras Pampeanas y está constituida por un basamento cristalino asignado en general al Precámbrico, con diferentes tipos de litología resultantes del diverso grado de metamorfismo y deformación (mármoles, filitas, esquistos, gneises y migmatitas). También su valor arqueológico es muy alto por la presencia de petroglifos de los Huarpes en el área denominada el Piedras Pintadas, que bajo la ley Ley N°: 7185 las manifestaciones rupestres serán consideradas “Monumento Histórico, Artístico, Sitio Histórico y Sitio Arqueológico”.
- 3) Paisajístico: valor 5, representa un mirador natural desde donde se puede observar todo el valle de Tulum y el sistema de sierras.
- 4) Productivo: no tiene suelos con calidad agroecológica, pero si otros usos muy importantes como el minero y turístico, por eso el valor 3.
- 5) Funcional, servicios urbanos y rurales: se le asigna valor 1 como soporte de las actividades humanas.

Unidad piedemonte

- 1) Ecológico: se le asigna un valor 5 (muy alto) por la presencia de bosques nativos, relacionadas con este hábitat de avifauna. Aunque estos bosques han quedado bastante disminuidos debido al avance de la frontera agrícola lo que genera una percepción de menor valor entre los habitantes.
- 2) Científico cultural: Se le asignó un valor 5 (muy alto) por contar con el Complejo Ceferino Namuncurá formado por un santuario, un museo y un observatorio Astronómico. Además, se ubican restos de canteras que representan parte de la historia de la zona. Actualmente es utilizado como escenario para el evento denominado Belén Viviente.
- 3) Paisajístico: Valor de 3. Porque desde la unidad se destacan vistas privilegiadas. Sin embargo, al norte, hay áreas degradadas por actividades antrópicas, la zona alberga en su cercanía a la planta de RSU que posee prácticas como quema de basura afectando con olores y humo el aire, existen jaurías de perros en los alrededores, e insectos que actúan sobre el aire e impiden circular con normalidad. A sur hay degradaciones por extracción de material minero y numerosos basurales a cielo abierto.
- 4) Productivo: Se le dio un valor de 4 debido a que en esta área es buena tanto para la extracción minera de ripio como también por sus suelos para la actividad agrícola.

- 5) Funcional, servicios urbanos y rurales: Aunque no presenta facilidades para las actividades humanas no tan completos en esta área, el valor de 5 se debe al papel de la unidad en el ecosistema como zona de retención de agua y control de avenidas provenientes de la Sierra de Pie de Palo.

Unidad de Planicie

- 1) Ecológico: Valor de 5 (muy alto) debido a la presencia de acuíferos de gran importancia para la disponibilidad de agua para el desarrollo económico y social. Presenta suelos de buena calidad, productivos.
- 2) Científico cultural: valor asignado como 5 (muy alto), debido a que en esta unidad transcurre la vida social de los habitantes y representa el soporte de las actividades socio-culturales, se ubican elementos de sensibilidad social. Asimismo, aquí se encuentran infraestructuras como bibliotecas y escuelas, templos y algunos elementos del patrimonio como las estaciones del tren.
- 3) Paisajístico: Se asignó valor 3. El paisaje posee una alta modificación con relación a sus características originales, dominando la ruralidad. Las zonas más urbanizadas dentro de la unidad se disponen barrios conectados por calles con grandes arboledas y canales de riego en sus márgenes. Los campos productivos ofrecen geometrías propias de las prácticas agrícolas. Entre los asentamientos también aparecen suelos incultos, terrenos baldíos cubiertos por arbustos, en algunos casos utilizados como basurales a cielo abierto.
- 4) Productivo: Se asignó valor 5 por la calidad agroecológica del suelo, clima local, presencia de agua.
- 5) Funcional, servicios urbanos y rurales: se asignó valor 5 por el papel de la unidad para el desarrollo de las actividades humanas, aquí se emplaza toda la red de servicio, canales de relación e infraestructura socio-económica.

Unidad fluvial

- 1) Ecológico: valor asignado de 5, debido a la función ecológica dentro del sistema hidrológico del río San Juan.
- 2) Científico cultural: Valor de 3,5. presencia del Parque Protegido Tres Puentes.
- 3) Paisajística: Valor de 3, posee alto grado de degradación de los espacios fluviales. Altamente modificado por la actividad minera, también se es usado por las poblaciones cercanas como basural y maquinarias en desuso.
- 4) Productivo: Valor de 4. La calidad agroecológica del suelo es alta. Posee recursos para materiales de construcción. Posee un microclima debido a su posición topográfica.

- 5) Funcional, servicios urbanos y rurales: se asigna valor 5 por la presencia del canal de relación (puente) como instrumento de conexión primordial para la conectividad. Además, es un área de recarga de los acuíferos y de control de inundaciones.

A partir de los mapas obtenidos (Figura 56), se observa rápidamente que tanto el criterio productivo, sí como en el criterio funcional tienen los valores más altos en la unidad de planicie, ya que es precisamente la zona donde se localizan los asentamientos humanos, también se le asignaron valores altos en la unidad de piedemonte y en la fluvial, ya que estas áreas son importantes para la población. El valor en el paisajístico domina en la unidad montañosa. Por su parte, el valor ecológico y el científico-cultural cuenta con valores altos para más de una unidad.

