

# CARACTERIZACIÓN EDAFO CLIMÁTICA

de las regiones vitivinícolas de la Argentina

**PROVINCIA DE CATAMARCA**

---

**Informe Final**  
FEBRERO 2024



CONSEJO FEDERAL  
DE INVERSIONES



**Coviar**

CORPORACIÓN VITIVINÍCOLA  
ARGENTINA

## **AUTORIDADES**

**SECRETARIO GENERAL DEL CFI: IGNACIO LAMOTHE**  
**GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE CATAMARCA: RAÚL JALIL**  
**PRESIDENTE COVIAR: MARIO GONZÁLEZ**  
**VICEPRESIDENTE COVIAR: JOSÉ ALBERTO ZUCCARDI**

## **CONTRAPARTES TÉCNICAS COVIAR**

**Romina Palazzo**

**Virginia Furlani**

**Carlos Fiochetta**

## **CONTRAPARTES TÉCNICAS CFI**

**DIRECCION DE PROGRAMAS**

**María Teresa Oyhamburu**

## **SISTEMAS PRODUCTIVOS REGIONALES**

**María Cecilia Galliano**

**María Eugenia Gallego**

**AUTORES:**

**Facundo Vita**

**Germán Babelis**

**Stella Moreiras**

**Sonia Fioretti**

**Cristian Chavarini**

**Luciano Santoni**

**Agradecemos la colaboración en provincia:**

**Luis Bueno**

**Guillermo Schulz**

**Raúl Tapia**

**Mónica Morvillo**

**Emanuel Delfino**

**Silvana Castro**

**Gabriel Muños**

**Paula Montalto**

## PRÓLOGO

Argentina es diversidad y en la vitivinicultura se expresa en toda su magnitud, en la multiplicidad de actores y productos, en sus distintas regiones y sus típicas condiciones agroecológicas óptimas para la producción de vid, en la interpretación de ese lugar por cada hacedor vitivinícola expresado en sus vinos.

El consenso sobre el valor generado en origen, la diversidad territorial, cultural y el amplio entramado socio productivo se pronunció durante la realización de talleres regionales en los distintos oasis productivos para la construcción colectiva del Plan Estratégico Vitivinícola 2030. En ese marco, los actores del sector se propusieron, como acción estratégica, difundir las particularidades únicas de los productos generados en las diferentes regiones vitivinícolas del país.

Desde el año 2022, con el aporte de este estudio, se han relevado unas 15 mil hectáreas de viñedos, sumando al estudio previo realizado junto al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en las provincias de Mendoza, San Juan, Salta y Valles calchaquies, y se ha abarcado en catorce provincias, analizando sus 59 valles y oasis vitivinícolas de Argentina.

El proyecto fue ejecutado con fondos de programa CFI, con personal profesional, infraestructura, equipamiento y movilidad dispuestos por convenio con COVIAR, personal de gobiernos de diez provincias y en instituciones del sistema científico-académico nacional que han participado de los estudios tales como la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, la Universidad Nacional de Chilecito, la Universidad Nacional de Córdoba, la Universidad Nacional de Salta, la Universidad Nacional de Comahue, la Universidad Nacional del Sur, el CONICET, los Centros de Desarrollo Vitivinícolas.

Tener este estudio implica un diferencial único para Argentina como país vitivinícola ubicándonos en primera línea a nivel mundial en esta temática.

Caracterizadas las regiones vitivinícolas argentinas pondrá en valor los atributos diferenciales de la producción contribuyendo con un mejor conocimiento del terroir, capitaliza sus diferenciaciones, muestra la amplísima diversidad de Norte a Sur y de cordillera al mar, afianza identidades en las expresiones varietales, y contribuye con el sector empresarial a construir mensajes comerciales hacia los consumidores, argumentando y mejorando el posicionamiento de los vinos argentinos en los mercados.

El contar con una caracterización de los distintos valles y oasis vitivinícolas del país realizada en simultáneo y con una misma metodología es una herramienta única y original que permite aportar a la construcción y desarrollo de identidad de los vinos que devienen del lugar donde se cultiva la vid, aporte significativo como estrategia para diferenciar nuestros productos de los principales competidores en el mundo.

A nivel territorial, la caracterización de regiones es un insumo relevante para gestores en la formulación de políticas vitivinícolas, al permitir estructurar el sector y proceder a realizar recuperaciones en áreas limitadas para la producción.

La calidad del vino es el resultado de la interacción de innumerables elementos relacionados con factores naturales, biológicos, culturales y enológicos, circunscritos a un ámbito socioeconómico determinado. La demarcación de las denominaciones de origen o indicaciones geográficas (IG) protegidas es uno de los objetivos de la zonificación en unidades homogéneas.

Este proyecto suministra una base de datos objetiva que describe geología, suelos, clima, paisajes de 38 áreas productivas vitivinícolas y está disponible en un documento único por provincia, mapeado y compendiado en un repositorio virtual que incluye todas las áreas vitivinícolas del país (hoy inscriptas en INV), abarcando diez provincias argentinas: Jujuy, Buenos Aires, La Pampa, Neuquén, Río Negro, Chubut, La Rioja, Catamarca, Entre Ríos y Córdoba.

## **RESUMEN GENERAL DEL ESTUDIO “CARACTERIZACIÓN DE LAS REGIONES VITIVINÍCOLAS DE ARGENTINA”**

Este estudio caracteriza en forma integral el ambiente de las regiones vitivinícolas de Argentina. Cumple con el objetivo de propiciar la puesta en valor de los atributos diferenciales de la producción, contribuyendo a un mejor conocimiento de las regiones para capitalizar su diferenciación, afianzar la identidad de los productos, apoyar el mensaje comercial hacia los consumidores, y argumentar, afianzar y mejorar el posicionamiento de los vinos argentinos en los mercados.

En la actualidad la zonificación vitícola es una herramienta útil para estructurar un sector, sobre todo basado en las características y similitudes de las diferentes áreas identificadas. Estas áreas presentan una tipicidad sobre la base de sus características climáticas, de suelo, de paisaje y el comportamiento de las diferentes variedades en dicho ambiente, lo que permite encontrar la máxima expresión de sus productos con técnicas de vinificación precisas. A partir de este estudio la información se encuentra disponible en una plataforma de fácil acceso, en una misma escala y formato.

Este proyecto suministra una base de datos objetiva que describe geología, suelos, clima, paisajes de 38 áreas productivas vitivinícolas y está disponible en un documento único por provincia, mapeado y compendiado en un repositorio virtual que incluye todas las áreas vitivinícolas del país (hoy inscriptas en INV), abarcando diez provincias argentinas: Jujuy, Buenos Aires, La Pampa, Neuquén, Río Negro, Chubut, La Rioja, Catamarca, Entre Ríos y Córdoba. En la provincia de Catamarca se estudiaron Tinogasta/Fiambalá/Medanitos, Departamento Tinogasta, Hualfín, Departamento Belén, Andalgalá, Departamento Homónimo y Siján, Departamento Pomán.

## INTRODUCCIÓN A ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO

La caracterización de los factores físico-ambientales principales de valles y oasis implantados con vid (clima, suelo, relieve, paisaje) se realizó a través de la compilación de información existente, relevamientos necesarios complementarios y aportes originales de desarrollo reciente para el agrupamiento de suelos, como las nuevas tecnologías geoestadísticas de mapeo digital.

La labor requirió una metodología multidisciplinar que incluyó, entre otros, la participación de más de 50 expertos en agronomía, edafología, climatología, geología, geografía, cartografía, estadística, informática, geomáticos, analistas de laboratorio, técnicos y asistentes de campo. Requirió de una gran cantidad de datos georeferenciados y, por ello, fue muy relevante y necesaria una etapa de relevamiento y análisis de la información existente, compatibilización de escalas y sistemas de referencia cartográfica y otra de relevamiento y análisis de nueva información.

El estudio de Caracterización Geológica, Geomorfológica, Edáfica, Climática y del Paisaje de las regiones vitivinícolas de la provincia de Catamarca, ubicadas en Tinogasta/Fiambalá/Medanitos, Departamento Tinogasta, Hualfín, Departamento Belén, Andalgalá, Departamento Homónimon y Siján, Departamento Pomán, releva las regiones vitivinícolas que fueron definidas en acuerdo con los organismos intervinientes y abarcan 2.828 ha según INV, que se relevaron y cartografiaron.

De este modo, se realizó un estudio climático para cada región vitivinícola de la provincia basado en el análisis de los datos de las estaciones meteorológicas existentes en el Servicio Meteorológico Nacional, organismos provinciales correspondientes y otras fuentes confiables para sistematizar y evaluar consistencia de los datos y compatibilizar las diferentes frecuencias de captura de datos, y/o la modelización e interpolación espacial de datos climáticos en áreas con información deficiente. De este análisis se obtuvo como resultado para cada región la determinación de índices bioclimáticos: índice heliotérmico de Huglin, integral térmica eficaz de Winkler, índice de frescor nocturno, régimen térmico durante el periodo de maduración de la vid, días y valores absolutos extremos por encima de 35°C y por debajo de 0°C.

Asimismo, se realizó un estudio geológico y geomorfológico para cada región vitivinícola. Descripción del marco geológico que contuvo la geología regional, marco tectónico, formaciones presentes en el área de estudio, cuadro crono-lito-estratigráfico y mapa geológico; descripción geomorfológica y definición de unidades geomorfológicas presentes en el área de estudio mediante identificación de geoformas y análisis de los atributos del terreno para conocer el

comportamiento del relieve. Implicó la definición de aspectos geomorfológicos relevantes para la elaboración de mapas tales como abanicos aluviales, terrazas, valles de inundación, etc. Además, se realizó la descripción en base a toda la información recopilada en las regiones vitivinícolas de alcance del proyecto.

Como resultado de esta instancia se obtuvieron representaciones cartográficas (mapas) de toda la información que conformaron una base de datos homogénea con la información generada.

Incluye el estudio de suelo que partió de la recopilación y armonización de datos de suelo disponibles y descripción de actividades de campo previstas en zonas de alcance del Estudio. Se aplicó la técnica Conditioned Latin Hypercube que considera la ubicación de sondeos de suelos existentes e incluye profundidades de muestreo, parámetros a muestrear. Asimismo, se determinó y relevó información de calicatas según unidades de paisaje – suelo, lo que incluyó un registro fotográfico del perfil expuesto en la calicata y del paisaje.

El relevamiento se planteó a escala variable entre 1:100.000 y 1:50.000. Con el muestreo se realizaron determinaciones analíticas en laboratorio de las variables: clasificación granulométrica por método hidrométrico de dispersión y por volumen de sedimentación en el subsuelo, porcentaje de grava volumétrica (en la capa que presente gravas o gravillas) conductividad eléctrica en extracto de saturación y pH actual en todas las capas descriptas, calcáreo activo (soluble), carbono orgánico de la capa superficial.

Se obtuvieron mapas de ambientes edáficos con las series y complejos de suelos identificados cuya denominación se ajusta a las denominaciones de las unidades cartográficas utilizadas en cada provincia. Se obtuvieron, además, fichas analíticas de cada sitio relevado que contiene ubicación (coordenadas geográficas y detalles de acceso por calles/rutas), fotos de paisaje, de perfil y resultados de las siguientes propiedades físico-químicas del suelo: salinidad, pH, profundidad de suelo, textura de la primera capa, textura de la segunda capa, contenido de calcáreo, arcilla, limo americano, arena, arena muy fina, fina, media, arena gruesa y arena muy gruesa.

Todos los datos y mapas generados se almacenaron en el repositorio definido por la Corporación Vitivinícola Argentina (COVIAR), así los resultados de las variables analizadas en cada observación pueden consultarse en el mapa de ambientes edáficos el cual desplegará una ficha descriptiva del sitio al punto seleccionado por el usuario.

Finalmente, se realizó un estudio de paisaje para cada región vitivinícola de todas las provincias, entendido como cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos. El paisaje es una elaboración cultural, es el

reflejo de una sociedad y por tanto un rasgo identitario de la misma, es el resultado de la interacción en el tiempo de las personas y el medio natural, cuya expresión es un territorio percibido y valorado por sus cualidades culturales, producto de un proceso y soporte de la identidad de una comunidad.

Partiendo de este enfoque se evaluó la potencialidad de los paisajes como recurso, combinando estudios de geosituación, estudio socio-ambiental y la dimensión cultural a relevar de las categorías de bienes arquitectónicos, paisaje y sistemas patrimoniales, para potenciar su conversión como recurso cultural, y facilitar la interpretación y valoración turística. Se obtuvieron unidades de paisaje determinadas por tres dimensiones: el conocimiento histórico acerca de la producción del territorio, los datos de inventarios de edificios- sitios patrimoniales y los nuevos datos a construir a partir de la observación directa y la geosituación que las caracteriza desde la perspectiva visual. Los resultados se integraron en el repositorio de COVIAR como entorno visual accesible al sector y consumidor que explota los paisajes y contiene información detallada de cada unidad de paisaje identificada.

Toda la información de bases de datos, información edáfica, climática y paisajística de las regiones estudiadas y mapas existentes con los generados se integró, homogeneizó y alojó en la Plataforma de Caracterización de Regiones <https://caracterizacion-fisico-ambiental-coviar.hub.arcgis.com/>, un enlace disponible en el sitio web del Observatorio Vitivinícola Argentino <https://www.observatoriova.com/> y en la web del Plan Estratégico Vitivinícola al 2030 <https://pevi2030.com.ar>.

En la plataforma se encuentran más de 2.000 capas con mapas e información edáfica, climática y paisajística de las regiones estudiadas disponibles de forma libre y gratuita para todas las bodegas y profesionales del vino para potenciar el conocimiento y la comunicación del vino.

## PRINCIPALES HALLAZGOS DEL ESTUDIO PARA LA PROVINCIA DE CATAMARCA

El ambiente geomorfológico corresponde a valles intermontanos que conforman depocentros limitados por el Sistema de Famatina y Sierras Pampeanas donde predominan los niveles fluviales y pedemontanos muchas veces acotados por niveles volcánicos característico de la región con cuerpos volcánicos importantes.

El valle de Tinogasta presenta suelos profundos en general, solo en ocasiones de crecida del río Abaucán, sectores bajos son afectados por napa freática y sales. Altos de Hualfín se presenta con texturas medias a gruesas y pocas capas no calcáreas ligeramente salinas. Las vides de Andalgalá se disponen en comarcas de altura donde los suelos son areno-gravillosos, no salinos y ricos en materia orgánica. Los suelos de Siján se desarrollaron en un ambiente dinámico no salino, su relieve normal y alto escurrimiento se refleja en las múltiples capas descritas en los perfiles cuya profundidad está acotada por la presencia de roca. Se caracterizaron 40 perfiles de suelos y se extrajeron 138 muestras.

Respecto al clima, encontramos importantes diferencias entre los distintos valles, en los cuales aquellos que se encuentran a menor altitud son zonas entre templado cálidas a muy cálidas. Sin embargo, los valles de mayor altitud, y aún las zonas altas de los valles cálidos, se manifiestan como templadas y hasta frías, con noches frías a muy frías en época de madurez de la fruta. En todos los valles se pueden cultivar variedades hasta de ciclo largo.

El paisaje rural productivo compuesto por pequeños poblados. Geoformas escénicas y paleta de colores. Montaña imponente en un plano cercano. Sierras con formaciones modeladas por el viento, de colores rojizos y blancuzcos que son atractivos turísticos. Confluencia de muchas ecorregiones brindan la riqueza y diversidad de paisajes. Ruta del adobe con caseríos y capillas, patrimonio cultural y turístico. Gran proporción de pequeños productores con riego tradicional por surco, producción orgánica, primicia para uva de mesa y vinos de altura. Paisaje del viñedo con parrales y paseras en convivencia con olivares. Cálidos veranos, ruido intenso de piedras que el agua golpea contrasta con el silencio de las siestas tranquilas. Auténticos, historias de familia, raíces de los pueblos, yacimientos arqueológicos.

## **ESTRUCTURA DE LOS INFORMES QUE COMPONEN EL ESTUDIO DE LA PROVINCIA DE CATAMARCA**

El estudio se estructura en cuatro documentos que ordenan la información en función a los estudios que compusieron el proyecto: el presente documento introductorio a los aspectos generales y en el que se encuentran descriptas las tres guías con la metodología utilizada para realizar las caracterizaciones correspondientes, un segundo documento que reúne la información de la caracterización climática; un tercer documento que incluye la caracterización geológica, geomorfológica y edáfica; y un cuarto documento de caracterización del paisaje.

Tal como se menciona, en este primer documento se describen las guías metodológicas de abordaje de cada uno de los estudios (geología, geomorfología, suelo, clima y paisaje) que cuenta con anexos y documentos explicativos para una mejor comprensión de la información obtenida, así como un detalle descriptivo de la metodología de integración y homogeneización de bases de datos, información edáfica, climática y paisajística de las regiones estudiada y mapas existentes con los generados en repositorio de libre acceso y disponible en la Plataforma de Caracterización de Regiones <https://caracterizacion-fisico-ambiental-coviar.hub.arcgis.com/>.