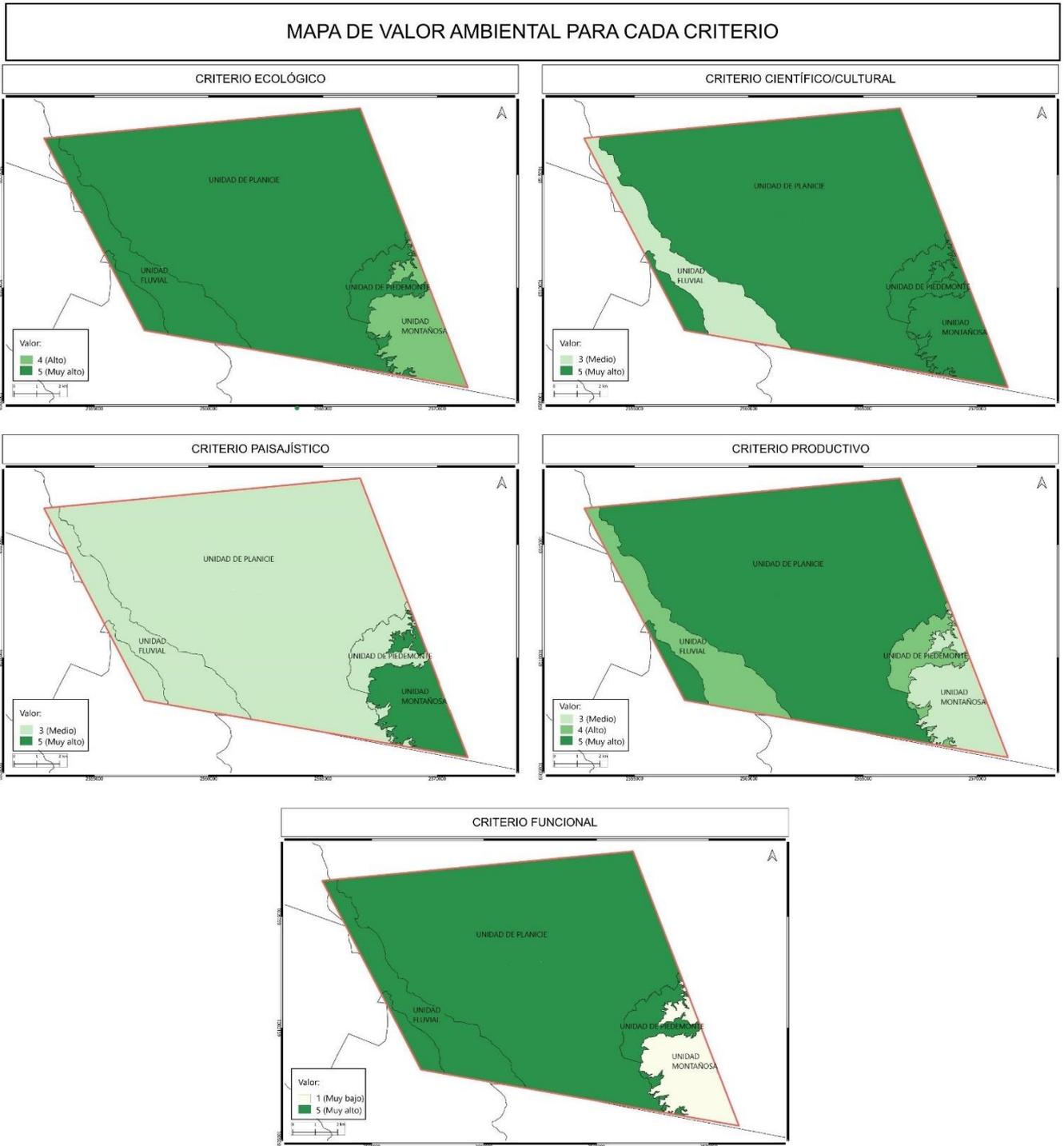


Figura 56: Mapas de valor ambiental para cada criterio.

3. MATRIZ DAFO

Los resultados de las matrices DAFO para cada unidad ambiental se presentan en las tablas 8, 9, 10 y 11.

Tabla 8: Matriz DAFO para la Unidad Montañosa.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Riqueza de especies (flora y fauna). • Presencia de recursos arqueológicos. • Belleza del paisaje, entendido éste como la expresión externa y perceptible del medio. • Presencia de elementos singulares adecuados para la práctica de esparcimiento y recreación al aire libre (miradores y circuitos). • Presencia de recursos minerales explotables (mármol y ripio). • Importancia científica de la unidad: geología de Pie de Palo. 	<ul style="list-style-type: none"> • La existencia de normativas relacionadas al medio ambiente (Ley de bosques, áreas de conservación, etc.) • La existencia de instrumentos de gestión ambiental previstos en la Ley N°: 7185 donde las manifestaciones rupestres serán consideradas “Monumento Histórico, Artístico, Sitio Histórico y Sitio Arqueológico” y acorde a lo establecido en los Incisos A-3, B-1 y B-3 del Artículo 3° de la Ley Provincial N° 6.801 que regula la protección del patrimonio cultural y natural de la provincia. • Se valoran los recursos de la unidad con la ejecución de miradores, circuitos y demás infraestructuras que permita las actividades de recreación. • La preocupación visible de pobladores y dirigentes por el futuro del departamento. • La demanda de espacios libres y de esparcimiento y recreo al aire libre por parte de la población. • La existencia de instrumentos de gestión ambiental previstos por el Ministerio de Minería. • Oportunidad de empleos asociado a los recursos minerales presentes.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de agua en cantidad y estudios relacionados a su búsqueda. • Ocupación y consiguiente degradación de yacimientos arqueológicos por mal comportamiento humano. Depredación y vandalismo de recursos arqueológicos. • Degradación de los yacimientos arqueológicos a causa de procesos naturales, por ejemplo, erosión, meteorización, sismicidad, PRM, etc. • Dificultad de acceso a los diferentes sitios de esta unidad. • Se localizan diversos peligros naturales: sismos, caídas de rocas, deslizamientos, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Degradación y contaminación del entorno por actividades extractivas (canteras) que no adoptan precauciones en cuanto a su localización, a los procesos de extracción, acondicionamiento y acopio de los productos, y a la restauración ambiental de los espacios afectados • Inestabilidad de los ingresos municipales ante la inestabilidad económica del país. • Aumento del turismo y degradación del ambiente por desconocimiento y falta de control. • Baja educación ambiental de la población. • Falta de aplicación política ambiental y cultural existente. • Falta de datos, protocolos de actuación y concientización al visitante. • Falta de señalización de senderos turísticos e información del entorno ambiental. • Detonaciones asociadas a la actividad de las canteras que pueden desencadenar PRM (caídas de rocas y deslizamientos). • Aumento de la caza furtiva de guanacos, pumas y zorros.

Tabla 9: Matriz DAFO para la Unidad de Piedemonte.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Clima y suelo favorable para la diversificación agrícola. • Existencia de conocimientos y experiencia local sobre cultivos y actividades agrarias. • Biodiversidad de flora y fauna localizada en algunas zonas de la unidad. • Territorios que conservan sus condiciones naturales. • Recursos minerales explotables: áridos. • Presencia de un acuífero subterráneo. • Topografía apta para generar diferentes accesos y áreas de miradores. • Presencia de un santuario y en sus alrededores de un complejo (con camping, paseo de artesanos, etc). • Existencia de vientos que podrían estudiarse y evaluarse para el potencial energético eólicos de la región. • Presencia de un núcleo rural con servicios básicos. • Presencia de una planta de procesamiento de residuos urbanos sólidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • El gran potencial vitivinícola y de olivos de la región permite otorgar un alto grado de conservación de los suelos y ubicar a la zona como una gran productora de vinos y aceites. • Producción de calidad. • La existencia de instrumentos de gestión ambiental. • La demanda de espacios libres y de esparcimiento y recreo al aire libre por parte de la población. • Incorporación de áreas protegidas a la unidad. • Práctica de motocross y ciclismo. • Turismo religioso y festivo asociado al Santuario Ceferino Namuncurá. • Amplios territorios libres (suelos incultos).
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Degradación del entorno por actividades extractivas que no adoptan precauciones en cuanto a su localización, a los procesos de extracción, acondicionamiento y acopio de los productos, y a la restauración ambiental de los espacios afectados. • Contaminación de las aguas superficiales por todo tipo de residuos. • Para utilizar el suelo disponible se necesita una alta inversión económica. • Contaminación de acuíferos subterráneos por pozos negros, fosas sépticas, etc. • Contaminación de acuíferos subterráneos por infiltración de fertilizantes y productos fitosanitarios utilizados en la agricultura intensiva. • Presencia de basurales a cielo abierto incontrolados, ofreciendo una imagen de suciedad y degradación y originando efluentes que acaban contaminando los suelos y las aguas subterráneas. • Equilibrio inestable entre el consumo de agua y el potencial acuífero de la cuenca durante la estación seca. • Abandono de tierras agrícolas y desertificación. • Degradación de la fertilidad de los suelos por falta de rotación de cultivos y otras prácticas inadecuadas. • Ausencia de redes de gas y cloacas. • Suelos con procesos erosivos, • Quema de basura en la planta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de rentabilidad o dificultad para encontrar mano de obra. • Condiciones socioeconómicas conflictivas del país (tendencias preocupantes de desempleo, aumento de precios de insumos). • Baja educación ambiental de la población. • Aumento del turismo sin conciencia ambiental y degradación del ambiente. • Ruido y degradación del suelo asociado al motocross. • Inestabilidad de los ingresos municipales ante la vulnerabilidad de la economía nacional. • Ausencia de políticas energéticas.

Tabla 10: Matriz DAFO para la Unidad de Planicie.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Clima y suelo de elevado potencial para la producción agrícola. • Existencia de conocimientos y experiencia local sobre cultivos y actividades agrarias. • Áreas con condiciones de ruralidad preservadas. • Existencia de gran cantidad de patrimonio cultural. • Recursos minerales explotables: suelos arcillosos para la fabricación de ladrillos. • Presencia de elementos singulares adecuados para la práctica de esparcimiento y recreación al aire libre. • Presencia de agua subterránea y superficial. • Desarrollo de la vida social y cultural de la población. • Sistema de asentamientos y canales de relación, infraestructuras, equipamientos y servicios sociales. 	<ul style="list-style-type: none"> • La existencia de instrumentos de gestión ambiental y territorial (permisos para industrias, zonificación de catastros y procedimientos en DPDU Dirección de Planeamiento y Desarrollo Urbano). • El municipio presenta 2da lo que le da por ejemplo la posibilidad de disponer de cierta cantidad de fondos mayores a uno de una categoría inferior. • Políticas públicas destinadas a atender desastres naturales (asistencia económica frente a contingencias climáticas) al sector agrario, acceso a créditos y programas (como por ejemplos Programas de Mejora de la Red de Riego, Tecnificación del sistema de riego, jornadas de capacitaciones técnicas. Etc.) • El hecho de que el país sea deficitario en producción de vides y olivos, lo que permite defender la dedicación de los suelos buenos a la producción agrícola. • Cultivos rentables y de exportación. • Turismo asociadas a la ruta del vino y del olivo. • Demanda de espacios libres y de esparcimiento por parte de la población. • Existencia de la Mesa del Agua.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Degradación del entorno por actividades extractivas. • Degradación de la fertilidad de los suelos por falta de rotación de cultivos y otras prácticas inadecuadas. • Deforestación como consecuencia en cambio del uso del suelo. • Contaminación de acuíferos subterráneos por infiltración de fertilizantes y productos fitosanitarios utilizados en la agricultura intensiva. • Contaminación de acuíferos subterráneos por pozos negros, fosas sépticas, etc. • Presencia de basurales a cielo abierto incontrolados ofreciendo una imagen de suciedad y degradación y originando efluentes que acaban contaminando los suelos y las aguas superficiales y subterráneas. • Equilibrio inestable entre el consumo de agua y el potencial acuífero de la cuenca durante la estación seca. • Nivel freático fluctuante. • Épocas con déficit hídrico. • Presencia de gran cantidad de suelos salinos. • Proceso de licuefacción presente en la unidad. • Desertificación. • Migración de la gente joven hacia otros departamentos por ausencia de educación universitaria. • Derivación de urgencias hacia hospitales de la región metropolitana. • Ausencia de red de cloacas y gas. • Grandes distancias entre un asentamiento y otros. • Pérdida de prácticas culturales, históricas del departamento por escasos registros de la historia social de la zona. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inestabilidad de los ingresos municipales ante la vulnerabilidad de la economía nacional (aumento de precio de insumos, etc.) • Falta de rentabilidad o dificultad para encontrar mano de obra para las actividades agrícolas. • No hay ofertas de educación superior y la existente se encuentra en el área metropolitana de San Juan, lo cual obliga a los estudiantes a movilizarse hacia otros departamentos. • Bajo porcentaje de población joven. • Cambio climático y sequias. • Deficiente manejo de los recursos hídricos. • Baja educación ambiental de la población. • Crecimiento urbano sobre áreas de suelos productivos. • Múltiples asentamientos poblacionales separados a grandes distancias. • Incompatibilidad de actividades localizadas en una misma zona, falta de zonificación que colabore en el desarrollo del territorio. • Parque industrial en medio de zonas urbanas.

Tabla 11: Matriz DAFO para la Unidad Fluvial.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • La potencialidad del medio para la implantación de parques protegidos. • Recursos minerales explotables: materia prima para la construcción • Área de recarga de acuíferos • Topografía apta a partir de diferentes niveles de terrazas para generar diferentes áreas de miradores y paseos. • Vías naturales de circulación y drenaje frente a posibles inundaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • La existencia de instrumentos de gestión ambiental • Posibilidad de desarrollo de costanera para beneficio ambiental y social. • Reforestación. • Forestación. • Recreación. • Deportes. • Actividades de investigación en torno al recurso hídrico.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Degradación ambiental (suelo, flora, fauna, ecosistemas, paisaje) a consecuencia de la localización incontrolada de desarrollos urbanísticos legales y/o ilegales dentro de las terrazas fluviales. • Degradación del complejo fluvial debido a la ocupación de vivienda en márgenes y zona inundable de numerosos tramos de ríos. • Degradación del entorno por actividades extractivas, ripieras que no adoptan precauciones en cuanto al número, su localización, medidas de restauración ambiental de los espacios afectados. • Contaminación de acuíferos por pozos negros, fosas sépticas, etc. • Contaminación de acuíferos por infiltración de fertilizantes y productos fitosanitarios utilizados en la agricultura intensiva. • Presencia de basurales a cielo abierto dentro de la unidad fluvial. • Deforestación y consiguiente desencadenamiento de procesos erosivos como consecuencia de la plantación y práctica de cultivos en zonas de fuerte pendiente. • Deficiente manejo de los recursos hídricos. • Agua en poca cantidad. • El riesgo de inundación que afecta a la población localizada en las terrazas más bajas y en el cauce del río. • Proliferación de vectores (roedores, insectos) por acumulación de basura, olores por descomposición, paisaje degradado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades extractivas que alteran el sistema fluvial y lo modifican. • Grandes excavaciones para la extracción del material generan impacto en el paisaje y pueden resultar en peligros para la población. • Pérdida de la biodiversidad. • Existencia de niveles de ruido elevados (por la presencia de máquinas asociadas a las canteras). • Falta de aplicación de las normativas existentes. • Inundaciones catastróficas por ruptura de diques a causas de distintos factores (como por ejemplo sismos).

ZONIFICACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO

Como conclusión de las etapas anteriores, la zonificación tiene por objetivo ubicar las actividades socio-económicas, atender las amenazas y peligros identificados, disminuir las dificultades/conflictos encontrados y que podrían ocurrir en el territorio y mejorar la calidad ambiental.

La zonificación consiste en dividir al territorio en diferentes áreas o zonas con usos específicos (como residencial, comercial, industrial, de conservación, etc).

Al asignar usos específicos a diferentes áreas se evita la mezcla incontrolada de actividades y se promueve un desarrollo más ordenado y coherente. Esto permite una mejor planificación tanto de la infraestructura como de los servicios; entre estos el transporte, el suministro de agua y energía, así como el manejo de residuos.