## ÍNDICE

PRÓLOGO .....	5
RESUMEN GENERAL DEL ESTUDIO “CARACTERIZACIÓN DE LAS REGIONES VITIVINÍCOLAS DE ARGENTINA” .....	6
INTRODUCCIÓN A ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO .....	7
PRINCIPALES HALLAZGOS DEL ESTUDIO PARA LA PROVINCIA DE CATAMARCA.....	10
ESTRUCTURA DE LOS INFORMES QUE COMPONEN EL ESTUDIO DE LA PROVINCIA DE CATAMARCA .....	11
GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA VITIVINÍCOLA .....	16
I. Introducción.....	17
1. Ubicación espacial de la región a analizar	17
2. Bases de datos	17
2.1. Estaciones Meteorológicas (EM)	18
2.2. Bases de datos modelizadas (CRUTEM4)	20
2.3. Utilización de métodos indirectos para la obtención información de horas de frío	21
2.4. Validación de información meteorológica hallada.	22
3. Cálculos de parámetros climáticos	24
4. Cálculo de Índices Bioclimáticos para el cultivo de vid	25
4.1. Información final consolidada	29
5. Tratamiento estadístico	30
6. Conclusiones y recomendaciones	31
II. Bibliografía.....	32
III. ANEXO 1 Ejemplos de tablas finales .....	36
IV. ANEXO 2 Resolución OIV-VITI 423-2012 .....	38
V. ANEXO 3 Guía metodológica para la confección de mapas en el estudio de caracterización climática .....	67
GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA Y EDAFOLÓGICA DE REGIONES VITIVINÍCOLAS .....	90
I. INTRODUCCIÓN.....	91

II.	ASPECTOS GENERALES .....	91
1.	Antecedentes:	91
2.	Ubicación del contexto geográfico:	91
3.	Características físico-naturales generales:	92
4.	Características hidrológicas e hidreogeológicas:	92
	METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO .....	92
1.	Relevamiento de información geológica	92
2.	Estudios geomorfológicos y análisis del paisaje	93
3.	Estudios crono-estratigráficos	93
4.	Relevamiento y revisión en terreno	93
6.	Estudios estratigráficos (facies)	93
7.	Obtención y análisis de índices morfométricos	94
8.	Elaboración de mapas geológicos y geomorfológicos	95
III.	METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO EDAFOLÓGICO.....	95
1.	Antecedentes	95
2.	Selección de sitios de estudio	95
3.	Realización de calicatas y minipits	96
4.	Descripción morfológica de los perfiles de suelo y del paisaje y características externas.	96
5.	Análisis físico-químico en Laboratorio	96
6.	Clasificación taxonómica y Utilitaria	97
7.	Elaboración de fichas descriptivas de los perfiles modales	97
8.	Mapeo Digital de Suelos	98
9.	Elaboración de mapas temáticos	98
IV.	Consideraciones finales: .....	98
V.	BIBLIOGRAFÍA.....	100
	GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE VITIVINÍCOLA CON CRITERIO PAISAJÍSTICO.....	102
VI.	Introducción.....	103
1.	Etapa 1: recopilación de datos	103
1.1.	Datos por imágenes	103
1.2.	Exploración del universo de la vitivinicultura	104
1.3.	Registro por referentes y otros actores	104

2.	Etapa 2: análisis del material relevado	105
3.	Etapa 3: interpretación y valoración	105
4.	Etapa 4: presentación del producto final	106
VII.	Anexo 1: Guía para la captura de imágenes .....	107
1.	Etapa 1. Caracterización por imágenes	107
2.	Etapa 2: exploración del universo de la vitivinicultura	111
	Etapa 3: análisis del material relevado .....	111
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	i
	INTEGRACIÓN Y HOMOGENEIZACIÓN DE BASES DE DATOS, INFORMACIÓN Y MAPAS EN REPOSITORIO .....	ii
	Introducción.....	iii
1.	Diseño metodológico para la integración y homogeneización de datos espaciales	iv
2.	Estandarización, normalización y publicación de información territorial	v
3.	Catálogo de Objetos Espaciales	xi
4.	Configuración y puesta en funcionamiento del portal cartográfico web	xiii

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ejemplo de cotejo de bases de datos con estación de referencia del SMN, con buena correlación. Elaboración propia en base a información del SMN.....	20
Figura 2: Grilla CRUTEM4 con medio grado de resolución. Captura de imagen extraída de Google Earth .....	21
Figura 3: Ejemplo de aplicación de la Método Simplificado para la estimación agroclimática de “Horas de Frio” anuales, Bustos (1998). .....	22
Figura 4: Climograma para el Oasis Río Mendoza, Provincia de Mendoza .....	31
Figura 5: Agrupamiento de zonas vitícolas en función de IFN en el análisis de componentes principales.....	31
Figura 6: Tabla de Metadatos. Elaboración propia.....	vi
Figura 7: Organización de imágenes ráster. Elaboración propia.....	viii
Figura 8: Organización de capas vectoriales. Elaboración propia.....	viii
Figura 9: Ejemplo de capa vectorial trabajada .....	ix
Figura 10: Ejemplo de imagen ráster trabajada (elaboración propia).....	x
Figura 11: Niveles de detalles en publicación de imágenes ráster (elaboración propia) .....	xi
Figura 12: Ejemplo de carga de Datos Espaciales para el Oasis Río Mendoza (elaboración propia) .....	xii
Figura 13: Tabla de metadatos en portal cartográfico web (elaboración propia).....	xiv

Figura 14: Capas del mapa base (elaboración propia).....	xiv
Figura 15: Aplicativo cartográfico web ejemplo (elaboración propia) .....	xvii
Figura 16: Instructivo de uso (elaboración propia) .....	xviii
Figura 17: Repositorio para la descarga de mapas (elaboración propia) .....	xix
Figura 18: Accesos a repositorio de cada provincia en ventana intermedia (elaboración propia) .....	xix

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de las Regiones de Winkler de acuerdo con sus intervalos de clase (Amerine & Winkler, 1944). .....	26
Tabla 2: Clasificación del Índice de Huglin de acuerdo a sus intervalos de clase (Huglin, 1978, 1983). .....	27
Tabla 3: Clasificación del Índice de Frescor Nocturno (IFN o CI) de acuerdo a sus intervalos de clase (Tonietto, 1999; Tonietto y Carbonneau, 2004). .....	28
Tabla 4: Clasificación de aptitud de las Regiones Vitivinícolas según los intervalos de clase de la Integral Térmica Activa con Base 13°C (ITB13). .....	29
Tabla 5: Promedios mensuales (a) y anuales (b) de parámetros climáticos de las diversas estaciones meteorológicas analizadas.....	36
Tabla 6: Valores promedio de los diferentes índices bioclimáticos para la vid para cada estación meteorológica analizada. ....	36
Tabla 7: Fichado modelo sugerido para cada locación (Elaboración propia). .....	111
Tabla 8: Variables publicadas por provincia y estudio.....	v
Tabla 9: Funciones pre configuradas del visualizador (elaboración propia).....	xv
Tabla 10: Widgets creados para visualizadores cartográficos (elaboración propia).....	xvi

**GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA  
VITIVINÍCOLA**

## I. INTRODUCCIÓN

Esta guía metodológica se ha confeccionado con el objetivo de poner a disposición conceptos, técnicas y métodos utilizado en este estudio de caracterización climática para evaluar la aptitud vitícola de una determinada zona o región.

Las metodologías, parámetros climáticos e índices bioclimáticos para la vid propuestos en esta Guía están en consonancia con las recomendaciones que realiza la Organización Internacional de la Viña y el Vino en su Resolución OIV-VITI 423-2012 REV1: “*Líneas directrices de la OIV sobre metodologías de zonificación vitivinícola a nivel del suelo y del clima*”. De esta Resolución, se tomaron recomendaciones de su “PARTE C” y el “Anexo 2”. Dicho documento completo se adjunta a esta Guía como Anexo 2.

Asimismo, y teniendo en cuenta estas recomendaciones, pretende ser una guía para poder presentar la documentación técnica que el Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV) requiere para otorgar una Indicación Geográfica (IG).

### **1. Ubicación espacial de la región a analizar**

El primer paso es delimitar el área de estudio que se quiere analizar climáticamente. Para ello debe georreferenciarse un polígono de estudio (delimitado manualmente o circunscripto por límites físicos y/o políticos). Este primer paso permite dimensionar la escala del estudio y la pertinencia de las estaciones meteorológicas para evaluar la utilización de las bases de datos asociadas.

### **2. Bases de datos**

La conformación de bases de datos climáticas requiere de buscar y seleccionar, en primer lugar, bases de datos diarias de estaciones meteorológicas ubicadas en la región de interés, o lo más cercano posible a la misma, a fin de que los datos observados sean representativos. Cada estación meteorológica debe contar con los datos de localización o georreferenciación (latitud, longitud y altitud).

En caso de no contar con estaciones meteorológicas en la región, se podrá recurrir a bases de datos de agencias internacionales, donde se cuenta con grillas de datos modelizados y, a partir de ellos, estimar los parámetros faltantes por métodos indirectos o por métodos gráficos de interpolación.

## **2.1. Estaciones Meteorológicas (EM)**

Las EM seleccionadas para realizar la caracterización deben tener, idealmente, 20 (veinte) años de datos diarios. Los parámetros que debe medir e informar una EM para este estudio son, de mínima:

- Temperatura del aire.
- Humedad Relativa del Aire.
- Precipitación

Adicionalmente, si tuviese información para calcular horas de frío y sensores de viento y radiación solar, la información puede completar la información básica necesaria.

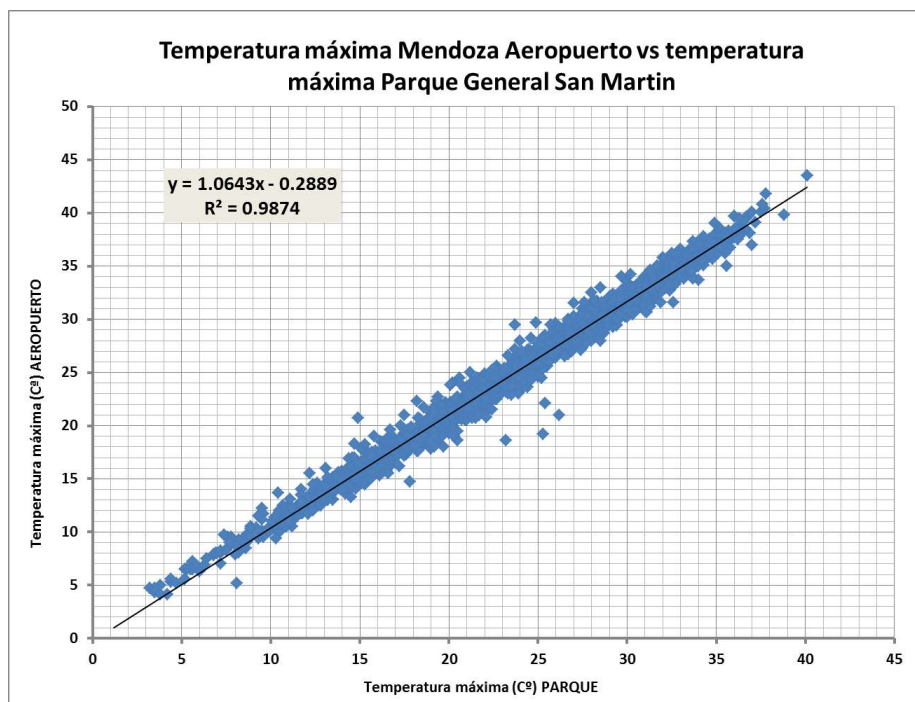
En caso de no contar con esa extensión temporal, se deberá realizar un cotejo con la EM de referencia más cercana. Para la Argentina, las estaciones de referencia son las del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) las cuales están homologadas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

El cotejo de bases de datos de menor extensión temporal se realiza por medio de un análisis de correlación con la base de datos del SMN de referencia más cercana.

Una vez realizada la correlación y comparación de las variables con la estación de referencia y habiendo constatado que el nivel de correlación fue satisfactorio, se realiza entonces, a través de gráficos de dispersión, una regresión lineal.

Al realizar los gráficos de dispersión con la misma variable medida en dos estaciones diferentes, es posible identificar posibles errores en la medición de las mismas, y proceder a su corrección. Se aceptan correlaciones con un coeficiente  $R^2$  mayor que 0,7 o lo que es equivalente, un coeficiente de correlación de Pearson de 0,83. Otro indicador de una buena correlación es poseer una pendiente en la ecuación de regresión lineal comprendida entre los valores 0,7 y 1,3 (Manual N°54 de RIEGO Y DRENAJE de FAO. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO, Anexo 4: Análisis estadístico de los resultados). Ver Figura 1, la cual sirve para ejemplificar lo dicho.

Es importante destacar, que las correlaciones que mejor se ajustan (estudiando las variables meteorológicas nombradas en el presente informe), con altos valores del coeficiente  $R^2$ , la pendiente de la recta de regresión tiende a 1.



**Figura 1: Ejemplo de cotejo de bases de datos con estación de referencia del SMN, con buena correlación. Elaboración propia en base a información del SMN.**

## **2.2. Bases de datos modelizadas (CRUTEM4)**

Para el caso de la base de datos CRUTEM4, se puede acceder a la misma desde la plataforma Google Earth Pro (libre y de código abierto). CRUTEM es un conjunto de datos derivados de las temperaturas del aire cerca de la superficie terrestre registradas en las estaciones meteorológicas de todos los continentes de la Tierra.

Ha sido desarrollado y mantenido por la Climatic Research Unit desde principios de los años 80, con financiación del Departamento de Energía de los Estados Unidos. (ver <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/crutem4/>). La última versión de CRUTEM se llama CRUTEM4 y está disponible en formato de texto y netCDF en la Climatic Research Unit en el Met Office Hadley Centre.

La resolución depende de las estaciones observadas y sintéticas para cada sitio, pero se pudo trabajar con una grilla de medio grado de resolución. Las variables meteorológicas de las cuales se puede obtener información gratuita son las siguientes:

- Temperatura (temperatura media mensual)
- Rango diario de temperatura (amplitud térmica)
- Precipitación (precipitación acumulada)

La escala de tiempo es mensual y con un máximo de 8 (ocho) observaciones en cada mes, lo cual no es lo óptimo, pero es buena información.



**Figura 2: Grilla CRUTEM4 con medio grado de resolución. Captura de imagen extraída de Google Earth**

### **2.3. Utilización de métodos indirectos para la obtención información de horas de frío**

Se define como la cantidad de horas en las que la temperatura del aire está por debajo de 7°C. Es un parámetro importante para todas las especies frutales de hoja caduca, incluida la vid. En este caso y, de acuerdo con la variedad, es necesario que las plantas acumulen entre 500 a 1.400 horas de frío previo al comienzo del ciclo agrícola anual. Esto permitirá que la brotación, la floración y el cuaje de los frutos sea lo más homogéneo o parejo posible, para que los racimos no queden expuestos luego a problemas por adversidades meteorológicas hacia la definición de los racimos.

En el caso de las horas de frío, si la EM no está programada para calcular las horas de frío, y no hay estaciones cercanas con esos datos que permita realizar interpolaciones, se debe recurrir a su estimación por métodos indirectos. Entre tantas metodologías de cálculo indirectas existentes, se decide trabajar con el “Método Simplificado para la estimación agroclimática de “Horas de Frío” anuales”

desarrollado por Damario, Pascale & Bustos (1998). Se trata de modelos lineales y exponenciales de diferentes grados con el promedio de las mínimas medias de los 5 meses más fríos (T5) y la temperatura mínima media anual (T12). Se calcula con diferente ecuación si las horas de frío anuales no superan las 1.000 HF y si la acumulación se encuentra entre 1.000 y 2.000 HF.

---

$$HF (1000) = 3929,918 - 54,863 T5 - 372,3126 T12 + 1,8589 (T5 \times T12) + 0,2438 (T5)^2 + 9,3897 (T12)^2 \quad (I)$$

$$HF (2000) = 3954,044 + 130,7831 T5 - 511,3522 T12 - 21,9695 (T5 \times T12) + 5,9973 (T5)^2 + 24,2979 (T12)^2 \quad (II)$$

donde: T5 = promedio climático de las temperaturas mínimas medias mensuales de mayo a setiembre.  
T12 = temperatura mínima media anual climática.

---

**Figura 3: Ejemplo de aplicación de la Método Simplificado para la estimación agroclimática de “Horas de Frío” anuales, Bustos (1998).**

La metodología de cálculo para obtener las horas de frío anuales estimadas para una localidad es el siguiente:

- a) disponer de los 12 valores climáticos mensuales de las temperaturas mínimas medias.
- b) computar la temperatura mínima promedio de los 5 meses más fríos y la del año.
- c) con los valores obtenidos en b) aplicar la fórmula I. Si el resultado obtenido no supera las 1000 HF, se lo considera como enfriamiento medio en el período de descanso. Si fuera mayor, se repite el cálculo estimativo aplicando la fórmula II cuyo resultado es más correcto que el anterior.

## **2.4. Validación de información meteorológica hallada.**

La validación de la información recibida se realiza siguiendo las premisas y metodologías de los documentos: “Descripción de controles de calidad de datos climáticos diarios implementados por el Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur” de Veiga et al (2015) y la Norma OMM-Nº 1238 “Manual del Marco Mundial de Gestión de Datos Climáticos de Alta Calidad”. Estos procedimientos

aseguran que los datos han sido generados adecuadamente, identificando los registros erróneos o fuera de rango (“outliers”).

Todas estas validaciones se pueden realizar con diferentes herramientas: desde planillas de cálculo (Excel, por ejemplo), o programas de lenguaje R o Python. Esto se resolverá de acuerdo a las capacidades informáticas y al volumen de datos en los que se requiera trabajar.

Las metodologías para validar las bases de datos se basaron en diferentes tests:

✓ **Testeo Generales** para verificar la integridad general de los datos, verifican la integridad general de los datos. Por ejemplo, se controla que no haya fechas duplicadas o fuera de secuencia en las observaciones diarias.

✓ **Testeos de rango fijo**, que asegura que no existan valores físicamente imposibles en la base de datos. Los límites propuestos son fijos para cada variable durante todo el período de datos y todas las estaciones meteorológicas.

✓ **Testeos de rango variable**, que verifican los datos con rangos o umbrales para identificar valores sospechosos que varían con el tiempo, tomando valores específicos para cada día o mes del año.

✓ **Testeos de continuidad temporal**, que evalúan las secuencias de valores en días consecutivos, buscando por ejemplo picos o saltos en valores diarios de una variable.