Se deben definir cuál es el mejor esquema de urbanización de una ciudad. Por ellos, a partir de todo el análisis realizado en la presente tesis para el área rural de San Martín se expone una Propuesta de zonificación (Figura 57), con las categorías:

- Zona residencial: Zona está destinada a la vivienda.
- Zona productiva: Área definida dentro del territorio para el desarrollo de actividad agrícola-ganadera.
- Zona de conservación: Zonas con valor científico/cultural/ambiental que se recomienda conservarlos y que por su especial naturaleza y ubicación no sean edificables.
- Zona de restauración: Aquellas áreas que se observan que han sido degradados o destruidos y se deberían recuperar/restaurar. Son las áreas verdes y reservas ecológicas y patrimonios históricos/geológicos.
- Zona de desarrollo especial: áreas recomendadas para localización industrial, para el desarrollo de bienes y servicios industriales o actividades comerciales, como la ruta del vino o los corredores Sur y Norte (con valor patrimonial y ayudaría al turismo). También se incluyen zonas en la cual se podría colocar energías alternativas Eólica o solar (a evaluar). En este grupo pueden incorporarse áreas para explotación de recursos minerales, aunque estas cuentan con un catastro específico.

Se observa que la actual zona industrial, entra en conflicto con las zonas existentes, por lo tanto se propone evaluar y asignar usos compatibles con las zonas limitantes.

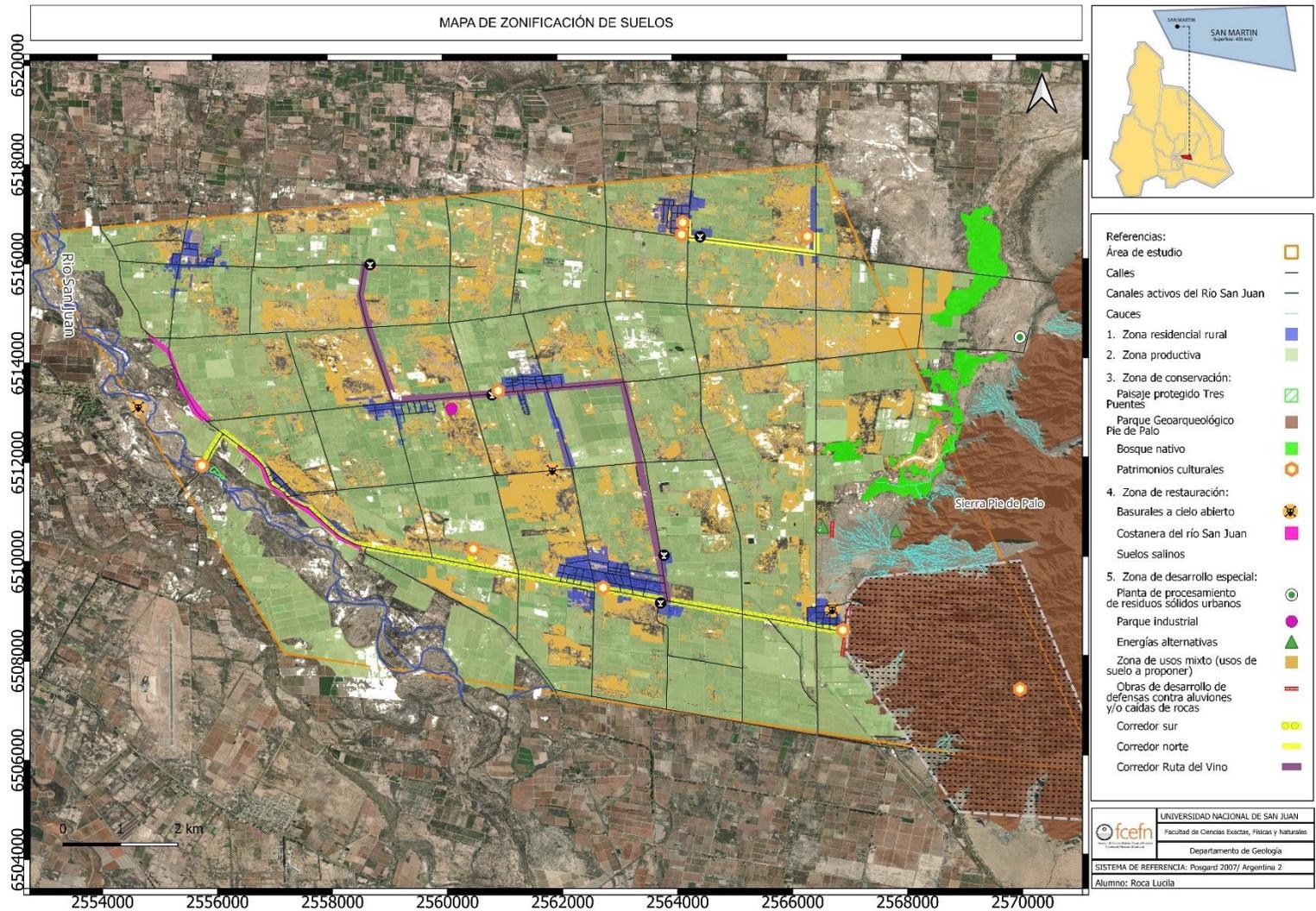


Figura 57: Mapa de zonificación de usos suelos en el cual se representaron las distintas áreas para uso residencial rural, productivo de conservación, de restauración y de desarrollo especial.

CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN

La geología ambiental estudia la influencia de los factores y de los procesos geológicos sobre el hábitat humano y su actividad.

El Ordenamiento territorial es la expresión más concreta de estas interacciones. En este Ordenamiento, la dimensión ambiental muchas veces ha sido pormenorizada a favor de factores económicos. Lo que, a lo largo de los años, desencadenó en la aparición de conflictos socio-ambientales que necesitan resoluciones inmediatas y de gran costo.

En este trabajo se ha seleccionado a la geomorfología como criterio para definir unidades ambientales. A diario elementos de la geomorfología se utiliza para resolver problemas concretos que surgen en el ambiente por la interacción social. Por ejemplo, para la construcción de un túnel (ANI, Agencia Nacional de Infraestructura), para mapeos de peligrosidad, usos del suelo (Bellinfante et al. 2000), zonificaciones ecológicas y de recursos económicos (Minay, 2014) entre otras. Algunos estudios geomorfológicos para definir usos del suelo que hemos evaluado interesantes para recuperar metodologías aplicables al ordenamiento territorial son los de Suvires y Luna 2008; Suvires y Pitaluga 2013 Flores et al. 2019; Barbeitos y Ambrosino 2001. Estos se focalizan en estudios geomorfológicos y de suelos. Rodríguez et al. (2021) y Grígolo et al. (2024) incorporan en la planificación territorial aspectos del subsuelo en estas áreas de tectónica activa, lo que denominan Ordenamiento territorial controlado.

En este trabajo el criterio geomorfológico típico permitió definir unidades ambientales. Se observó, sin embargo, que las clasificaciones deben ser adaptadas al objetivo territorial. Por ejemplo, para evaluar la extensión territorial, y el tipo de uso del suelo, se procedió a incorporar la variable “Cobertura del suelo”. La cobertura se entiende el tipo de ocupación existente sobre él, ya sea vegetación natural, cultivos agrícolas o espacios urbanos. Se acuerda con otros autores como Di Gregorio (2005), Chuvieco, (2002), Hubald y Di Gregorio (2009) que generar este tipo de información resulta básica en la planificación del territorio, ya que es preciso conocer la dedicación actual del terreno para proponer mejoras. Por lo mencionado la clasificación geomorfológica tal como la conocemos debe incorporara algunos factores que ayuden en la integración con las demás dimensiones del territorio.

Como antecedentes al Ordenamiento territorial se tiene muchos ejemplos de estudios aplicados para áreas urbanas (PET 2011, Plan de Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Juan). Sin embargo, las áreas rurales como la expuesta necesitan contar con diagnósticos del medio físico para resolver y atenuar conflictos territoriales tales como: irregularidad en tenencia de la tierra, riesgos de contaminación (agua, suelos, habitantes), problemas generados por el uso de los recursos naturales (agua, suelos, flora, fauna), trabajo rural precario, desequilibrios en obras.

Evaluando planes locales, el diagnóstico existente en Plan Estratégico San Martín (2022) presenta un valioso aporte desde la dimensión social. En este trabajo incorporamos esos elementos, y adicionamos la información del medio físico como soporte de todas las actividades. De esta manera contribuimos a forjar una cultura de la prevención de riesgos de desastres tal proponen las nuevas políticas de planificación territorial nacionales (SINAGIR 2024-2030), y al ODS 11 que propone contribuir con el desarrollo comunidades sostenibles a través de la reducción y la gestión integral de los riesgos de desastre en todos los niveles.

En cuanto a la metodología empleada en este trabajo, se han empleado herramientas como la matriz DAFO que tiene amplia aplicación en los estudios ambientales, sociales (Talancón, 2007), económicos (Acuña y Cádiz, 2017) y urbanismo (Velásquez et al. 2016). La misma ha permitido observar de manera clara los peligros naturales presentes en las unidades. Por otro lado, el uso de otras matrices como la de capacidad de soporte y valoración ambiental demuestran que los resultados serán más enriquecedores si la evaluación de actividades es realizada por un grupo interdisciplinario de profesionales. Se observa que solo la evaluación desde la geología ambiental presenta un sesgo orientado a la disciplina. Aunque se ha tratado de reducir con el diagnóstico sectorial que permite al profesional conocer otras variables del territorio, además de la de su experticia. Esto se observa en los lineamientos propuestos, que involucran todas las dimensiones del territorio.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

En el presente trabajo se realizaron estudios geológicos ambientales aplicados a la planificación territorial en el departamento San Martín, una de las áreas rurales productivas de la provincia de San Juan.

Se realizó un diagnóstico del medio físico para definir unidades ambientales, utilizando para ello la clasificación geomorfológica y de cobertura de suelos. Se identificaron y localizaron peligros naturales a los que está expuesta la comunidad del departamento. Esto permitió obtener una visión espacial de las zonas más vulnerables y aquellas más seguras del territorio a ordenar.

El diagnóstico sectorial incorporó elementos sociales, culturales y económicos a las unidades definidas desde la geología ambiental, de manera que se logró evitar la fragmentación de las dimensiones del territorio.

El estudio expuso la presencia de recursos de valor ecológico para las unidades de gestión, como ser áreas arqueológicas o los bosques nativos que son valiosos para la comunidad y su desarrollo turístico y económico. Además, se detectaron algunas actividades que atentan contra la sostenibilidad ambiental como basurales a cielo abierto, o usos no compatibles del suelo con la unidad donde se encuentran, como uso de unidades fluviales.

La investigación sobre el funcionamiento económico del sistema rural indica que la actividad agrícola es la más importante en el departamento. Sin embargo, del estudio realizado se desprende que existe un proceso de abandono de suelos agrícolas, o cambios en el uso de estas tierras productivas para urbanizaciones. Entre las causas documentadas de manera informal en campo a vecinos de la zona, se encuentran la escasez de agua y bajo rendimiento económico.

De acuerdo a las mediciones realizadas en las distintas áreas de las localidades, la zona residencial creció en un 50% (desde el año 2003 al 2023) sobre suelos anteriormente cultivables.

Se concluye además que el área residencial está localizada en la unidad de planicie, pero en distintas localidades muy separadas entre sí. Esta distribución no favorece la correcta provisión de servicios para todas las comunidades. Ello se manifiesta en la falta de acceso a servicios y equipamientos de salud, cloacas, luz y gas, deficientes condiciones de conectividad terrestre y de comunicación.

Se propuso una zonificación preliminar para el área analizada, la que posibilitará mejoras concretas en la calidad ambiental y realidad cotidiana de los habitantes. En los territorios libres se derivaron algunas actividades que requieren de estudios más exhaustivos, como por ejemplo la posibilidad de instalación de parques aprovechamientos para energía solar o eólica, otras actividades de desarrollo especial. En otras unidades se alerta sobre la función ecológica para el sistema ambiental como es la unidad fluvial, de crucial importancia para el control de inundaciones y drenaje.

Por último, se concluye en una serie de lineamientos territoriales agrupados de acuerdo a su naturaleza: educativos y/o de divulgación, normativas, de restauración, obras, potros

1) Lineamientos educativos y/o de divulgación:

- Planificar y desarrollar campañas en relación a que son los sismos porque se generan como actuar antes, durante y después del mismo, en establecimientos educativos formales.
- Crear campañas para la educación, sensibilización y creación de conciencia ambiental en los empresarios, técnicos, gestores y población en general mediante conferencias, cursos, publicaciones, campañas, etc.
- Implementar instancias educativas en las escuelas acerca de flora y fauna autóctona, como también de los yacimientos arqueológicos y patrimonios culturales presentes en el departamento.
- Realizar más publicidad acerca de las distintas festividades que se realizan en el departamento.
- Divulgar sobre todos los espacios recreativos al aire libre para la población de la provincia.
- Fomentar a la población la participación en la Mesa del Agua.
- Incentivar la formación de clubes ambientales.

2) Normativas:

- Inventariado de los sitios de interés geológico, lugares de interés histórico cultural, hitos y singularidades paisajísticas naturales, etc. para fomentar el turismo en el departamento y generar acciones de conservación.
- Controlar y hacer cumplir los planes de cierre de minas y canteras en pos de garantizar la recuperación y restauración de los espacios.
- Zonificación del uso del suelo y monitoreo. Clasificar y calificar como no urbanizables los terrenos con riesgo de inundación y de PRM.
- Evaluar qué tipo de fábricas tiene el parque industrial y si están en concordancia con las zonas urbanas cercanas.
- Destinar el parque industrial solo a industria limpia.
- Posicionar actividades industriales cercanas a la planta de procesamiento de residuos sólidos.
- Destinar un área específica para la ubicación de las ladrilleras.
- Crear una normativa que prohíba el asentamiento y todo tipo de construcciones en terrenos inundables y áreas donde hay presencia de PRM.