Esta metodología requiere, además de la detección de datos sospechosos, la inspección manual para determinar si ese dato debe eliminarse de la base de datos o corregirse para ser utilizado.

Por lo general, las bases de datos no se eliminan por completo al ser sometidas a estos test, aunque se suele eliminar o no utilizar los datos sospechosos.

### **3. Cálculos de parámetros climáticos**

Una vez seleccionada y depuradas las bases de datos, se realizan los cálculos para la obtención de valores medios de las principales variables climáticas de interés para la zona de estudio:

- ✓ *Temperatura máxima media mensual y anual (°C).*
- ✓ *Temperatura media mensual y anual(°C).*
- ✓ *Temperatura mínima media mensual y anual (°C).*
- ✓ *Amplitud térmica diaria promedio mensual y anual (°C):*  
diferencia entre temperatura máxima y temperatura mínima diaria.
- ✓ *Humedad Relativa media mensual y anual (%).*
- ✓ *Precipitación acumulada media mensual y anual (mm).*
- ✓ *Horas de Frío (N° de horas) promedio anual:* cantidad de horas en las que la temperatura del aire estuvo por debajo de 7°C).
- ✓ *Frecuencia anual de heladas meteorológicas (N° de días):*  
Frecuencia anual de días con temperaturas mínimas por debajo de 0°C. Dato clave para calcular la longitud del ciclo, las fechas de inicio y fin de ciclo, y los potenciales riesgos de daños en el cultivo de la vid.
- ✓ *Frecuencia anual de días con temperaturas máximas superiores a 35 °C (N° de días):* Es un importante parámetro para estimar las respuestas en materia fotosintética y de respiración óptimas y /o limitadas que puede tener el cultivo de vid.
- ✓ *Frecuencia anual de olas de calor (N° eventos):* Ola de calor es un evento de 3 (tres) o más días consecutivos en los que la temperatura máxima absoluta supera el valor de temperatura máxima del percentil N° 90 de la serie histórica de temperaturas para una localidad. Es importante conocer este dato, estando en contexto de calentamiento global, ya que puede inducir a reducción de rendimiento fotosintético, respiratorio, inducir fotorrespiración y potencialmente reducción de rendimientos de cosecha

- Para los cálculos se utilizan programas de procesamiento de bases de datos y estadística (Infostat, Jamovi, Microsoft Excel, Matlab, lenguajes R y/o Python, etc.), según volumen de datos y necesidades de los usuarios.

#### **4. Cálculo de Índices Bioclimáticos para el cultivo de vid**

Para poder realizar una correcta caracterización agroclimática de las regiones vitivinícolas, a los parámetros generales del clima de cada zona, deben sumarse algunos índices que nos indican las posibilidades del cultivo de la vid y las características del clima respecto del desempeño del cultivo.

Para ello se deben utilizar los indicadores e índices clásicos para la vid, a saber:

- *Duración del período activo*: Cantidad de días del año en los que la temperatura media día es igual o superior a 10 °C (el cero de brotación por convención para la vid).
- *Integral Térmica de Winkler o Índice de Winkler (Amerine & Winkler, 1944)*: Mide la integral térmica por encima de 10 °C entre el 1° de octubre y el 30 de abril (hemisferio sur), calculado como la sumatoria de temperaturas medias diarias menos 10 °C, en el período de 7 (siete) meses considerados.

La fórmula aplicada es:

$$IW = \sum_{1 \text{ octubre}}^{30 \text{ abril}} (T_{md} - 10^{\circ}C)$$

donde  $T_{md}$  es la temperatura media diaria.

La clasificación de Regiones según este índice es la siguiente

**Tabla 1: Clasificación de las Regiones de Winkler de acuerdo con sus intervalos de clase (Amerine & Winkler, 1944).**

Región	Clasificación	Intervalo de clase
I	FRIA	< 1370 °C Día
II	TEMPLADA	1371 – 1650 °C Día
III	TEMPLADO-CÁLIDA	1651 – 1925 °C Día
IV	CÁLIDA	1926 – 2205 °C Día
V	MUY CÁLIDA	> 2205 °C Día

El WI también se puede calcular a partir de datos mensuales. En tal caso, se debe multiplicar, de forma mensual, las sumas térmicas (GDD) obtenidas mediante la misma ecuación por el número de días cada mes.

Este índice fue desarrollado por los autores para California, Estados Unidos, donde los autores califican a las Regiones I y II como las más aptas para obtener uvas de la mejor calidad. En tanto otros investigadores (Gladstones, 1992) califican a las Regiones II y III como las más aptas y donde se obtienen mejor calidad de frutos para vinificar.

- Índice Heliotérmico de Huglin (Huglin, 1978, 1983)

Este índice fue desarrollado por el autor considerando las condiciones climáticas del Norte de Europa en donde, durante el ciclo vegetativo, las temperaturas son bajas y los días son largos.

Se trata de un cúmulo de temperaturas en particular, que se realiza teniendo en cuenta la influencia de la temperatura al mediodía (temperaturas cercanas a las máximas), que es cuando la actividad fotosintética de la vid alcanza su punto álgido. Además, presenta un coeficiente de duración del día, que depende de la latitud, para integrar la duración de la actividad fotosintética, mayor en la estación vegetativa de la vid hacia latitudes altas.

Se calcula como la integral térmica del promedio entre las temperaturas máxima y media, deducidos 10 °C, entre septiembre y marzo (6 meses) para el hemisferio sur. Esta integral se pondera por una constante (k) que depende de la longitud del día y toma valores superiores a 1 entre los 40° y 50° de latitud. Para latitudes menores se considera valor k = 1.

La ecuación para el cálculo de este índice es:

$$IH = \sum_{1 \text{ septiembre}}^{31 \text{ marzo}} \left[ \frac{T_{maxd} - T_{md}}{2} - 10^{\circ}C \right] \cdot k$$

donde T<sub>maxd</sub> es la temperatura máxima diaria, T<sub>md</sub> es la temperatura media diaria y k es la constante heliotérmica de Huglin.

La Clasificación de regiones según este índice es:

**Tabla 2: Clasificación del Índice de Huglin de acuerdo con sus intervalos de clase (Huglin, 1978, 1983).**

Ac rónimo	Clasificación	Intervalo de clase
HI -3	MUY FRIO	< 1500 °C Día
HI -2	FRÍO	1501 – 1800 °C Día
HI -1	TEMPLADO	1801 – 2100 °C Día
HI +1	TEMPLADO- CÁLIDO	2101 – 2400 °C Día
HI +2	CÁLIDO	2401 – 3000 °C Día
HI +3	MUY CÁLIDO	> 3000 °C Día

- Índice de Frescor Nocturno o índice de Noches Frías (Tonietto,

1999; Tonietto & Carbonneau, 2004):

Índice climático vitícola desarrollado para para estimar la condición nictotérmica asociada al período de maduración de las uvas. Para el hemisferio sur se calcula como el promedio de temperaturas mínimas medias diarias del aire del mes de marzo.

$$IFN = IC = \text{Temperatura mínima media del aire del mes de marzo en } ^\circ\text{C}$$

La clasificación usa el acrónimo CI (Nigth Cold Index):

**Tabla 3: Clasificación del Índice de Frescor Nocturno (IFN o CI) de acuerdo a sus intervalos de clase (Tonietto, 1999; Tonietto y Carbonneau, 2004).**

Acrónimo	Clasificación	Intervalo de clase
CI-2	NOCHES MUY FRÍAS	<12,0 °C
CI-1	NOCHES FRÍAS	12,1 – 14,0 °C
CI+1	NOCHES TEMPLADAS	14,1 – 18,0 °C
CI+2	NOCHES CÁLIDAS	>18,0 °C

El IFN cuantifica los efectos de las bajas temperaturas nocturnas, durante el mes previo a la cosecha sobre la síntesis de metabolitos secundarios como los polifenoles y aromas. Según los autores, los valores favorables durante la maduración se sitúan en torno a los 16° C.

- *Integral Térmica con Base 13°C (ITB13)*

Es la sumatoria de temperaturas medias, deducidos 13°C, calculada desde el día en que se alcanza la media de 13 °C en primavera, hasta el día en que la temperatura media está por debajo de ese valor, en otoño.

La fórmula de cálculo para este índice:

$$ITB13 = \sum_{DíaT013}^{DíaTm13} (Tmd - 13^{\circ}C)$$

donde Tmd es la temperatura media diaria.

**Tabla 4: Clasificación de aptitud de las Regiones Vitivinícolas según los intervalos de clase de la Integral Térmica Activa con Base 13°C (ITB13).**

Clasificación	Intervalo de clase
NO APTO PARA EL CULTIVO DE LA VID (no madura ni siquiera la variedad de ciclo más corto)	<800 °C Día
APTO PARA VARIEDADES DE CICLO INTERMEDIO Y CICLO CORTO (Cabernet Sauvignon, Bonarda). No maduran adecuadamente.	<1556 °C Día
APTO PARA VARIEDADES DE CICLO LARGO	>1556 °C Día

Se debe obtener el promedio de la serie histórica de cada uno de estos índices, para cada EM considerada, obteniendo así una tabla de índices bioclimáticos que se sumará a la tabla de parámetros climáticos calculados anteriormente.

#### **4.1. Información final consolidada**

Se generará una tabla (Tabla 1) donde se colocarán todos los parámetros calculados de variables que caracterizan al clima de la zona o región de estudio, más una segunda tabla (Tabla 2) con los valores medios de los índices bioclimáticos para la vid que fueron calculados al final del procedimiento. Pueden verse estos ejemplos de tablas en el Anexo 1 de esta Guía.

Estas tablas son el resultado numérico que permitirá realizar la interpretación y caracterización de la zona o región, y será el insumo fundamental para la

confección de mapas digitales y/o impresos que acompañen el desarrollo de la caracterización climática de una región para definir su aptitud vitícola.

Para ello deben seguirse las premisas de la **“Guía metodológica para la confección de mapas en el estudio de Caracterización Climática”**, elaborado por la Ing. Agr. Carla Pappalardo, que complementa la presente guía metodológica y es parte de un producto integrado que podrá ser de utilidad para quienes pretendan caracterizar una región para algún objetivo técnico-científico particular, o para presentar antecedentes técnicos en la solicitud de conformación de una IG ante el Instituto Nacional de Vitivinicultura.

## **5. Tratamiento estadístico**

Para que los resultados sean completos y visualmente más comprensibles y comparables, es preciso realizar algunos tratamientos estadísticos estableciendo relaciones entre los índices y las variables climáticas de cada zona para sumar al análisis de las características climáticas que ofrece cada área de estudio respecto del cultivo de la vid.

Se conforman climogramas de todas las áreas de estudio integrando en un gráfico los valores mensuales de temperaturas medias (máximas, medias y mínimas) y precipitación.

Finalmente se puede realizar, si fuese necesario mayor comprensión acerca de las relaciones entre parámetros climáticos e índices bioclimáticos para la zona, un análisis de componentes principales, para explicar la varianza del conjunto de datos. Se pueden utilizar nuevamente las herramientas de paquetes estadísticos antes mencionadas. Se exponen aquí ejemplos de climogramas para una región de la Provincia de Mendoza y un ejemplo de análisis de componentes principales (Figuras 3 y 4, respectivamente).

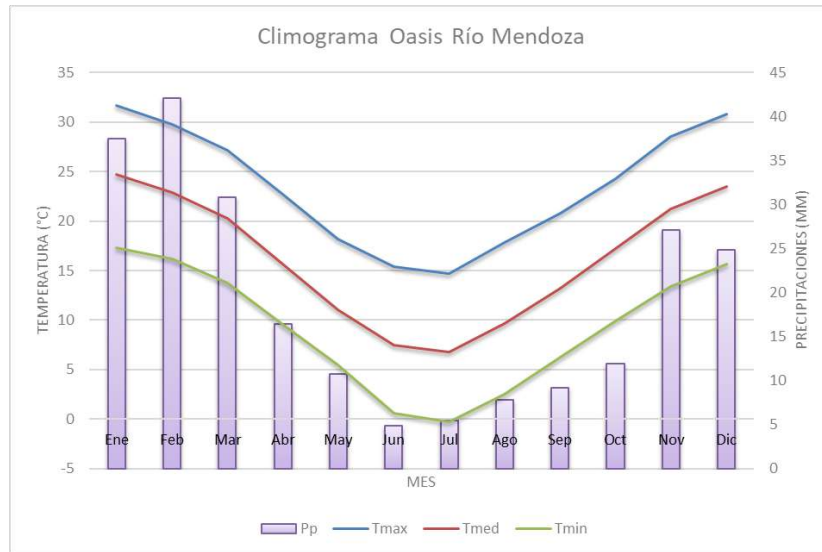


Figura 4: Climograma para el Oasis Río Mendoza, Provincia de Mendoza

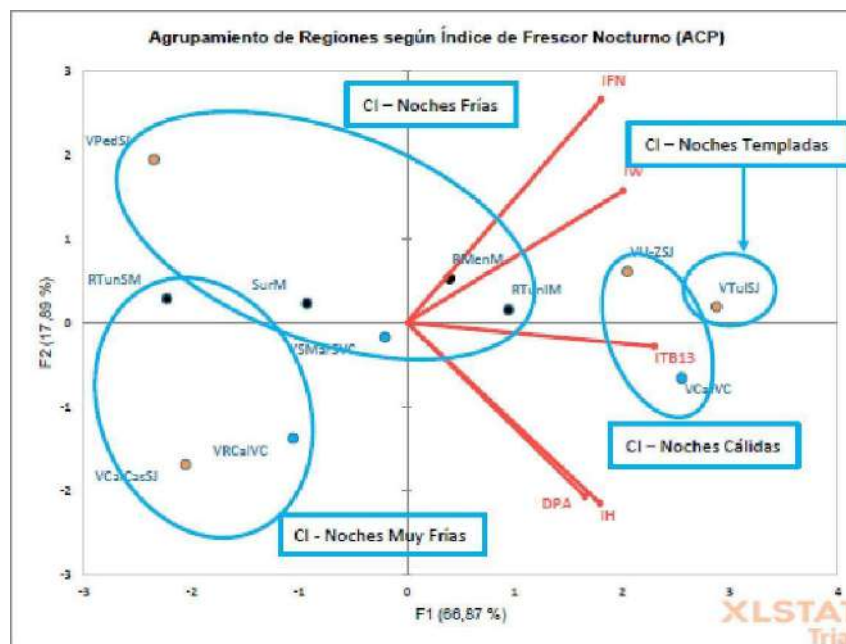


Figura 5: Agrupamiento de zonas vitícolas en función de IFN en el análisis de componentes principales

## 6. Conclusiones y recomendaciones

Es clave para realizar este tipo de estudio contar con la mayor cantidad de información posible (observada, modelada, cotejada y corregida, etc.). Es clave para

obtener los resultados que mejor representen las zonas o áreas que se desean caracterizar en forma meso-climática, como esta Guía lo propone.

Es de suma importancia que la información generada luego de seguir los pasos de esta Guía, sean trasladados a una visualización a través de mapas georreferenciados, por lo cual, el paso inmediatamente posterior es la aplicación de la **“Guía metodológica para la confección de mapas en el estudio de Caracterización Climática”**, como ya se mencionó anteriormente.

El tratamiento estadístico de los datos es información adicional que puede ayudar a comprender mejor la caracterización climática realizada, por lo tanto, se recomienda trabajar los datos (como aquí se propone o con otras metodologías que se estimen conveniente a los fines de la interpretación).

Se considera en esta Guía que los parámetros climáticos y los índices bioclimáticos calculados son suficientes para el análisis de caracterización propuesto, aunque los usuarios podrían añadir, tanto parámetros climáticos como índices bioclimáticos, así como resultados de análisis multicriterio, motivados por un interés puntual o para ser utilizado en la caracterización de zonas con particularidades que lo requieran, tal como lo expone la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) en sus Resoluciones.

Por último, es necesario remarcar que los estudios de caracterización deberían actualizarse cada 10 o 15 años, a fin de poder utilizar información renovada, de nuevas redes diversas fuentes de información. En contexto de cambio climático, la variabilidad interanual e intraestacional cada vez se intensifica y acentúa, por lo que no es un estudio que debe permanecer estanco.

## II. BIBLIOGRAFÍA

Amerine, M.; Winkler, A. (1944) “Composition and quality of must and wines of California grapes”. Hilgarida

15 : 493-675.

Aranguren González, M.; Pérez Rodríguez, J. y Pérez Acebedo, Y (2015) “Determinación de los índices bioclimáticos y tipo de clima para la vid en las condiciones de Jagüey Grande, Matanzas, Cuba”, Centro Agrícola, 42 (4): 75-83; octubre-diciembre, 2015; ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001; CE: 6814 CF: cag104152054 <http://cagricola.uclv.edu.cu>

Damario, A.; Pascale, A.J. y Bustos, C. (1998) “Método simplificado para la estimación agroclimática de horas de frío anuales”, Rev. Facultad de Agronomía, 18 (1-2): 93-97, 1998.

Estévez, J. Gavilan, P. (2015) “Procedimientos de validación de datos de estaciones meteorológicas automáticas. Aplicación a la Red de Información Agroclimática de Andalucía”, II Jornadas de Gestores y Usuarios de Redes Agrometeorológicas. <https://www.researchgate.net/publication/280665071>

Fernández Seoane, L. (2006): “La zonificación bioclimática vitícola como base para la selección de variedades de vinífera”, GeoFocus (Artículos), nº 6, p. 1-32. ISSN: 1578-5157

Gallina, M.; Rodríguez, A.; Muñoz, A. (2016) “Índices bioclimáticos para la vid en Contralmirante Guerrico, provincia de Río Negro, República Argentina” Boletín de Divulgación Técnica Nº 51 - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Centro Regional Patagonia Norte Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle - Edición y diseño: Área Comunicaciones – EEA Alto Valle.

Guajardo P., R.; Granados R., G.; Sánchez C., I.; Díaz P., G., Barbosa M., F. “Validación espacial de datos climatológicos y pruebas de homogeneidad: caso, Veracruz, México”

Huglin, P. y C. Schneider (1998) “Biologie et écologie de la vigne”. Ed. Lavoisier, Paris, 370p.

Huglin, P. (1983) “Possibilités d’appréciation objective du milieu viticole”.  
Bulletin de l’OIV 56 : 823-33

Huglin, P. (1978) “Nouveau mode d’évaluation des possibilités  
héliothermiques d'un milieu viticole”. Informe de la Academia de la Agricultura de  
Francia. 64: 1117-1126.

OMM-N° 1238 - Manual del Marco Mundial de Gestión de Datos Climáticos de  
Alta Calidad, Edición de 2019 Organización Internacional de la viña y el vino – OIV  
(2012) “RESOLUCIÓN OIV-VITI 423-2012 – “Líneas

directrices de la OIV sobre metodologías de zonificación vitivinícola a nivel del  
suelo y del clima”

Pedocchi, R. (2003) “Características generales del clima de Uruguay su  
relación con la regionalización vitícola”

- Taller – Seminario: Zonificación del cultivo de la vid, Terroir – Terruño y  
Potencial de cosecha - Montevideo, 1 al 6 de septiembre de 2003. En línea:  
<http://www.isa.utl.pt/riav/Pdf/PUBLICACAO- Montevideu.pdf>

Ramirez G., M. E. & López T., Q. (1993). “Métodos estadísticos no  
paramétricos”. Texcoco, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.

Tonietto, J.; Sotés Ruiz, V.; Gomez-Miguel, V. (ed. Tec.) (2012) “Clima,  
zonificación y tipicidad del vino en regiones vitivinícolas iberoamericanas”, CYTED –  
Madrid , 411 pp – ISBN 978-84-15413-10-3.

Tuomenvirta, H. (2001). Homogeneity adjustments of temperature and  
precipitation series-Finnish and Nordic data. International Journal of Climatology  
(England). 21, 495–506.

Veiga, H., Herrera, N., Skansi, M., Podestá, G. (2015) “Descripción de controles de calidad de datos climáticos diarios implementados por el Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur”, Serie Reportes Técnicos – Reporte Técnico CRC-SAS-2014-001, Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur.

Vila, H., Cañadas, M., Lucero, C. (1999) “Caracterización de zonas mesoclimáticas aptas para la vid (*Vitis vinífera* L.) en la provincia de San Juan, Argentina”, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Proyecto Vitivinícola de la Región Gran Cuyo – EEA Mendoza – EEA San Juan, 67 pp.

Zuluaga, P.; Zuluaga, E.; Lumelli, J.; De La Iglesia, F. (1971) “Ecología de la vid en la República Argentina”, Universidad Nacional de Cuyo – Facultad de Ciencias Agrarias: 61-100 - Mendoza, Argentina.

### III. ANEXO 1 EJEMPLOS DE TABLAS FINALES

**Tabla 5: Promedios mensuales (a) y anuales (b) de parámetros climáticos de las diversas estaciones meteorológicas analizadas**

a)

	Coordenadas			ENE							FEB							MAR	
	Lat (°)	Long (°)	Altitud (m)	Tmax	Tmed	Tmin	AmpTd	HFrio	HRMed	Ppacum	Tmax	Tmed	Tmin	AmpTd	HFrio	HRMed	Ppacum	...	...
Estación A																			
Estación B																			
Estación C																			
...																			

b)

	Coordenadas			ANUAL									
	Lat (°)	Long (°)	Altitud (m)	Tmax	Tmed	Tmin	AmpTd	HFrio	HRMed	Ppacum	Frec.Heladas	Frec Días >35°C	Frec. Olas de Calor
Estación A													
Estación B													
Estación C													
...													

**Tabla 6: Valores promedio de los diferentes índices bioclimáticos para la vid para cada estación meteorológica analizada.**

	Lat (°)	Long (°)	Altitud (m)	DPA	IW	IH	IFN	ITB13
Estación A								
Estación B								
Estación C								
...								

#### **IV. ANEXO 2 RESOLUCIÓN OIV-VITI 423-2012**

“Líneas directrices de la OIV sobre metodologías de zonificación vitivinícola a nivel del suelo y del clima”

RESOLUCIÓN OIV-VITI 423-2012 REV1

LÍNEAS DIRECTRICES DE LA OIV SOBRE METODOLOGÍAS DE ZONIFICACIÓN VITIVINÍCOLA A NIVEL DEL SUELO Y DEL CLIMA

LA ASAMBLEA GENERAL,

Por propuesta de la Comisión I “Viticultura”,

VISTOS los trabajos presentados por el grupo de expertos “Medioambiente vitícola y cambio climático” desde 2007,

CONSIDERANDO

Las resoluciones VITI/04/1998 y VITI/04/2006 de la OIV, según las que se recomienda a los países miembros proseguir estudios sobre zonificaciones vitivinícolas

CONSIDERANDO la resolución OIV-VITI 333-2010 sobre la definición de “terroir” vitivinícola,

CONSIDERANDO

Las repercusiones económicas, legislativas y culturales que están, normalmente, vinculadas a la zonificación vitivinícola,

CONSIDERANDO

Que hay un interés cada vez mayor por iniciar operaciones de zonificación en la mayoría de los países vitícolas,

#### CONSIDERANDO

Que existe, hoy en día, una multitud de disciplinas y herramientas útiles para realizar estudios de zonificación, pero que no se clasifican según su objetivo (o finalidad o utilización),

#### CONSIDERANDO

La necesidad de establecer una metodología que permita a los países miembros elegir el método de zonificación vitivinícola que más se adapte a sus necesidades y objetivos,

CONDIDERANDO que el “terroir” representa una dimensión espacial, lo que implica una necesidad de delimitación y zonificación, y también que se pueden zonificar distintos aspectos del “terroir”, en particular los elementos del medio físico: clima y suelo,

CONSIDERANDO la importancia, según propone el grupo de expertos CLIMA y la Comisión “Viticultura”, de contar con una sola resolución sobre la zonificación vitivinícola, dividida en cuatro partes (A, B, C, D),

DECIDE adoptar la resolución siguiente, relativa a “**Las líneas directrices de la OIV sobre metodologías de zonificación vitivinícola a nivel del suelo y del clima**”:

*Certificado conforme  
Izmir, 22 de junio de 2012  
El Director General de la OIV  
Secretario de la Asamblea general*

*Federico CASTELLUCCI*

Las características de un producto vitivinícola vienen dadas, en gran medida, por la influencia del suelo y del clima con respecto al comportamiento de la viña. La zonificación vitivinícola a nivel del suelo y a nivel del clima se debe hacer de forma coherente para una mayor exactitud. De hecho, el resultado de la interacción entre el clima y el suelo puede ser determinante para las características del producto. Por ejemplo la alimentación hídrica de los viñedos es una ilustración de éste.

En la presente propuesta, se presentan de forma separadas las etapas relativas a la zonificación a nivel del suelo y a nivel del clima. Esto permite a los usuarios de escalonar ambos tipos de zonificación en el tiempo, aunque, para un buen análisis de terroir, los dos tipos, así como la interacción entre ellos, son esenciales.

## PARTE A

### OBJETIVOS DE LA ZONIFICACIÓN VITIVINÍCOLA A NIVEL DEL SUELO Y DEL CLIMA

La zonificación vitivinícola a nivel del suelo y del clima puede tener diversas finalidades. El análisis previo de dichas finalidades es un paso indispensable en todo trabajo de zonificación. De hecho, la metodología aplicada debe ser adecuada con respecto a los objetivos que se persiguen (cuadro 1).

**Cuadro 1:** Objetivos de la zonificación vitivinícola y papeles respectivos del suelo, el clima así como la interacción entre ambos (++: importante; + intermedio; 0: nulo), para una variedad determinada.

Objetivo de la zonificación	Papel del suelo	Papel del clima	Papel de la interacción suelo/clima
Delimitación de territorios según el potencial que tengan para producir vinos de una tipología dada	+	++	++

Zonificación de la precocidad relativa potencial (cinética del desarrollo de la viña y de la maduración de la uva)	+	++	0 (efecto acumulativo)
Optimización de la gestión técnica mediante la adaptación del material vegetal	+	++	0
Optimización de la gestión técnica y medioambiental mediante la adaptación de prácticas culturales.	+	+	+
Gestión del territorio con relación a los riesgos fitosanitarios	+	++	+
Selecciones parcelarias	+	+	0
Gestión del territorio con relación a los recursos potenciales de agua	+	++	++
Zonificación de riesgos y de condiciones climatológicas adversas.	0	++	0
Protección de los “terroirs” y de los paisajes frente a diversas amenazas y sobre todo frente a la urbanización	+	0	0
Zonificación según las aptitudes de un región específica para la viticultura o para producir variedades específicas	+	++	+

## PARTE B

### LINEAS DIRECTRICES DE LA OIV SOBRE METODOLOGÍAS DE ZONIFICACIÓN VITIVINÍCOLA A NIVEL DEL SUELO

Una metodología en 3 etapas

#### *Etapa 1: Elegir uno o varios enfoques*

La zonificación vitivinícola a nivel del suelo puede basarse en una o varias disciplinas científicas: geología, geomorfología o pedología.

- La geología permite un enfoque sintético que se adapta a zonificaciones a pequeña escala ( $\leq 1/50\ 000$ ). Es indispensable tener un conocimiento previo de la geología local para realizar la cartografía de los suelos. La geología no permite, o permite en escasa medida, explicar el funcionamiento de la viña.

- La geomorfología permite un enfoque sintético que se adapta a zonificaciones a pequeña escala ( $\leq 1/50\ 000$ ). La geomorfología facilita la comprensión de la distribución de la profundidad del suelo en una región determinada. La geomorfología no permite, o permite en escasa medida, explicar el funcionamiento de la viña.

- La pedología (cartografía de los tipos de suelos) constituye un enfoque adaptado a zonificaciones a mediana o gran escala ( $\geq 1/25\ 000$ ). Para elaborar mapas pedológicos, es necesario el uso de sondeos con barrena y el estudio de perfiles (calicatas) del suelo. La pedología permite establecer lazos con el funcionamiento de la viña. Se recomienda realizar la cartografía de los suelos tomando como referencia la clasificación "Soil Taxonomy" (clasificación estadounidense; USDA, 2010), la "World Reference Base for Soil Resources" (clasificación FAO, 2006) o la "Référentiel Pédologique" (clasificación francesa; Baize et Girard, 2009). Si una clasificación local se utiliza, una correspondencia en una de las tres clasificaciones anteriores deben indicarse. El interés y los límites de uso de cada una de estas tres clasificaciones se expone en el ANEXO 1.

Algunas disciplinas pueden aportar un complemento de información útil a la zonificación, pero si se utilizan de forma individual, no permiten la zonificación de los suelos vitícolas. Puede citarse la botánica (plantas indicadoras del medio).

La zonificación puede requerir varios enfoques simultáneos. La combinación de un enfoque geológico, geomorfológico y pedológico permite producir una zonificación pertinente.

#### Etapa 2: Elegir la escala adaptada

La zonificación se realiza a una cierta escala, que debe definirse previamente. La elección de la escala dependerá de los objetivos de la zonificación (parte A) y del enfoque elegido (parte B, etapa 1). Cuanto mayor es la escala, más precisa es la zonificación y más elevado es su coste. A la hora de elaborar mapas pedológicos, se debe tener en cuenta que a una escala dada le corresponde una cierta densidad de observaciones que deben respetarse para tener una resolución que se corresponda con la escala propuesta (cuadro 2).

**Cuadro 2:** cantidad de sondeos y perfiles necesarios para la elaboración de un mapa edafológico en función de la escala [El número total de observaciones por hectárea (a+b) corresponde a la suma de los sondeos realizados con barrena (a) y de los perfiles (b)].

Escala	Nº de ha por sondeo (1/a)	Nº de sondeos por ha (a)	Nº de ha por perfil (1/b)	Nº de perfiles por ha (b)	Total Nº de observaciones por hectárea (a + b)
1/2.500	0,13-0,06	7,750–15,500	4-2	0,250–0,500	8 - 16
1/10.000	2,10-1,05	0,475–0,950	40 - 20	0,025–0,050	0,5 – 1
1/25.000	13,70-6,90	0,073–0,145	143 - 67	0,007-0,015	0,08 – 0,16
1/100.000	250-125	0,004–	1000 - 500	0,001–0,002	0,005 –

		0,008			0,01
1/250.000	1428-833	0,0007- 0,0012	5000-2500	0,0002- 0,0004	0,0009 0,0016

Este cuadro, que contiene una serie de sondeos y perfiles, se basa en las siguientes reglas:

- 0,5 (valores más bajos) a 1 (valores más altos) observaciones por cm<sup>2</sup> de mapa
- una proporción decreciente de sondeos / perfiles, como sigue:

para la escala 1/2.500 = 30 sondeos / perfil para la escala 1/10.000 = 20 sondeos / perfil para la escala 1/25.000 = 10 sondeos / perfil para la escala 1/100.000 = 4 sondeos / perfil

para la escala 1/250.000 = 3 - 3,5 sondeos / perfil

Si la distribución es localmente compleja, puede ser necesario aumentar la densidad de los sondeos y/o de los perfiles, especialmente para las escalas de 1/25.000 y 1/100.000. Para la escala 1/250.000 se recomienda asignar una o más áreas de "zonas modelo" de referencia en una escala más grande para poner de relieve la distribución de los suelos de acuerdo a la geología y la geomorfología. Para escalas más pequeñas que 1/250.000, no es necesario hacer sondeos.

El coste del estudio depende de la escala, a prorrata de los sondeos y perfiles.

Etapa 3: Elegir el uso potencial de una o varias nuevas tecnologías para la zonificación a nivel del suelo

Pueden utilizarse varias tecnologías novedosas para la zonificación a nivel del suelo, ya sea para aumentar su precisión o para facilitar el uso de la zonificación o para reducir el coste del mismo. Estas nuevas tecnologías pueden reducir, pero no sustituir completamente a las observaciones en el trabajo de campo.

- Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten obtener un informe informatizado de los resultados de la zonificación, entrecruzar varias capas de información e insertar información no espacializada.
- Los Modelos Digitales de Terreno (MDT) permiten realizar estudios geomorfológicos precisos a un coste moderado.
- La geofísica (medición de la resistividad eléctrica del suelo) permite aumentar la precisión de los mapas de suelo, limitando al mismo tiempo la cantidad de sondeos necesarios para su realización. Esta tecnología se adapta principalmente para realizar trabajos de zonificación a gran escala ( $\geq 1/5\ 000$ )
- La teledetección permite interpretar el estado de la superficie del suelo de las parcelas no plantadas, sin vegetación.
- La geoestática permite transformar las informaciones puntuales en información espacializada.

## **PARTE C**

### **LÍNEAS DIRECTRICES DE LA OIV SOBRE LAS METODOLOGÍAS DE ZONIFICACIÓN VITIVINÍCOLA A NIVEL DEL CLIMA**

Una metodología en 3 etapas

#### *Etapa 1: Elegir los indicadores climáticos*

La zonificación climática vitivinícola se basa en distintos índices que resultan del análisis de los datos climáticos. La elección de los datos utilizados, de sus fuentes y de los índices calculados se hace en función de los objetivos señalados en la parte A (véase el cuadro 3), así como en función de su disponibilidad.

**Cuadro 3:** Datos climáticos e índices bioclimáticos que han de utilizarse en función de los objetivos de la zonificación vitivinícola en función del clima:

<b>Objetivo de la zonificación o criterio de análisis</b>	<b>Datos climáticos e índices bioclimáticos adaptados a los objetivos de la zonificación</b>	<b>Tiempo requerido</b>
<i>Precocidad relativa</i>	ITE, AvGST	Mes, día, hora
<i>Potencial de un territorio en la producción de vinos de una cierta tipicidad</i>	BH, RR (floración-vendimia), ET <sub>0</sub> , AMP., MIN, ITE, AvGST	Mes, día, hora
<i>Gestión del agua</i>	BH, PT (periodo vegetativo), ET <sub>0</sub>	Mes, día, hora
<i>Riesgos fitosanitarios</i>	TM, RH, DH, modelos de previsión de riesgos fitosanitarios	Día, hora
<i>Riesgos de heladas</i>	TN, TS, GDD	Día, hora
<i>Riesgos de granizo</i>	Granizómetros ( <i>hailpads</i> ), radar meteorológico	Día, hora
<i>Riesgos relacionados con el calor extremo</i>	TX	Día, hora
<i>Problemas relacionados con el viento</i>	V	Día, hora

SIGLAS UTILIZADAS: AvGST: temperatura media durante el período vegetativo; BH: balance hídrico; DH: duración de la humectación; ET<sub>0</sub>: evapotranspiración de referencia (potencial); ITE: integral térmica eficaz y sus derivados (índice de Winkler, índice de Huglin,...); AMP: índices basados en la amplitud térmica en período de maduración. MÍN: índices basados en las temperaturas mínimas en período de maduración. RH: humedad relativa; PT: precipitaciones acumuladas; TM: Temperatura media del aire; TN: temperatura mínima; TS: temperatura de superficie; y TX: temperatura máxima, V: velocidad del viento.

A efectos de comparación con otros estudios de zonificación realizados en otros lugares o períodos, es recomendable utilizar en la medida de lo posible indicadores adecuados y de uso frecuente (véase el ANEXO 2).

Etapa 2: elegir datos climáticos de partida de buena calidad y adecuados para la zonificación climática.

Disponemos de tres tipos de datos climáticos según sus fuentes: los registrados en las estaciones meteorológicas, los obtenidos mediante sistemas de teledetección (satélites y radares) y los proporcionados por modelos dinámicos (modelos de circulación general o GCM y modelos dinámicos regionales).