- Fomentar la agricultura ecológica, la rotación de cultivos y utilizar pesticidas biodegradables. Controlar que los agricultores adopten prácticas de cultivo compatibles con el medio ambiente.
 - Evaluar y elaborar un programa para la radicación/traslado de las zonas urbanas ubicadas sobre márgenes del río y cauce del río.
 - Promover la existencia del Paisaje Protegido Tres Puentes, evaluar las posibilidades de extender/incrementar su superficie, así como usos alternativos y dar a conocer toda la población.
 - Conservar y poner en valor los distintos patrimonios históricos y culturales presentes en la planicie aluvial: iglesia San Juan Bosco, Capilla de San Isidro Labrador, ex estaciones de tren, Escuela Juan Larrea, Bodega Augusto Pulenta, entre otras.
 - Control de las áreas donde se practica ciclismo y motocross y proponer específicos destinadas a estas actividades debido a la degradación del suelo que genera.
 - Evaluar si es posible ubicar en áreas de piedemonte infraestructuras para el aprovechamiento del viento a favor de energía eólica y el sol para energía solar, debido a las amplias superficies libres.
- 3) Restauración:
- Reactivar el uso de tierras agrícolas abandonadas.
 - Eliminación de basurales a cielo abierto.
 - Programa para la recuperar áreas fluviales
- 4) Obras:
- Dotar de redes de medios de comunicación: carriles de bicicleta, caminos peatonales, senderos.
 - Dotar de elementos que permitan el desarrollo del turismo y la recreación: miradores, espacios verdes, cartelera informativa, observatorios.
 - Evaluar la creación de obras de mitigación de inundaciones.
 - Evaluar e implementar medidas de mitigación contra PRM y monitoreo de los mismos.
 - Valorización a través de obras estructurales, espacios y elementos naturales del departamento San Martín:

Finalmente a fin de colaborar con el departamento, se exponen programas y acciones específicos que surgen desde aporte de la geología ambiental:

Tipo	Programa	Subprograma/acciones
Potenciativo	Puesta en valor la Sierra Pie de Palo	-Monumento Natural asociado a la Sierra Pie de palo: La Sierra tiene elementos naturales de notable importancia científica (importante para la geología histórica mundial), paisajística y educativa. Crear un proyecto para la utilización turístico/recreativa de ella. Creación de miradores, generar mapas y senderos. Agregar cartelera que indique los senderos e información de la Sierra. - Parque protegido en área de yacimientos arqueológicos: Programa para poner en valor los recursos arqueológicos mediante a) el fomento de la investigación científico cultural, b) brindar información científica a través de cartelera acerca de los yacimientos y de cómo se debe actuar c) la utilización turística por debajo de un determinado umbral de intensidad de uso : n° de personas que lo visitan por unidad de superficie y de tiempo, seleccionar horas permitidas para visitar los yacimientos arqueológicos y seleccionar personal que controle con el fin de evitar el vandalismo, la depredación y para la seguridad de las personas. En las escuelas formación de docentes para trabajar con alumnos sobre la importancia que tiene la Sierra Pie de Palo.
Potenciativo	Creación de un Paisaje Protegido en bosques nativos ubicados en el Piedemonte	Debido a que hay áreas en el Piedemonte que presenta una gran concentración de flora y fauna autóctona presentan panoramas atractivos que podrían ser aprovechados para el hombre para su esparcimiento y turismo. Programa de Puesta en valor de los bosques nativos en el cual incluyan mapas, creación de un circuito turístico, cartelera informativa sobre flora y fauna y de cómo hay que actuar y seleccionar áreas y colocar sillas y mesas. Brindar información en las escuelas para alumnos y docentes y a toda la población en general del área con el fin de publicitarlo.
Potenciativo	Reactivación del Paisaje protegido Tres Puentes.	Promover la existencia del Paisaje Protegido Tres Puentes, realizar un mantenimiento de lo que es actualmente, evaluar las posibilidades de extender/incrementar su superficie, así como usos alternativos, colocar cartelera informativa y dar a conocer toda la población.
Curativo-Prevenición	Recuperación de Espacios degradados por presencia de basurales a cielo abierto	Escuelas: Formación de docentes para trabajar con alumnos sobre la problemática ambiental asociada a la presencia de gran cantidad de basurales a cielo abierto que hay en el departamento. Crear concursos con las distintas escuelas con el fin de realizar actividades de limpieza de zonas, donde escuela ganadora tendrá premios (libros, artículos de librería, computadoras, juegos, etc) Vecinos: Realizar campañas informativas sobre la problemática de los basurales a cielo abierto, con el fin de Incentivar a los barrios a que conserven la visual de los mismos y el orden y limpieza.
Curativo-Potenciativo	Recuperación de espacios degradados en la costanera del Río San Juan	Limpieza de costas. Remoción de basurales clandestinos. Reforestación de laderas. Crear un proyecto para la utilización turístico/recreativa: generar pasarelas, bici sendas, miradores, circuitos deportivos, espacios verdes, etc.
Potenciativo	Conservación Cultural	Protección de viviendas antiguas de adobe, correspondientes a los primeros pobladores. Incorporarlas a los circuitos turísticos. Conservar y poner en valor los distintos patrimonios históricos y culturales presentes Iglesia San Juan Bosco, Capilla de San Isidro Labrador, ex estaciones de tren, Escuela Juan Larrea, Bodega Augusto Pulenta, entre otras. Divulgar los bienes culturales de la zona a través de publicidades a toda la población por televisión, redes sociales y folletos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara, I. y Goudie, A. (2010). *Geomorphological hazards and disaster prevention*. Cambridge University Press.
- Allison, R. (2002). *Applied Geomorphology, Theory and Practice*. Wiley, Chichester, 480pp.
- Babelis, G. (2014). Tipos y cualidades de los Suelos de San Juan, comprendidos en los Valles Tulúm, Ullum, Zonda y Pedernal. *Revista de Rosicultura filial San Juan*.
- Barbeito, O. y Ambrosino, S. (2001). El criterio geológico-geomorfológico en la detección y mitigación de eventos hidrológicos extremos, Sierras de la provincia de Córdoba. *Boletín Paranaense de Geociencias*, n. 49, p. 09-19, 2001. Editora da UFPR.
- Caminos, R. (1979). Sierras Pampeanas Noroccidentales. Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. II Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias de Córdoba.
- Cardó, R. (1978). Estudio geológico de la Quebrada Grande del Molle, Sierra de Pie de Palo, San Juan. Trabajo Final de Licenciatura, Universidad Nacional de San Juan, 49 p. (inédito), San Juan.
- Cardó, R.; Díaz, I. y Catnich, J. (2012). Carta de Minerales Industriales, Rocas y Gemas 3169-IV San Juan. *Boletín N° 401*, Buenos Aires.
- Castro de Machuca, B. (1984). Geología del extremo sudoccidental de la Sierra Pie de Palo, provincia de San Juan. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de San Juan, 187 p. (inédito), San Juan.
- Castro, C. (1980). Estudio litológico y estructural de las metamorfitas calcáreas en los alrededores de la quebrada de las Piedras Pintadas, Sierra de Pie de Palo, San Juan. Trabajo Final de Licenciatura, Universidad Nacional de San Juan, 71 p. (inédito), San Juan.
- Chuvieco, E. (2002). *Teledetección Ambiental (Environmental Remote Sensing)*. Ariel SA, Barcelona, Spain.
- Cisneros, D. (2019) Propuesta metodológica para el diagnóstico territorial económico urbano: Caso cantón Portoviejo.
- Dalla Salda, L. y Varela, R. (1984). El metamorfismo en el tercio sur de la sierra de Pie de Palo, San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 39(1-2), 68-93.
- De Arriba Senigaglia, J. M. (2019) Caracterización Hidrológica del Sector Noreste de la Cuenca Subterránea del Tulúm, departamentos Angaco y San Martín, San Juan Argentina.
- Flores, D.; Ocaña, E. y Rodríguez, A. (2019). Relationships between landform properties and vegetation patterns in the Cerro Zonda Mt., Central Precordillera of San Juan. *Argentina Journal of South American Earth Science*.
- García, E. (2021). Relevamiento arqueológico en la Sierra Pie de Palo: En busca de la frontera oriental huarpe; Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Humanidades. Departamento de Historia. Laboratorio de Arqueología y Etnohistoria; *Sociedades de Paisajes Áridos y Semiáridos*; 15; 6-2021; 72-85.