La mayoría de los indicadores adecuados para proceder a una zonificación climática se pueden calcular a partir de los datos obtenidos en las estaciones meteorológicas. Previamente se debe:

- evaluar la calidad de los puntos de recogida de datos para garantizar la homogeneidad de la señal climática registrada (evitar la influencia del microclima del punto de medición),
- detectar y eliminar los datos atípicos o erróneos.

Estos datos climáticos o los índices relevantes derivados son puntuales. La espacialización de estos datos es indispensable para la zonificación. Consiste en calcular, para cualquier punto del espacio objeto de estudio, el valor estimado de una variable o de un índice bioclimático a partir de los datos obtenidos en los puntos de medición. Para ello existen dos posibilidades: la delimitación subjetiva, basada en la experiencia del cartógrafo, y la interpolación espacial de los datos climáticos.

Es indispensable calcular la incertidumbre que conlleva la interpolación, lo que puede hacerse mediante un conjunto de datos de validación independiente del utilizado en la interpolación o llevando a cabo una validación cruzada dejando uno fuera (leave-one-out).

Los sistemas de teledetección cubren grandes extensiones y proporcionan datos de forma continua en el tiempo. Antes de poder utilizar este tipo de datos para la zonificación vitivinícola suele ser necesario realizar tratamientos previos (por ejemplo, la eliminación de artefactos como las nubes y el cálculo de índices a partir de los datos medidos en el terreno, etc.). También se debe comprobar la calidad de los datos, en particular la homogeneidad espacial y temporal de la señal analizada (por ejemplo, en el caso de una zonificación basada en imágenes de satélite diferentes).

Los modelos dinámicos (o modelos de circulación regional / general) proporcionan una ingente cantidad de datos climáticos con una gran cobertura espacial (todo el planeta). Sin embargo, la resolución espacial de los datos es relativamente baja (de entre 50 y varios cientos de kilómetros) y la evaluación de la calidad de los datos que proporcionan estos modelos plantea problemas metodológicos (comparación píxel volumétrico/estación meteorológica).

### Etapa 3: identificar zonas climáticamente homogéneas

A diferencia de la zonificación vitivinícola a nivel del suelo, que se sirve mayoritariamente de datos cualitativos (tipo de suelo), la zonificación climática se basa en datos cuantitativos continuos. Por este motivo, ciertas zonas consideradas homogéneas deben delimitarse sobre la base de unos parámetros climáticos. Las zonas climáticamente homogéneas deben tener obligatoriamente una variabilidad espacial igual o mayor que el error cartográfico. También es preferible que los límites se definan con criterios adecuados a la viticultura y susceptibles de verificación en una etapa de validación. Dicho de otro modo, deben evitarse las clases cuyas amplitudes de variación climática carezcan de sentido en viticultura.

Por otra parte, dado que el clima está sujeto a una variabilidad temporal notable, la zonificación climática vitivinícola debe basarse, para tener la solidez necesaria, en estadísticas calculadas para un número de años suficientemente grande, que depende del objetivo de la zonificación, de la variable objeto de análisis y de los factores responsables de sus variaciones en el espacio (véase ANEXO 3).

Por último, cabe considerar un enfoque cualitativo de la zonificación vitivinícola basado en el análisis del paisaje (índice de cobertura del paisaje, balance de radiación) y al que se le puede aplicar el análisis digital del relieve (modelos digitales del terreno) y los Sistemas de Información Geográfica. Se trata de un enfoque más subjetivo, pero que brinda la oportunidad de evitar recurrir a los datos climáticos, y fácil de poner en práctica. Además, se ve intrínsecamente limitado dada la ausencia de medidas cuantitativas de las variables estudiadas.

## PARTE D

### MÉTODOS DE VALIDACIÓN DE ZONIFICACIÓN VITIVINÍCOLA A NIVEL DEL SUELO Y DEL CLIMA

En función de los objetivos ya presentados, la exactitud de la zonificación vitivinícola a nivel del suelo y a nivel del clima se puede validar mediante distintos métodos:

- Por estudios ecofisiológicos. Estos métodos se interesan por la respuesta de la vid a los factores medioambientales. Permiten explicar el funcionamiento de la vid en relación con el suelo, a nivel del régimen hídrico del territorio en cuestión y del de la vid, de su alimentación mineral (y, en particular, nutrición nitrogenada), de su fenología, de su expresión vegetativa y de la maduración de las uvas. Pueden ser específicas (red de parcelas de referencia) o espacializadas (mapas de vigor, de precocidad, de régimen hídrico, de nutrición nitrogenada, de componentes de la uva madura...);
- por encuestas parcelarias con el objetivo de estudiar la correspondencia entre el conocimiento empírico de los productores y la potencialidad vitícola;
- por evaluación sensorial de la calidad y el tipo de la uva y del vino obtenido, por vinificación a gran escala o por microvinificación;
- para las zonificaciones relativas a los riesgos climáticos o fitosanitarios, por comparación de los daños observados en el campo y los niveles de riesgo establecidos por la cartografía.

Esta etapa de validación puede ser asistida por nuevas tecnologías. Los mapas de vigor y de cinética del desarrollo pueden ser obtenidas por teledetección aérea o proxi-detección con ayuda de captadores embarcados sobre maquinarias agrícolas y geolocalizados por GPS. Las geoestadísticas permiten transformar la información punto a punto en información espacializada, a condición de que la densidad de la información punto a punto sea suficientemente elevada. Los SIG permiten cruzar las capas resultantes de la zonificación con las capas de información obtenidas en la etapa de validación.

La restitución de los resultados de las zonificaciones a nivel del suelo y/o a nivel del clima deberá responder a los objetivos planteados; es decir, dicha

restitución se deberá hacer en una escala adaptada y en un formato comprensible para los destinatarios finales. Los formatos de restitución pueden ser desde informes globales para los responsables administrativos hasta softwares de gestión parcelaria para los estudios a gran escala que podrían utilizar directamente los viticultores.

## **CONCLUSIONES**

Existen numerosos enfoques para la zonificación vitivinícola, que necesitan la utilización de varias disciplinas científicas a diversas escalas, con el apoyo de una mayor o menor cantidad de nuevas tecnologías. El enfoque y la escala considerados para la zonificación, dependen de los objetivos que deben determinarse de antemano.

Para la zonificación a nivel del suelo de una explotación de unas diez hectáreas se utiliza una escala de 1/5 000, mientras que para la zonificación de una denominación se utiliza una escala de 1/10 000 a 1/25 000. Por debajo de la escala de 1/25 000, la zonificación pedológica deja de ser interesante ya que se hace inevitable la reagrupación de varios tipos de suelo en una misma unidad de leyenda.

Las zonificaciones más pertinentes a nivel del suelo se obtienen mediante un enfoque multidisciplinario: geológico, geomorfológico y pedológico.

La calidad de los datos de partida es clave en la zonificación climática. Las incertidumbres de las mediciones, sobre todo a gran escala, son a veces superiores a la variabilidad espacial del fenómeno estudiado. Por otro lado, el procedimiento cartográfico (espacialización de los datos) puede dar lugar a errores de estimación importantes que vendrían a sumarse a las incertidumbres relacionadas con los instrumentos de medición o con las condiciones microclimáticas del punto de medición. Por ello, todo procedimiento de zonificación climática debe comprender una evaluación de la incertidumbre global.

La validación de la zonificación puede llevarse a cabo a partir de observaciones fenológicas, mediciones ecofisiológicas, análisis de los vinos, datos económicos o recurriendo a nuevas tecnologías como la teledetección. Eventualmente investigaciones antes los viticultores pueden asistir los resultados de la validación.

Una zonificación vitivinícola es una herramienta de medición del interés y exactitud que es fácil de utilizar y que se adapta a las necesidades de los destinatarios.

### **ANEXO 1: Diferentes clasificaciones pedológicas recomendadas para la zonificación vitivinícola a nivel del suelo.**

Existen numerosas clasificaciones pedológicas. En aras de la armonización, la OIV recomienda a sus miembros que utilicen una de las tres clasificaciones que se proponen a continuación en los trabajos de zonificación vitivinícola: la clasificación *Soil Taxonomy* (clasificación estadounidense; USDA, 2010), la *World Reference Soil Resources* (clasificación FAO, 2006), o la *Référentiel Pédologique* (clasificación francesa; Baize y Girard. 2009). Todas estas clasificaciones presentan tanto intereses como límites de uso.

La clasificación *Soil Taxonomy* (clasificación estadounidense; USDA, 1993, 1999, 2010) facilita la definición más precisa de los diferentes tipos de suelos y se utiliza en muchos países. No obstante, es una herramienta que, debido a su complejidad, tan solo es útil para pedólogos especializados; es bastante inútil para cualquier otra persona que pudiera realizar trabajos de zonificación vitivinícola.

La *World Reference Soil Resources* (clasificación FAO, 2006), también conocida como clasificación de la FAO, es una clasificación reconocida a nivel internacional y fácil de utilizar. No obstante, el número de referencias que se proponen no es muy amplio (solo 32). Por otra parte, esta clasificación no reconoce el papel preponderante de los tipos de rocas en la pedogénesis. Por lo tanto, no se produce un reagrupamiento de suelos carbonatados, lo que supone un límite para la zonificación vitícola.

La *Référentiel Pédologique* (clasificación francesa; Baize y Girard. 2009) es una clasificación relativamente completa y fácil de utilizar. Se basa en criterios morfológicos (horizonte diagnóstico) y en factores pedogenéticos (tipo de roca madre

en especial). A pesar de que esta clasificación se utilice en numerosos países, su origen nacional (Francia) es un límite.

## **ANEXO 2: Índices bioclimáticos utilizados normalmente en la práctica de la zonificación vitivinícola**

Existen numerosos índices útiles para la zonificación climática vitivinícola. Para calcularlos, es necesario basarse en conceptos ecofisiológicos y en modelos más o menos elaborados. Entre los más complejos encontramos los modelos de cultivo mecanicistas, mediante los que se evalúa de forma realista la influencia del clima en el desarrollo de la vid y en la maduración de la uva (Bindi y Maselli, 2001; García de Cortázar Atauri, 2006). Su principal inconveniente es el grado de especialidad que requieren, por lo que el usuario debe ser un experto. No obstante, los indicadores sencillos, tales como la temperatura media durante la estación de vegetación (Jones *et ál.*, 2004), son menos exactos desde el punto de vista de la biología, pero accesibles a un mayor público. Cabe destacar que en la literatura científica y técnica, los índices que más se utilizan para la caracterización o zonificación climática de medios vitivinícolas son relativamente sencillos, de base empírica o mecanicista (Amerine y Winkler, 1944; Dumas *et ál.*, 1997; Jacquet y Morlat, 1997; Tonietto y Carbonneau, 1998; Bois *et ál.*, 2008). Los conceptos más usados son: las temperaturas extremas (temperaturas bajo cero en partes vegetativas, leñosas y yemas así como temperaturas muy altas), las temperaturas acumuladas, el balance hídrico y las temperaturas mínimas y/o amplitudes térmicas en período de maduración de la uva. Dependiendo de los objetivos de la zonificación, puede ser conveniente centrarse en un enfoque multi-criterios mediante la combinación de los índices que proporcionan información complementaria (como, por ejemplo, la Clasificación Climática Multicriterio propuesta por Tonietto, 1999 y Tonietto y Carbonneau, 2004).

Indicadores de riesgo basados en temperaturas extremas:

### **- *Temperatura mínima bajo cero en períodos de reposo vegetativo de la vid.***

Se trata de la temperatura mínima, por debajo de la que se pueden producir daños irreversibles con respecto a la viabilidad de las yemas o de la cepa al completo. Aunque depende del material vegetal y de la fuerza de la vid, el umbral de

resistencia de la vid a las bajas temperaturas oscila entre  $-15^{\circ}\text{C}$  y  $-25^{\circ}\text{C}$  (Düring, 1997; Lisek, 2009).

- ***Temperatura mínima bajo cero en período vegetativo.***

La destrucción de los órganos vegetativos como consecuencia de las temperaturas bajo cero depende de la fase de desarrollo de la vid y del material vegetal (Fuller y Telli, 1999). Los daños se producen normalmente con temperaturas por debajo de los  $-3^{\circ}\text{C}$ . En climas templados, estas situaciones se suelen producir en condiciones del tipo “helada radiativa”, asociadas a una inversión del gradiente altitudinal clásico: las temperaturas bajo tierra (1,5 o 2 m) difieren a veces mucho de las condiciones que se observan a nivel de los órganos vegetativos (Guyot, 1997). Por eso, se considera de  $0^{\circ}\text{C}$  a  $-2^{\circ}\text{C}$  bajo tierra la temperatura bajo cero en período vegetativo.

- ***Temperatura máxima en el período vegetativo y en el período de maduración de la uva.***

Las consecuencias de las altas temperaturas sobre la vid son diversas en función de su duración, recursos hídricos, fase de vegetación y genotipo (Matsui et ál., 1986; Sepúlveda et ál.; 1986<sup>a</sup> y 1986<sup>b</sup>). Además, no tienen por qué producirse consecuencias negativas en la fisiología de la vid ni en la maduración de la uva (Huglin y Schneider, 1998). No obstante, se puede considerar que, por encima de los  $35^{\circ}\text{C}$ , la capacidad de fotosíntesis de la vid decrece y el contenido en antocianinos de la uva se ve afectado (Spayd et ál., 2002; Kliewer, 1977).

**Índices basados en la temperatura del aire en estación vegetativa, indicadores de la cinética del desarrollo de la vid y de la maduración de la uva.**

- ***Temperatura media de la estación de vegetación.***

Se trata del cálculo de la temperatura media del aire entre los meses de abril a octubre inclusive (hemisferio nort) o de octubre a abril inclusive (hemisferio sur). Propuesto por Jones et ál. (2005).

- ***Grados-día de Winkler (Amerine y Winkler, 1944).***

Se trata de la suma de las temperaturas del aire por encima de 10°C, del 1 de abril al 31 de octubre (hemisferio norte) o del 1 de octubre al 30 de abril (hemisferio sur).

2

$$WI = \sum GDD \quad (1)$$

$$GDD = \text{máx} \left[ \left( \frac{T_{\text{mín.}} + T_{\text{máx.}}}{2} - 10 \right); 0 \right] \quad (2)$$

Según la cual *WI*: Índice de Winkler [°C-día]; *GDD* (ITE): Suma térmica (*Growing*

*Degree Days*, [°C-día]);  $T_{\text{mín.}}$ : temperatura mínima [°C];  $T_{\text{máx.}}$ : temperatura máxima [°C].

El *WI* también se puede calcular a partir de datos mensuales. En tal caso, se debe multiplicar, de forma mensual, las sumas térmicas (*GDD*) obtenidas mediante la ecuación

(2) por el número de días cada mes.

- **Grados-día biológicamente efectivos (*Biologically Effective Degree Days*)**. Gladstones (1992) fue quien propuso este concepto, que se basa también en sumas térmicas por encima de 10°C. Según este, si la temperatura media del día supera los 19°C, la cinética del desarrollo de la vid alcanza un nivel de meseta. De este modo, el valor máximo de [°C-día] se ve limitado a 9°C (por encima de 10°C).

$$BEDD_{\text{index}} = \sum BEDD \quad (3)$$

$$BEDD = \text{mín.} \left\{ \text{máx.} \left[ \left( \frac{T_{\text{mín.}} + T_{\text{máx.}}}{2} - 10 \right); 0 \right]; 9 \right\}$$

Según la cual  $BEDD_{\text{index}}$ : índice de grados-día biológicamente efectivos [°C-d], *BEDD*: grados-día biológicamente activos;  $T_{\text{mín.}}$  y  $T_{\text{máx.}}$  tienen el mismo significado y la misma unidad que en la ecuación (2).

- **Índice heliotérmico de Huglin (Huglin, 1978).**

Se trata de un cúmulo de temperaturas en particular, que se realiza teniendo en cuenta la influencia de la temperatura al mediodía (temperaturas cercanas a las máximas), que es cuando la actividad fotosintética de la vid alcanza su punto álgido. Además, presenta un coeficiente de duración del día, que depende de la latitud, para integrar la duración de la actividad fotosintética, mayor en la estación vegetativa de la vid hacia latitudes altas.

$$HI = k \times \sum HDD \quad (4)$$

REV1

$$HDD = \max \left[ \left( \frac{\left[ \frac{(T_{\min} + T_{\max})}{2} - 10 \right] + (T_{\max} - 10)}{2} \right); 0 \right] \quad (5)$$

Según la cual *HI*: índice heliométrico de Huglin [°C-días], que se corresponde con la suma de los *HDD* desde el 1 de abril al 30 de septiembre en el hemisferio norte y del 1 de septiembre al 30 de abril en el hemisferio sur; *HDD*: grados-día de Huglin [°C-días];  $T_{\min}$ . y  $T_{\max}$ : tienen el mismo significado y la misma unidad que en la ecuación (2); *k*: coeficiente de duración del día [sin unidad]; el valor de este coeficiente depende de la latitud (Cuadro 1).

**Cuadro 1: valor del coeficiente de duración del día *k* para varias latitudes.**

Latitud	40 a 42°	42,1 a 44°	44,1 a 46°	46,1 a 48°	48,1 a 50°
Valor de <i>k</i>	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06

NB: no se propone valor para *k* ni por encima ni por debajo de las latitudes 40 y 50°. Los trabajos actuales deberían proponer nuevos valores para el coeficiente *k* para las latitudes más bajas y más altas que las que se dieron en principio para calcular el *HI*.

**Índices basados en la temperatura nocturna y/o en la amplitud térmica, indicadores de las condiciones de maduración de la uva:**

- **Índice de frescor nocturno (IFN):**

Fueron Tonietto (1999) y Tonietto y Carbonneau (2004) quienes propusieron el índice de frescor nocturno. Se corresponde con la media de las temperaturas mínimas (°C) del mes de septiembre en el hemisferio norte y del mes de marzo en el hemisferio sur.

Las temperaturas mínimas durante el período de maduración de la uva de cada variedad / región también pueden ser incluidos, a fin de considerar las condiciones locales.

- **Índice de Fregoni (simplificado):**

Según el mismo principio, Fregoni (Fregoni y Pezzuto, 2000) propuso un índice que integrara tanto la amplitud térmica diurna como la duración del período en el que la temperatura se mantiene por debajo de los 10°C y por un período de 30 días anteriores a la madurez de la uva. Este se basa en temperaturas por horas y su versión simplificada se puede aplicar a los datos climatológicos diarios:

$$IF_s = \sum (T_{\max} - T_{\min}) \times \sum N_{dT < 10} \quad (4)$$

Según la cual,  $IF_s$ : índice de Fregoni simplificado [°C-día];  $T_{\min}$  y  $T_{\max}$  tienen el mismo significado y la misma unidad que en la ecuación (2);  $N_{dT < 10}$ : número de días en los que la temperatura media se sitúa por debajo de los 10°C.

**Balance hídrico climático vitícola, indicador del suministro de agua con relación al clima:**

- **Índice de sequía:**

Se trata de una adaptación de Tonietto (1999) del balance hídrico de Riou (1994). El balance hídrico se calcula en periodos mensuales, en un período de 6 meses, entre el 1 de abril y el 30 de septiembre (hemisferio norte) y entre el 1 de

octubre y el 31 de marzo (hemisferio sur). El valor al terminar este “ciclo” (30 de septiembre en el hemisferio norte y 31 marzo en el hemisferio sur) se corresponde con el índice de sequía.

$$IS = W_{m=6} \quad (5)$$

Según la cual, IS: índice de sequía [mm];  $W_{m=6}$ : valor del balance hídrico [en mm] al final del sexto mes  $m$ .

El balance hídrico para cada uno de los meses se calcula como sigue:

$$W_m = \min(W_{m-1} + P - T_v - E_s ; W_0) \quad (5)$$

Según la cual,  $W_m$ : balance hídrico al final del mes  $m$ ;  $W_{m-1}$ : balance hídrico al final del mes anterior;  $P$ : cúmulo mensual de precipitaciones en el mes  $m$ ;  $T_v$ : transpiración de la vid en el mes  $m$ ;  $E_s$ : evaporación a nivel del suelo en el mes  $m$ ;  $W_0$ : reserva útil del suelo fijada a 200 mm. Todas estas magnitudes se expresan en mm.

Cuando  $m=1$ , es decir, para el primer mes de cálculo del balance hídrico, se considera que la cantidad de agua disponible en el suelo relativa al mes anterior ( $W_{m-1}$  o  $W_0$ ) es igual a la reserva  $W_0$ , es decir, 200 mm.

**NB:**  $W_m$  puede tener un valor negativo. Este enfoque conceptual se propone en aras de una caracterización más adecuada de la importancia de un posible déficit de recursos hídricos para la vid.

La transpiración de la vid se evalúa cada mes en función de la fase de desarrollo de la vid y de la demanda evaporativa de la atmósfera:

$$T_v = k ET_0 \quad (6)$$

Según la cual,  $ET_0$ : evapotranspiración de referencia acumulada en el mes  $m$  (o evapotranspiración potencial, [mm]);  $k$ : coeficiente de intercepción de la radiación solar en la cobertura vegetal de la vid, que se evalúa de forma mensual en función de la fase de desarrollo de la vid (Cuadro 2).

**Cuadro 2: valor del coeficiente  $k$  para los 6 meses de cálculo del índice de sequía.**

Mes número:	1	2	3 a 6
Mes hemisferio norte	Abril	Mayo	Junio a septiembre
Mes hemisferio sur	Octubre	Noviembre	Diciembre a marzo
Valor de $k$	0,1	0,3	0,5

La evaporación del suelo se corresponde con la fracción de  $ET_0$  que no haya consumido la vid, es decir  $(1-k) \times ET_0$ , para el período en el que la parte superficial del suelo aun esté húmeda. La duración de este período se evalúa en función de las precipitaciones del mes

$P$ . Esta se corresponde, en número de días, con la quinta parte del cúmulo de precipitaciones del mes  $m$ :

$$E_s = \frac{ET_0}{N_{d,m}} (1-k) \max\left(\frac{P}{5}; N_{d,m}\right) \quad (7)$$

Según la cual,  $N_{d,m}$ : número de días del mes  $m$ .

### **ANEXO 3: Nota sobre el muestreo temporal necesario para el uso de índices bioclimáticos para la zonificación vitivinícola a nivel del clima.**

El clima se distingue principalmente del suelo por su variabilidad temporal. Además, para su caracterización, con vistas a una zonificación vitivinícola y con relación a los índices bioclimáticos utilizados, es necesario llevar a cabo un estudio durante numerosos años. La duración de dicho muestreo temporal, *duración del estudio* en adelante, dependerá del objetivo del mismo. Se pueden distinguir, principalmente, 2 casos:

El objetivo de la zonificación se limita a la identificación de las zonas climáticamente homogéneas (con relación a uno o varios índices agroclimáticos) de la región que se esté estudiando.

Los objetivos de la zonificación son (1) distinguir las zonas climáticamente homogéneas de la región que se esté estudiando, (2) comparar las características climáticas de las zonas identificadas en la región que se esté estudiando con otras regiones vitivinícolas (comparación intra y extraregional).

En el primero de los casos, la duración del estudio puede variar en función de la escala espacial y de los factores atmosféricos y medioambientales que lideren la variabilidad espacial del clima. De este modo, para las zonificaciones a gran escala (la dimensión de la región en estudio es inferior a aproximadamente 100 km), diversas variables, como la temperatura del aire, se pueden ver afectadas en algunas regiones por elementos geográficos de carácter perenne o algo variables en el tiempo, por ejemplo, el relieve o la ocupación del suelo. Así, la duración de un estudio a varios años (5 como mínimo) puede ser suficiente para recalcar las estructuras espaciales redundantes en el transcurso de los años. En cambio, las variables cuya distribución espacial dependa, en gran parte, de las condiciones atmosféricas (por ejemplo la pluviometría), requieren una duración de estudio consecuente. Por lo tanto, se recomienda hacer uso de las duraciones que la

Organización Meteorológica Mundial (WMO, 1989; Arguez y Vose, 2011) indica para el cálculo de las normales climatológicas, es decir, 30 años.

En el segundo de los casos, se recomienda asimismo hacer uso de una duración de estudio de 30 años. Es evidente que para comparar las características climáticas de las zonas identificadas en la región en estudio con otras regiones vitícolas, son necesarios períodos de estudio idénticos a causa de la evolución climática a largo plazo.

## Referencias bibliográficas:

Amerine, M.A. y A.J. Winkler. 1944. *Composition and quality of musts and wines of California grapes*. Hilgardia. 15(6): 493-673.

Arguez, A. y Vose, R.S., 2011. *The Definition of the Standard WMO Climate Normal: The Key to Deriving Alternative Climate Normals*. Comunicado de la Sociedad Americana de Meteorología 92: 699-704.

Baize D. y Girard M.-C. 2009. *Référentiel Pédologique 2008*. Ed. Quae, France, 406p.

Bindi, M. y F. Maselli. 2001. *Extension of crop model outputs over the land surface by the application of statistical and neural network techniques to topographical and satellite data*. Climate Research. 16: 237-246.

Bois, B., C. Van Leeuwen, P. Pieri, J.P. Gaudillère, E. Saur, D. Joly, L. Wald y D. Grimal. 2008. *Viticultural agroclimatic cartography and zoning at mesoscale level using terrain information, remotely sensed data and weather station measurements. Case study of Bordeaux winegrowing area*. En el *VIIème Congrès International des Terroirs viticoles*. Nyons (Suiza).

Dumas, V., E. Lebon y R. Morlat. 1997. *Différenciations mésoclimatiques au sein du vignoble alsacien*. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin. 31(1): 1-9.

Düring, H. 1997. *Potential frost resistance of grape: Kinetics of temperature-induced hardening of Riesling and Silvaner buds*. Vitis. 36(4): 213-214.

Fregoni, C. y S. Pezzutto. 2000. *Principes et premières approches de l'indice de qualité Fregoni*. Progr.Agric.Vitic. 117: 390-396.

Fuller, M.P. y G. Telli. 1999. *An investigation of the frost hardiness of grapevine (Vitis vinifera) during bud break*. Annals of Applied Biology. 135: 589-595.

García de Cortázar Atauri, I. 2006. *Adaptation du modèle STICS à la vigne (Vitis vinifera L.). Utilisation dans le cadre d'une étude d'impact du changement climatique à l'échelle de la France*. Tesis Doctoral, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, Montpellier (Francia), 292p.

Guyot, G. 1997. *Climatologie de l'environnement. De la plante aux écosystèmes*. Ed.

Masson, Paris, 544p.

Huglin, P. 1978. *Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole*. Informe de la Academia de la Agricultura de Francia. 64: 1117-1126.

Huglin, P. y C. Schneider. 1998. *Biologie et écologie de la vigne*. Ed. Lavoisier, Paris, 370p.

Jacquet, A. y R. Morlat. 1997. *Caractérisation de la variabilité climatique des terroirs viticoles en val de Loire. Influence du paysage et des facteurs physiques du milieu*. Agronomie. 17(9/10): 465-480.

Jones, G.V., P. Nelson, y N. Snead. 2004. *Modeling Viticultural Landscapes: A GIS Analysis of the Terroir Potential in the Umpqua Valley of Oregon*. Geoscience Canada. 31(4): 167-178.

Jones, G.V., M.A. White, O.R. Cooper, y K. Storchmann. 2005. *Climate change and global wine quality*. Climatic Change. 73(3): 319-343.

Kliewer, W.M. 1977. *Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of Emperor grapes*. American Journal of Enology and Viticulture. 28(2): 96-103.

Lisek, J. 2009. *Frost damage of buds on one-year-old shoots of wine and table grapevine cultivars in Central Poland following the winter of 2008/2009*. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 17(2): 149-161.

Matsui, S., K. Ryugo y W.M. Kliewer. 1986. *Growth inhibition of Thompson Seedless and Napa Gamay berries by heat stress and its partial reversibility by applications of growth regulators*. American Journal of Enology and Viticulture. 37(1): 67-71.

Riou, C. 1994. *Le déterminisme climatique de la maturation du raisin: application au zonage de la teneur en sucre dans la Communauté Européenne (E Commission, Ed.)*. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo, 322p.

Sepulveda, G. y W.M. Kliewer. 1986. *Effect of high temperature on grapevines (Vitis vinifera L.). II. Distribution of soluble sugars*. American Journal of Enology and Viticulture. 37(1): 20-25.

Sepulveda, G., W.M. Kliewer y K. Ryugo. 1986. *Effect of high temperature on grapevines (Vitis vinifera L.). I. Translocation of <sup>14</sup>C-photosynthates*. American Journal of Enology and Viticulture. 37(1): 13-19.

Spayd S., Tarara J., Mee D. y Ferguson J., 2002. *Separation of sunlight and temperature effects on the composition of Vitis vinifera cv. Merlot berries*. Am. J. Enol. Vitic., 53, 171-182.

Tonietto, J. 1999. *Les Macroclimats Viticoles Mondiaux et l'Influence du Mésoclimat sur la Typicité de la Syrah et du Muscat de Hambourg dans le Sud de la*

*France - Méthodologie de Caractérisation*. Tesis Doctoral, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, Montpellier (Francia), 216p.

Tonietto, J. y A. Carbonneau. 1998. *Facteurs mésoclimatiques de la typicité du raisin de table de l'A.O.C. Muscat du Ventoux dans le département du Vaucluse, France*. Progrès Agricole et Viticole. 115(12): 271-279.

Tonietto, J. y A. Carbonneau. 2004. *A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide*. Agricultural and Forest Meteorology. 124(1/2): 81-97.

OMM, 1989. *Calculation of Monthly and Annual 30-Year Standard Normals (No. WCDP- No. 10, WMO-TD/No. 341)*. Organización Meteorológica Mundial

World Reference Base for Soil Resources, 2006. *A framework for International Classification, Correlation and Communication*, Food and Agricultural Organisation of the United Nations, 128 p.

United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Services, 1993. *Soil Survey Manual*. Division Staff, 318 p.

United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Services, 1999. *Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpretation of soil surveys*. Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402, 870 p.

United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Services, 2010.

Keys to Soil Taxonomy. Soil Survey Staff. Eleventh Edition

## V. ANEXO 3 GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CONFECCIÓN DE MAPAS EN EL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

1. Se utiliza el programa QGIS (*Open Source*) versión 3.16.10, para georeferenciar las estaciones meteorológicas que serían utilizadas en nuestro trabajo (<https://qgis.org/es/site/forusers/download.html>).

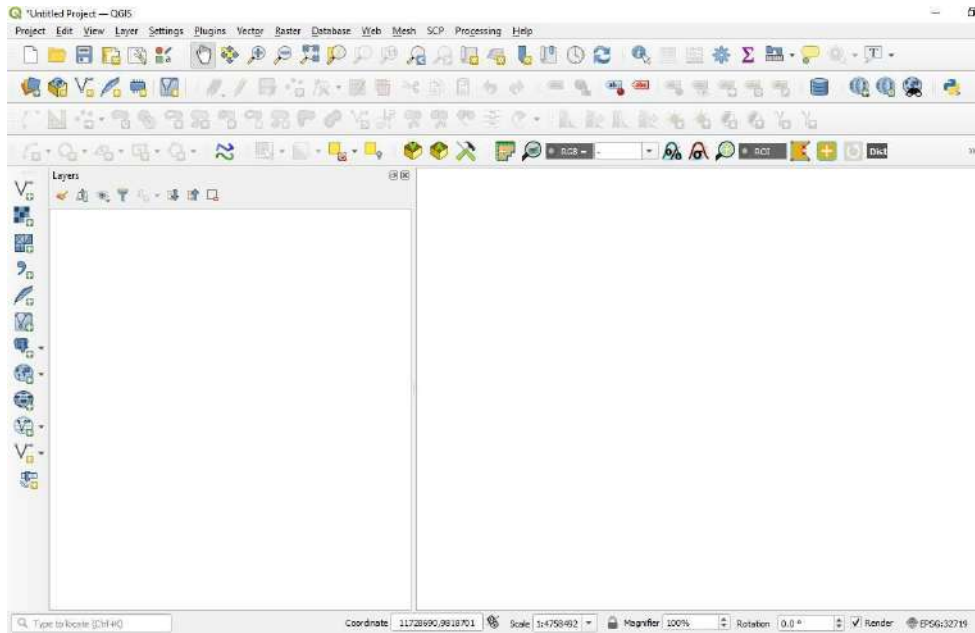
Para la georeferenciación se crea un archivo extensión.csv (Ej. ESTACIONES METEOROLÓGICAS.csv), que contiene diferentes columnas, tales como: “NOMBRE DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA”, y las coordenadas X e Y, (en este caso WGS 84/UTM Zona 19S, EPSG: 32719 y EPSG: 4326). En algunos casos, se tuvo que convertir las coordenadas y para ello se utilizó la calculadora geodésica de coordenadas en línea (<https://franzpc.com/apps/conversor-coordenadas-geograficas-utm.html>).

Aclaración: Tener la precaución que la separación decimal en el archivo csv. sea por puntos y no por comas para poder trabajar adecuadamente en SAGA Y QGIS.