- Gei, I. (2011). Material de la Cátedra Ordenamiento Ambiental. Carrera Licenciatura en Gestión Ambiental. Universidad Blas Pascal. Córdoba, Argentina.
- Gómez Orea D.; Gómez Villarino, A. y Gómez Villarino, M. (2015). El sistema territorial: una construcción humana inexorable. Curso Internacional de Postgrado de Ordenamiento territorial: 1-10.
- Gómez, D. (2003). La ordenación territorial: carácter, alcance y contenido. In Ponencia presentada en el II Congreso Internacional de Ordenación del Territorio, Toluca, México (pp. 26-28).
- Gonzales, M. y Bejerman, N. (2004). Libro peligrosidad geológica de argentina metodología de análisis y mapeo.
- Javia Acuña, C. y Cádiz Reyes, M. (2017). Análisis FODA de la pequeña minería metálica de Chile.
- Jordan, T. y Allmendinger, R. (1986). The Sierras Pampeanas of Argentina, a modern analogue of Rocky Mountain forely deformation. *American Journal of Science* 286(10): 737- 764.
- Jordan, T.; Isacks B., Ramos, V. y Allmendinger, R. (1983). Mountain building in the Central Andes. *Episodes* 3(3): 20-26
- Joukl, M. (1970). Estudio geoquímico del agua subterránea en el valle de Tulum. En plan de Agua subterránea. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Consejo Federal de Inversiones: 1-77 p.
- Lücke, O. (1999). Base conceptual y metodológica para los escenarios de ordenamiento territorial. Escenarios de uso del territorio para Costa Rica en el año, 2025.
- McDonough, M.; Ramos, V.; Isachsen, C.; Bowring, S. y Vujovich, G. (1993) Nuevas edades de circones del basamento de la Sierra Pie de Palo, Sierras Pampeanas Occidentales de San Juan: Sus implicancias para los modelos del supercontinente proterozoico de Rodinia. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Actas III: 340-342, Buenos Aires.
- McGregor, D. (1996). *Geomorphology*. University of London External Programme.
- Mendoza, M. y Bocco, G. (1998). La regionalización geomorfológica como base geográfica para el ordenamiento del territorio: Una revisión bibliográfica. *Serie Varia*, 17, 25-55.
- Mergili, M. (2015). “Causas, características e impacto de los procesos de remoción en masa, en áreas contrastantes de la región Andina”. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 24 (2): 113-131. DOI: 10.15446/rcdg.v24n2.50211
- Milana, J. (1991). Sedimentología y magneto estratigrafía de formaciones cenozoicas en el área de Magna y su inserción en el marco tectosedimentario de la Precordillera Oriental. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional de San Juan, (inédito), San Juan.
- Minaya, C. (2014). Zonificación ecológica económica como instrumento de la ordenación del territorio Perú - 2014 II Curso Internacional de Posgrado de Ordenamiento Territorial.
- Moretti, M., Pieri, P., Tropeano, M. y Walsh, N. (1995). Tyrrhenian seismites in Bari area (Murge-Apulian foreland). *Atti dei Convegni Licenci*, 122. *Terremoti in Italia*. *Accademia Nazionale dei Lincei*: 211 - 216.

- Obermeier, S. (1994). Using liquefaction-induced features for paleoseismic analysis. En Obermeier, S. y Jibson, W. (eds.) Using groundfailure features for paleoseismic analysis Geological Survey Open-File Report, 94-633: A1-A98.
- Ortiz, A. y Zambrano, J. (1981). La provincia geológica Precordillera Oriental, V. I. I. I. Congreso Geológico Argentino 3, 59-74.
- Palacios, S. y Perucca, L. (2020). Patrimonio geológico efímero: propuesta metodológica para el inventario y evaluación de las estructuras generadas por licuación de suelos durante sismos, San Juan-Argentina. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana / 72 (1).
- Perez, E. (1967). Hoja 21d, Villa Colón, Provincia de San Juan. Ministerio de Economía y Trabajo. Secretaría de Estado de Energía y Minería. Subsecretaría de Minería y Combustibles. Instituto Nacional de Geología y Minería. Departamento de Geografía.
- Perucca, L.; Pérez, A. y Navarro, C. (2006). Fenómenos de licuefacción asociados a terremotos históricos. Su análisis en la evaluación del peligro sísmico en la Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 61(4), 567-578.
- Poblete, A. y Castro, M. (2023). Análisis de los factores y agentes dinámicos que produjeron las sequías nivales más extremas en la cuenca del río San Juan y su entorno. Revista Universitaria de Geografía, 32(2), 147-161.
- Poblete, A. y Escribá, K. (2020). Caracterización estadística y dinámica del clima de Pampa El Leoncito y su entorno (Calingasta-San Juan). Geográfica digital, 17(33), 29-43.
- Poblete, A. y Minetti, J. (1989). "Los Mesoclimas de San Juan". Primera Parte. Informe técnico N°11 del Centro de Investigaciones de San Juan U.N.S.J.
- Puigdomenech, H. (1980). Sucesión litológica y estructural en las rocas carbonáticas de los alrededores de la Quebrada de La Petaca, Sierra de Pie de Palo, San 80 Juan. Trabajo Final de Licenciatura, Universidad Nacional de San Juan, 71 p. (inédito). San Juan.
- Ramos, V.; Cristallini, E. y Pérez, D. (2002). The Pampean flat-slab of the Central Andes. Journal of South American Earth Sciences 15(1): 59-78.
- Ramos, V. y Folguera, A. (2009). Andean flat-slab subduction through time. Geological Society, London, Special Publications 327(1): 31-54.
- Ramos, V. y Vujovich, G. (2000). Carta geológica de la República Argentina San Juan 3169-IV. Boletín N°243, Buenos Aires.
- Ramos, V.; Vujovich, G.; Kay, S. y McDonough, M. (1993). La orogénesis de Grenville en las Sierras Pampeanas Occidentales: La Sierra Pie de Palo y su integración al Supercontinente proterozoico. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Actas III: 343-357, Buenos Aires.
- Regairaz, A.; Suvires y M.; Simon, W. (1987). Síntesis Geomorfológica de la provincia de San Juan. Actas 10º Congreso Geológico Argentino, 3: 330- 344, S.M. Tucumán.
- Rocca, J. (1969). Geología de los valles de Tulum, Ullúm y Zonda. En plan de Agua subterránea, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Consejo Federal de inversiones: 1-108.