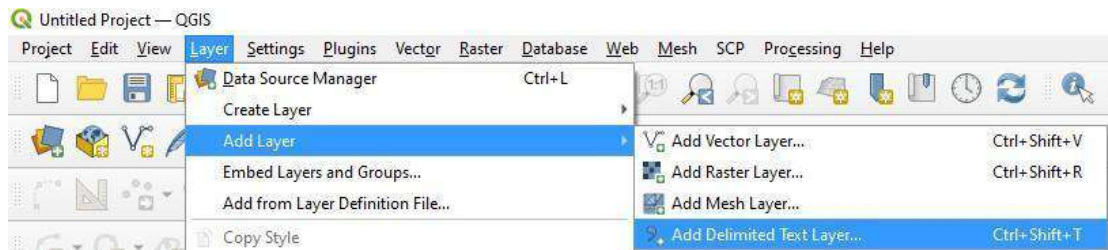
<b>NOMBRE DE ESTACIONES</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
JuninDCC	549432.3	6333067.5
TresPorteNasDCC	557641.8	6358950
SanMartinSMN	554447.9	6339327
LasCatitasDCC	587755.4	6318877.1
LosCampamentosDCC	551639.3	6319729
MontecaserosDCC	550836.7	6344251.2
SanLuisAEROSMN	746841	6316024.5
UspallataSMN	481183.1	6419642.3

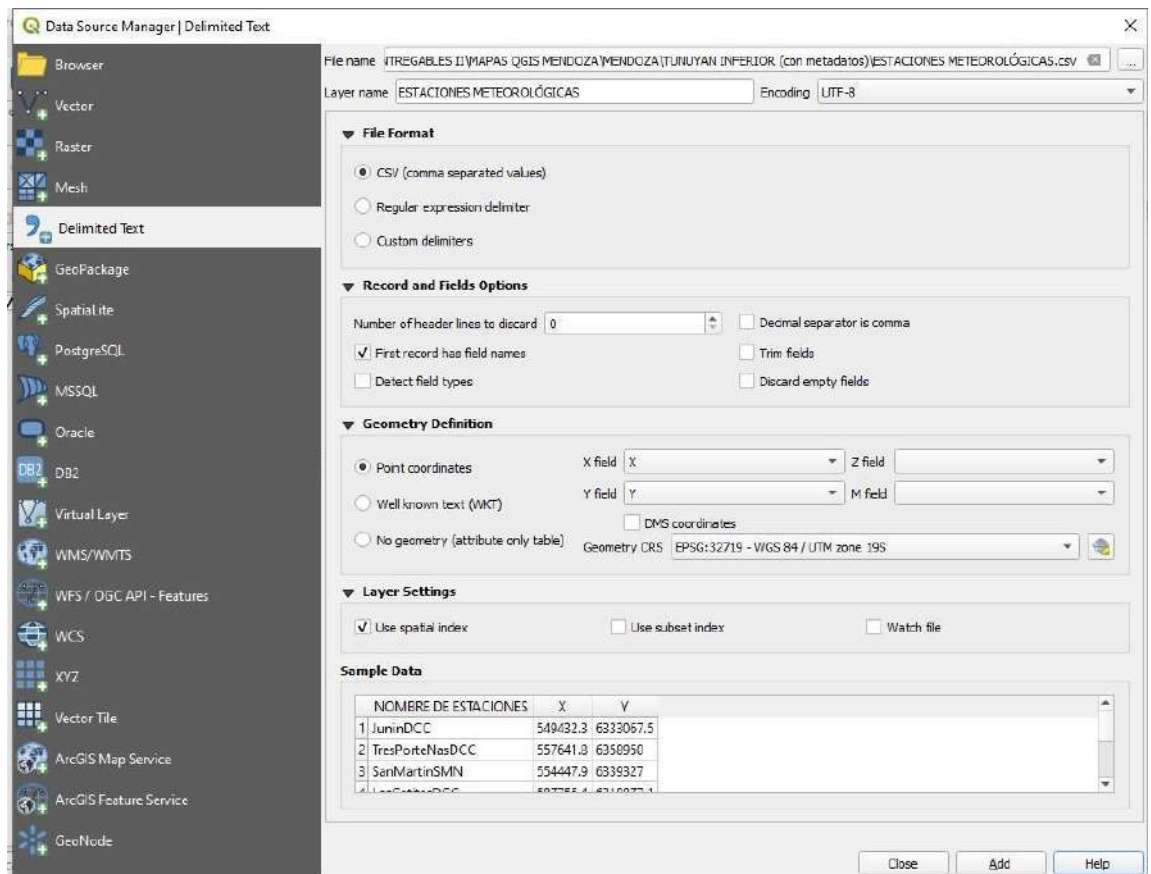
Ejemplo de cómo se verá el archivo de las estaciones meteorológicas

2. Se abre la aplicación QGIS.
3. Se define el Sistema de Referencia de Coordenadas (SRC) del proyecto.

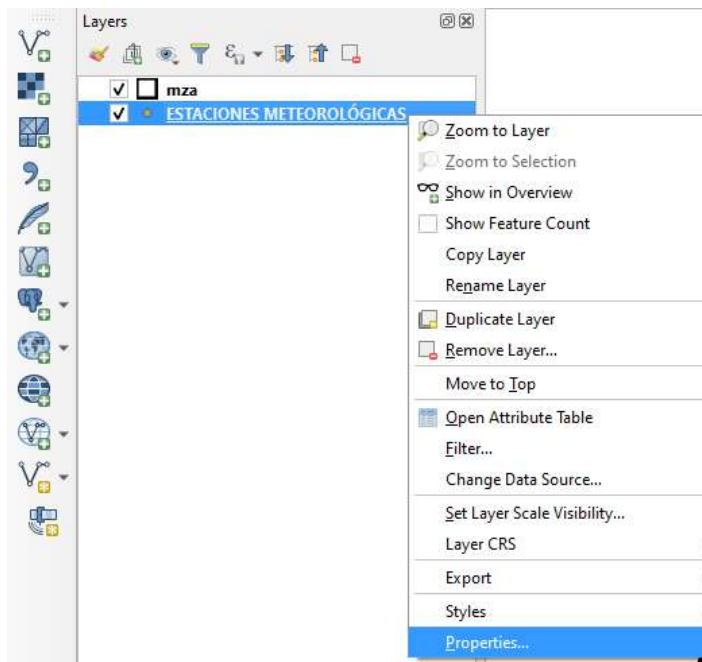


4. Luego se carga el archivo .csv generado de las estaciones meteorológicas y se convierte en un archivo de puntos.

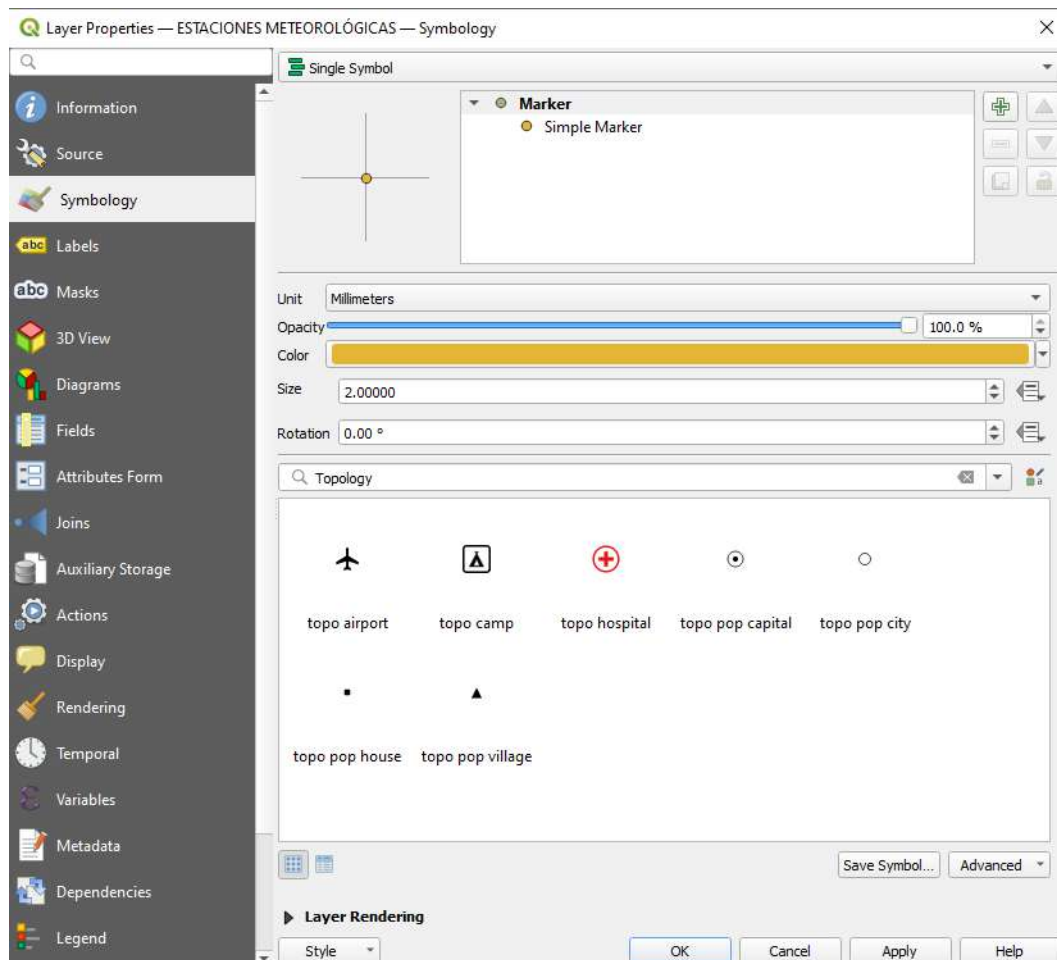




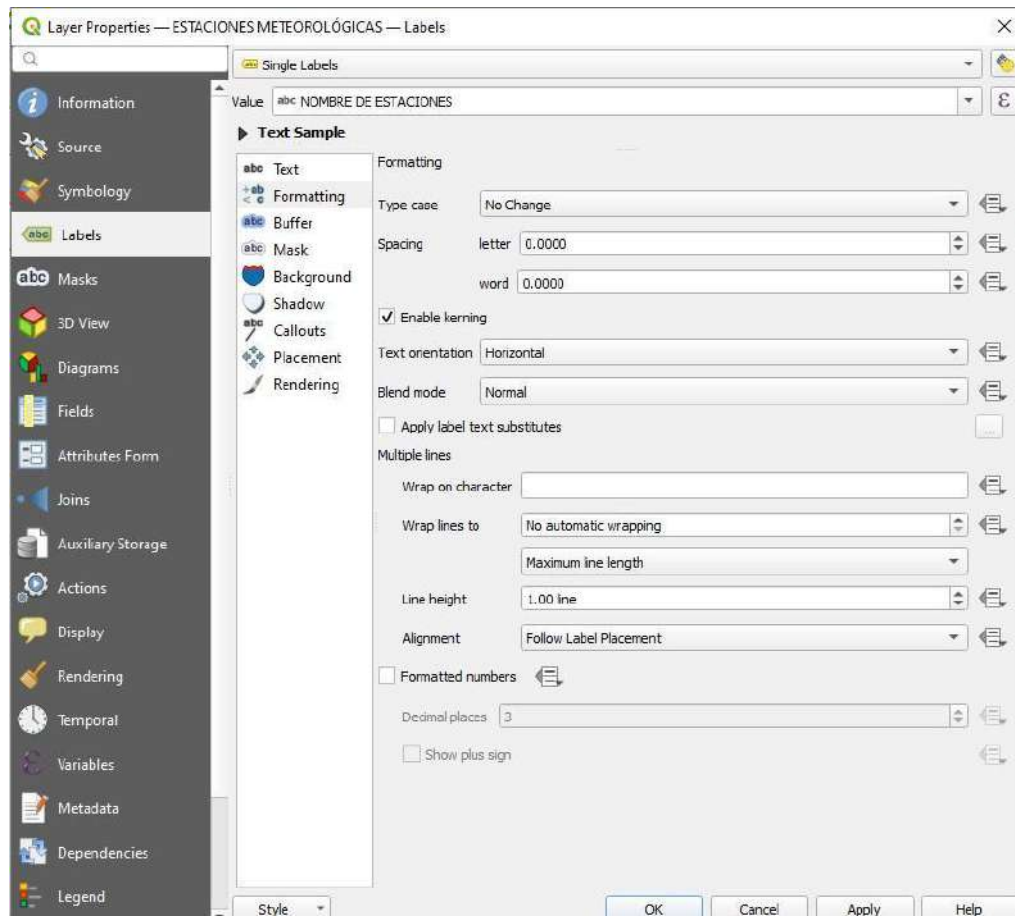
Tal como lo muestra la imagen, se tildan los casilleros de: formato del archivo



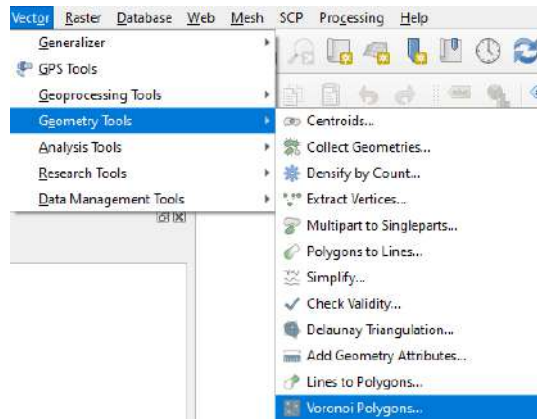
CSV. Se indica que la primera fila del archivo contiene el nombre de las columnas y en el apartado de “Definición Geométrica” se indican las coordenadas X e Y. Además, se define el SRC. Al hacer *click* en “agregar” se visualizan las estaciones meteorológicas proyectadas en el mapa (en este caso de la Provincia de Mendoza, Argentina). Se pueden cambiar las propiedades de los puntos (color, tamaño, nombre de la estación, etc.) haciendo *click* derecho sobre la capa creada en la lista de capas.



En el apartado “*Symbology*” se puede cambiar la forma, tamaño, color, etc. del punto.



5. En el apartado “Labels” se puede visualizar el nombre de las estaciones, o cualquier otro atributo que tengamos en nuestro archivo. csv. Se realizan polígonos de *Thiessen o Voronoi*. Este procedimiento se hace en cada una de las zonas y provincias de estudios, para conocer el área de influencia de cada estación y reconocer posibles limitaciones.

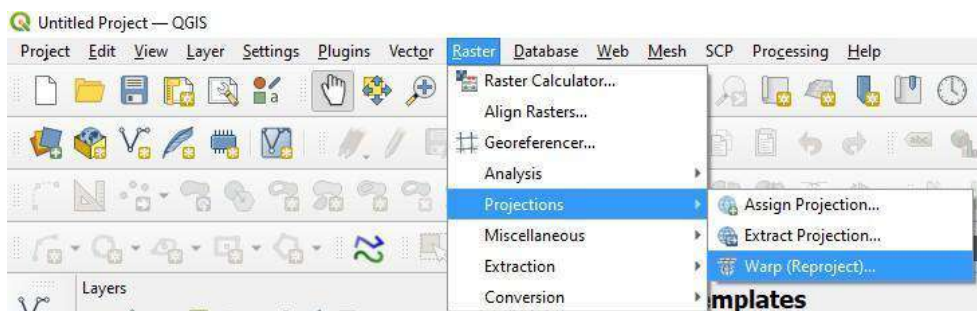
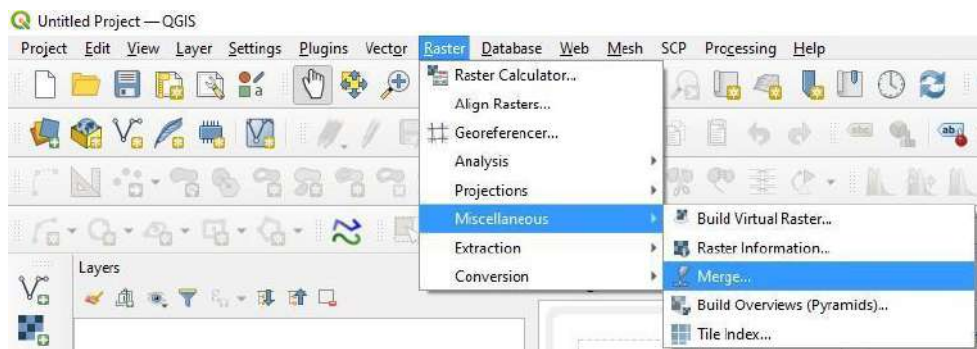


## PRE PROCESAMIENTO QGIS

6. Desde la página del Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina (IGN), se realiza la descarga de los Modelos Digitales de Elevación (MDE) de las provincias en estudio. Estos MDE, son una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar y permiten caracterizar las formas del relieve (<https://www.ign.gob.ar/category/tem%C3%A1tica/geodesia/mde-ar>).

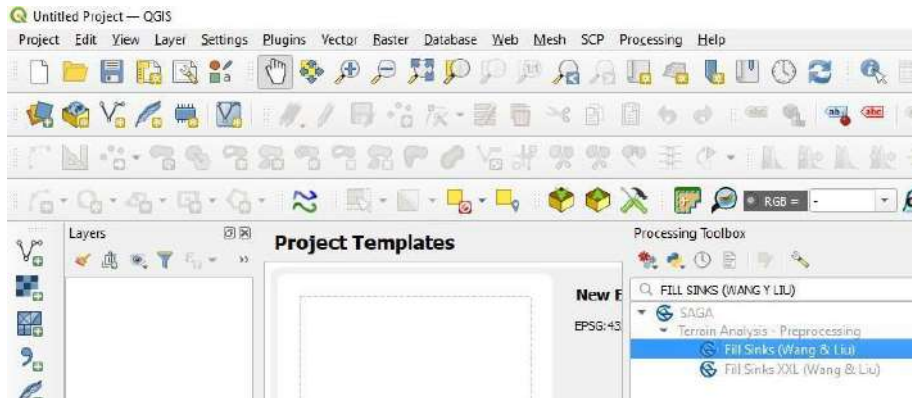
7. Antes de utilizar el MDE descargado, se realiza un pre procesamiento en QGIS.

Los MDE tienen una resolución de 30 metros x 30 metros, por lo que se unen los raster dentro de cada provincia u área de estudio.



8. A continuación, se re proyectan al sistema de coordenadas utilizado (WGS 84/UTM Zona 19S. EPSG: 32719 o EPSG:4326).

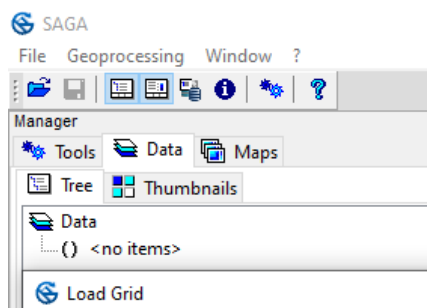
Luego se llenan los sumideros para eliminar imperfecciones y corregir el DEM. Éste reprocesamiento se realiza con el fin de poder utilizar el DEM junto con los datos de estaciones meteorológicas, para realizar la interpolación espacial y temporal de los parámetros en estudio. De esta manera se obtiene información de zonas en donde, a la actualidad, no existen datos.