- Rocca, J. (1970). Geología de los valles de Tulum y Ullum-Zonda, provincia de San Juan. Plan Agua Subterránea. Informe Técnico p-031 (inédito) 1: 1-112, San Juan.
- Rodríguez Pascua, M. (1997). Paleosismicidad en emplazamientos nucleares. Estudio en relación con el cálculo de peligrosidad sísmica. Consejo de Seguridad Nuclear. Colección Otros documentos, 286 p., Madrid.
- Rodríguez, A. (2019). Geología del cuaternario y Geofísica aplicada al diagnóstico ambiental-territorial en el valle de Tulum, provincia de San Juan, Argentina.
- Rodríguez, A.; Ocaña, E.; Flores, D., Martínez, P. y Casas, A. (2021). Environment diagnosis for land-use planning based on a tectonic and multidimensional methodology. *Science of the Total Environment*, 2021, vol. 800, p. 149514.
- Rodríguez, A.; Ocaña, R.; Suvires, G.; Leiva, M. y Martínez, M. (2018). Estructuras tectónicas en un valle árido y su potencial hídrico subterráneo, San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 75(3), 425-440.
- Rodríguez, A.; Suvires, G. y Martínez, P. (2016). Análisis del sector sur del sistema de fallamiento Tulum mediante el uso del método gravimétrico orientado al ordenamiento territorial. *Acta Geológica Lilloana: III Jornadas de Geología de Precordillera*, 28, 170-177.
- Rusconi, C. (1947). Petroglifos de la Sierra Pie de Palo. *Revista Geográfica Americana*, XXVIII (168), 129-135.
- Silicani, M. y Francile, R. (2009). Relevamiento de la napa freática en el departamento san Martin. Autor de Tesis. Técnico universitario UNSJ.
- Smalley, R.; Pujol, J.; Regnier, M.; Chiu, J.; Chatelain, J.; Isacks, B.; Araujo, M. y Puebla, N. (1993). Basement seismicity beneath the Andean Precordillera thin-skinned thrust belt y implications for crustal y lithospheric behavior. *Tectonics* 12(1): 63-76.
- Soechting, W. (1985). Geología de un sector de la Quebrada El Quemado, Sierra de Pie de Palo, San Juan. Trabajo Final de Licenciatura, Universidad Nacional de San Juan, 149 p. (inédito), San Juan.
- Suvires, G. (2004). Distribución de los suelos en función del relieve y de la neotectónica en la región sureste de la provincia de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 59 (3): 376-384.
- Suvires, G. (2014). The paradigm of paraglacial megafans of the San Juan river basin, Central Andes, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 55, 166-172.
- Suvires, G. M. y Pittaluga, M. A. (2013). Indicadores de Peligrosidad total de unidades de tierra. Caso de estudio: Departamento Zonda, San Juan, Argentina.
- Suvires, G. y Luna, P. (2008). Unidades Geomorfológicas Ambientales del Sur del Oasis del Tulum, Andes Centrales de Argentina.
- Suvires, G.; Pereyra, B.; Zambrano, J. y Oviedo, M. (2000). Rasgos geomorfológicos regionales de la provincia de San Juan. Síntesis del Cuaternario de la provincia de San Juan. Fundación Universidad Nacional de San Juan: 1-35 p., San Juan.

- Talancón, H. P. (2007). La matriz foda: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. Enseñanza e investigación en psicología, 12(1), 113-130.
- Velásquez Marea, C., Bravo, G., y Romero, E. (2016). Estrategias de superación para el mejoramiento de barrios a través de los ecobarrios. Caso de estudio: risas del guarapiche. Saber, 28(4), 784-793.
- Villegas, C. (1986). Estudio geológico del sector inferior de la Quebrada El Quemado, Sierra de Pie de Palo, San Juan. Trabajo Final de Licenciatura, Universidad Nacional de San Juan, 103 p. (inédito), San Juan.
- Vujovich, G. I. (1993). Arcos magmáticos islándicos en el sector occidental del terreno Pampeano xii Congreso Geológico Argentino, Actas 4:17-22, Buenos Aires.
- Vujovich, G. y Ramos, V. (1994). La faja de Angaco y su relación con las Sierras Pampeanas Occidentales. Actas 7° Congreso Geológico Chileno, 1: 215-219, Concepción.
- Zakalik, B. (1960). Estudio Minero-Económico de los Yacimientos de Grafito de la Sierra de Pie de Palo. Provincia de San Juan.
- Páginas en internet:
- Caracterización de la provincia de San Juan 2021- Plan Estratégico San Juan. En Línea: <https://planestrategico.sanjuan.gob.ar>
- Catastro Minero San Juan. En línea: <https://datosabiertos.sanjuan.gob.ar/organization/ministerio-de-mineria>
- Censo 2010 y 2022. INDEC. En línea: <https://www.indec.gob.ar>
- Clima y viento. En línea: <https://globalwindatlas.info/es>
- CNA 2018. Censo Nacional Agropecuario. 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos - INDEC, 2021. En línea: https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/economia/cna2018_resultados_definitivos.pdf
- Cobertura de celular. En línea: <https://www.nperf.com>
- COCEDER (Confederación de Centros de Desarrollo Rural), 2003. Análisis de la realidad rural y propuestas al plan nacional de acción para la inclusión social del medio rural español. En línea: <http://www.cdrtc campos.es/coceder/>
- Consejo para la Planificación Estratégica de San Juan (CoPESJ). 2022. Plan Estratégico San Martín. En línea: <https://planestrategico.sanjuan.gob.ar/wp-content/uploads/2022/05/SMA-Plan-Estrategico-Digital.pdf>
- Copernicus Open Access Hub. En línea: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>
- Datos sobre incendios Argentina 2022, AMNISTIA. En línea: <https://www.argentina.gob.ar/>
- Departamento de hidráulica, 2023. En línea: <https://sisanjuan.gob.ar/>
- FAO. En línea: <https://www.fao.org/in-action/territorios-inteligentes/componentes/ordenamiento-territorial/es/>
- Flora y fauna de San Juan. En línea: <https://sisanjuan.gob.ar> y <https://responde.org.ar>

INPRES. Manual de prevención sísmica. Instituto Nacional de Prevención Sísmica - 1a ed. 3°
eimpr. - San Juan, Argentina Instituto Nacional de Prevención Sísmica, 2005. En línea:
http://contenidos.inpres.gob.ar/docs/Manual_de_Prevencion_Sismica.pdf

Inundaciones. En línea: <https://www.argentina.gob.ar/>

PET. Territorio e infraestructura, actualización del modelo territorial deseado, 2011. En línea:
<https://www.argentina.gob.ar/>.

Salinización. En línea: <https://www.gondwanatalks.com>

Servicio Nacional de Manejo del Fuego. 2022. Reporte Mensual de noviembre. En línea:
https://amnistia.org.ar/wp-content/uploads/delightful-downloads/2023/01/AMNISTIA_IncendiosArgentina2022_FINAL.pdf

SINAGIR, Plan Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres de la República Argentina.
En línea: <https://www.argentina.gob.ar/>