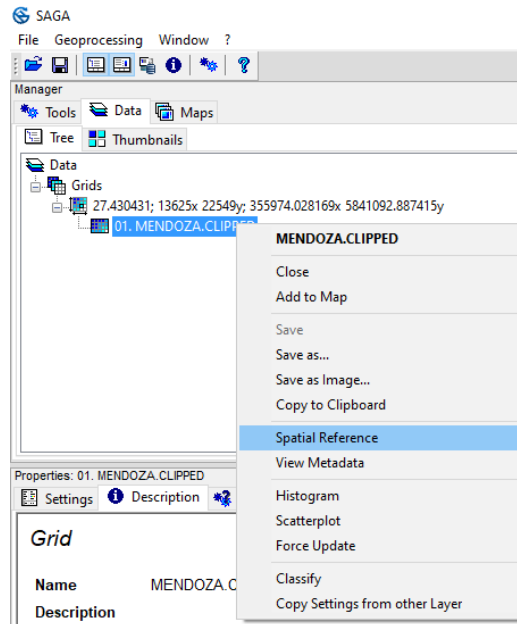
9. En el programa SAGA versión 7.8.2, se realiza la interpolación por oasis de cada parámetro por separado, para no generar errores debido a la distancia entre la fuente de datos, es decir estaciones meteorológicas( <https://saga-gis.sourceforge.io/en/index.html>)

## PROCESAMIENTO EN SAGA

10. Se carga el DEM procesado en QGIS, como archivo GRID, con extensión .tif).

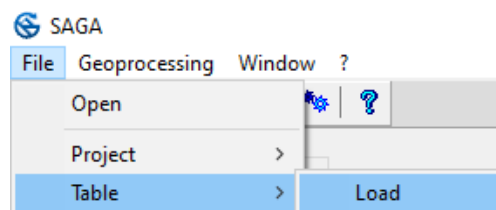


Se define el sistema de coordenadas utilizado WGS 84/UTM zona 19S (EPSG:

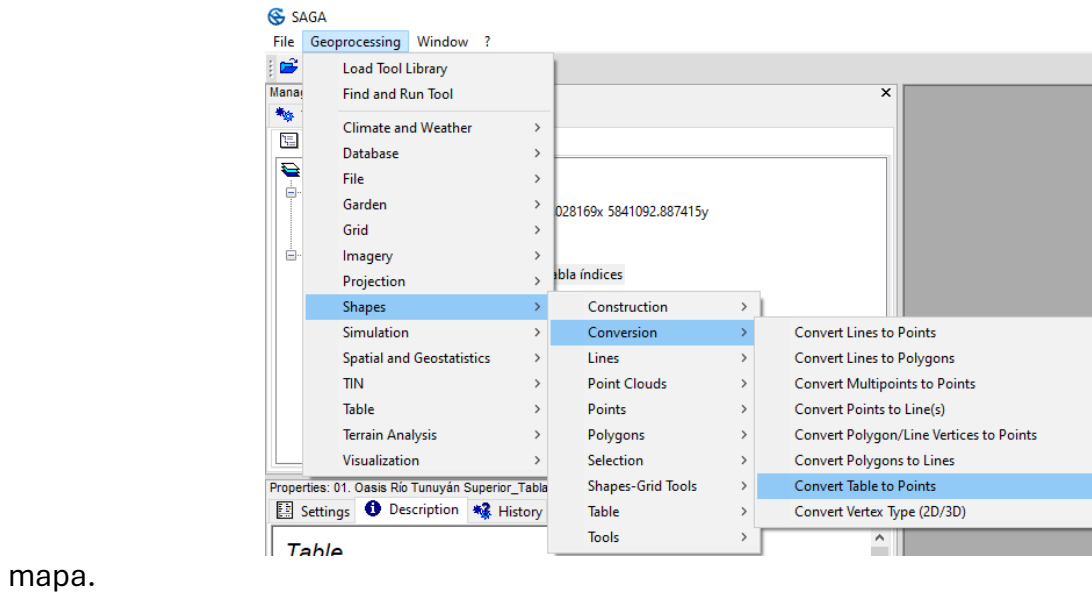


32719 o EPSG: 4326) para todos los proyectos.

11. Se carga la tabla que posee la información de las estaciones meteorológicas (la ubicación de cada una y la información de los parámetros a interpolar). La extensión debe ser .csv, y la separación de los decimales es por punto “.” Y no por coma “,”.

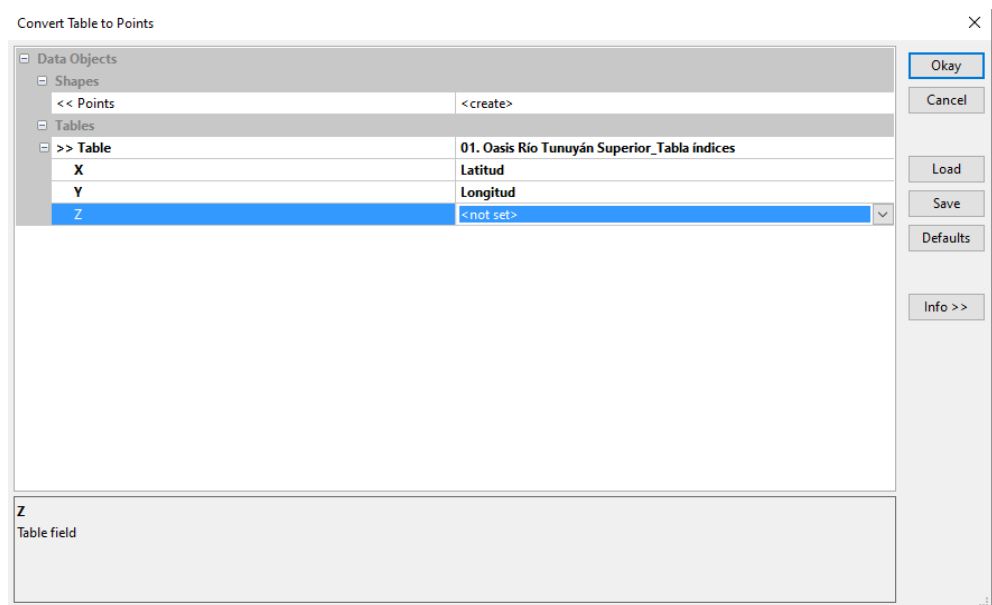


12. Luego se convierten los datos de la tabla en puntos ubicados en el

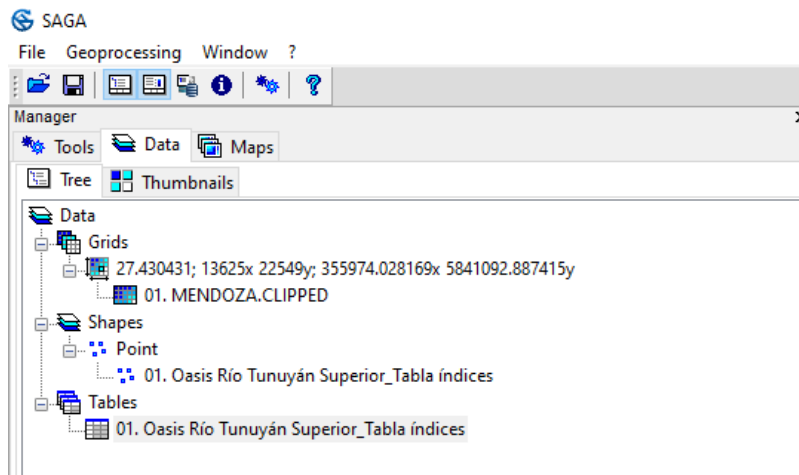


mapa.

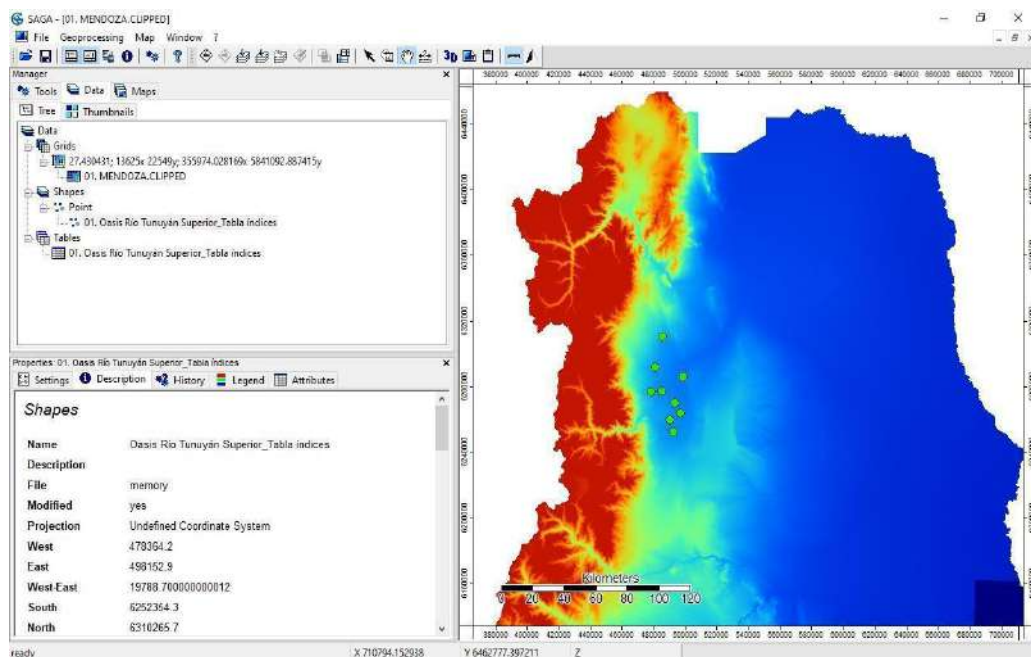
13. A continuación se define la tabla a convertir, las columnas correspondientes a los valores “X” e “Y”, y el atributo o parámetro a interpolar “Z”. El resto de los casilleros quedan sin modificar.

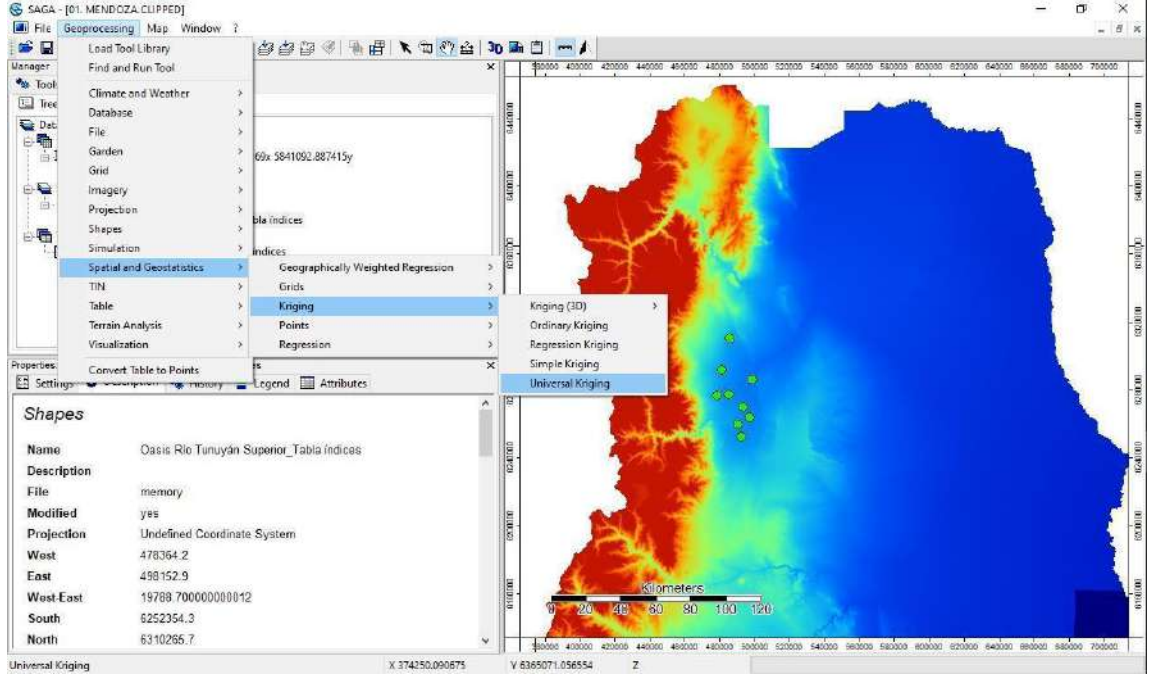


14. Todos los archivos mencionados quedan visibles en el *Data Tree*.



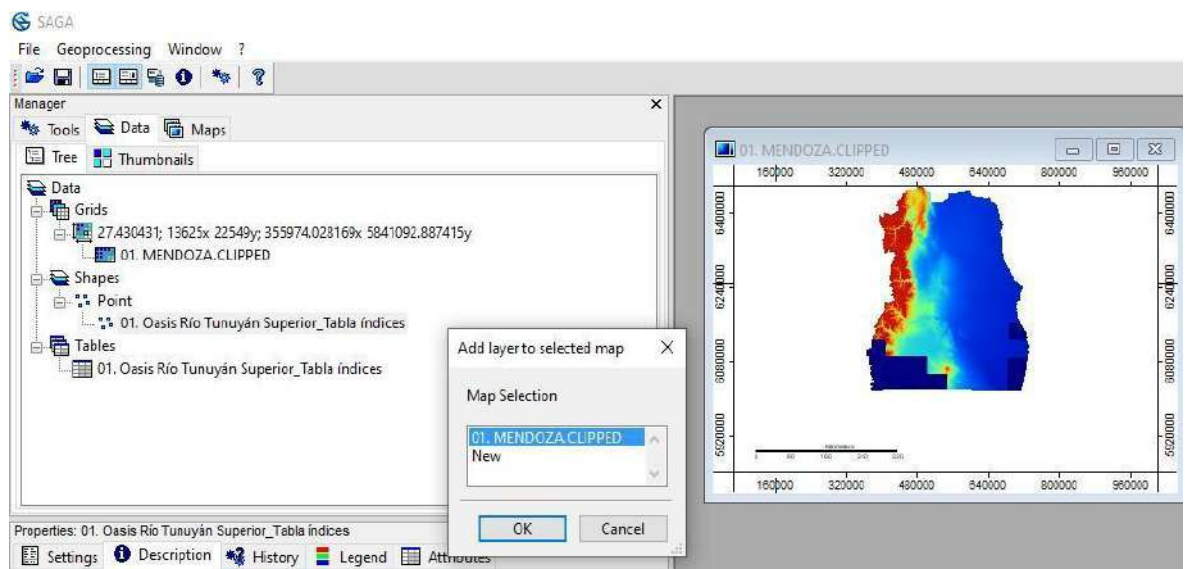
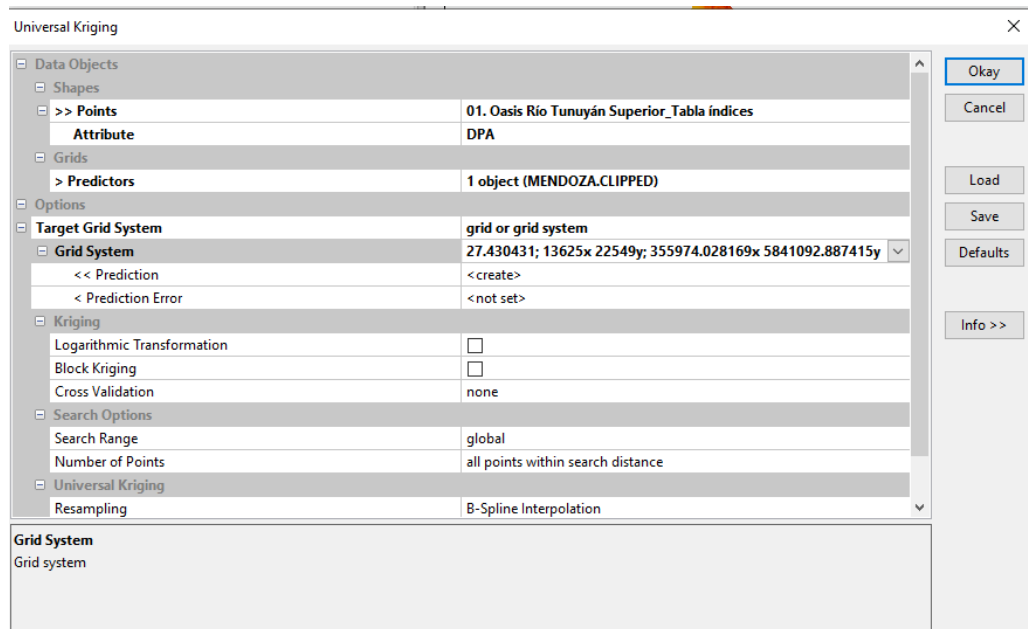
15. Para comprobar que los se ubiquen dentro del DEM, se pueden visualizar haciendo *click* en el .tif y luego en él .shp de puntos.



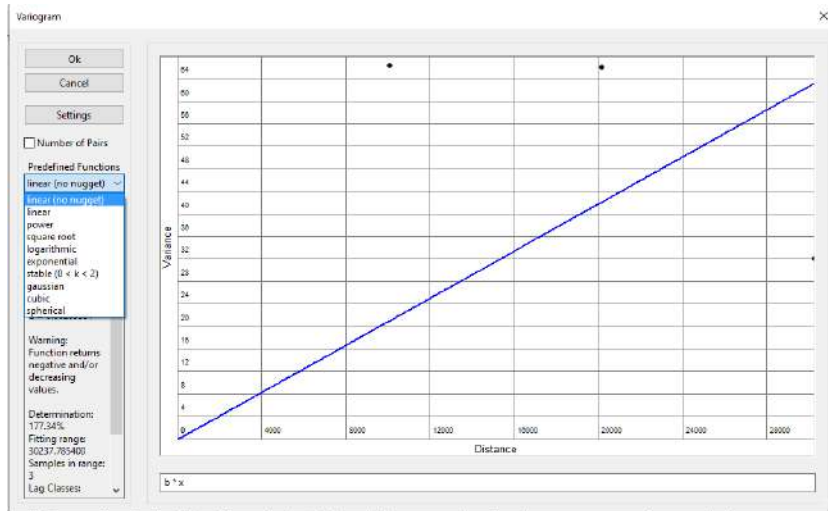


16. Se utiliza el modelo *Universal Kriging* para los parámetros que involucran a la temperatura o la utilizan para su cálculo. Se utiliza como co- variable el DEM procesado, ya que se considera que la altura del terreno es una variable importante a tener en cuenta en estos casos.

17. Aquí se le asigna el “PREDICTOR”, que en nuestro caso, es el DEM de la provincia en donde se encuentran los puntos a interpolar. También se asigna el “TARGET GRID”, que es el mismo que posee el DEM cagado (mismo caso para el “GRID SISTEM”). Estos últimos dos pasos, son necesarios para que el mapa que se obtiene de la interpolación, tenga la misma definición o “grilla” que el DEM de la provincia que se procesa.

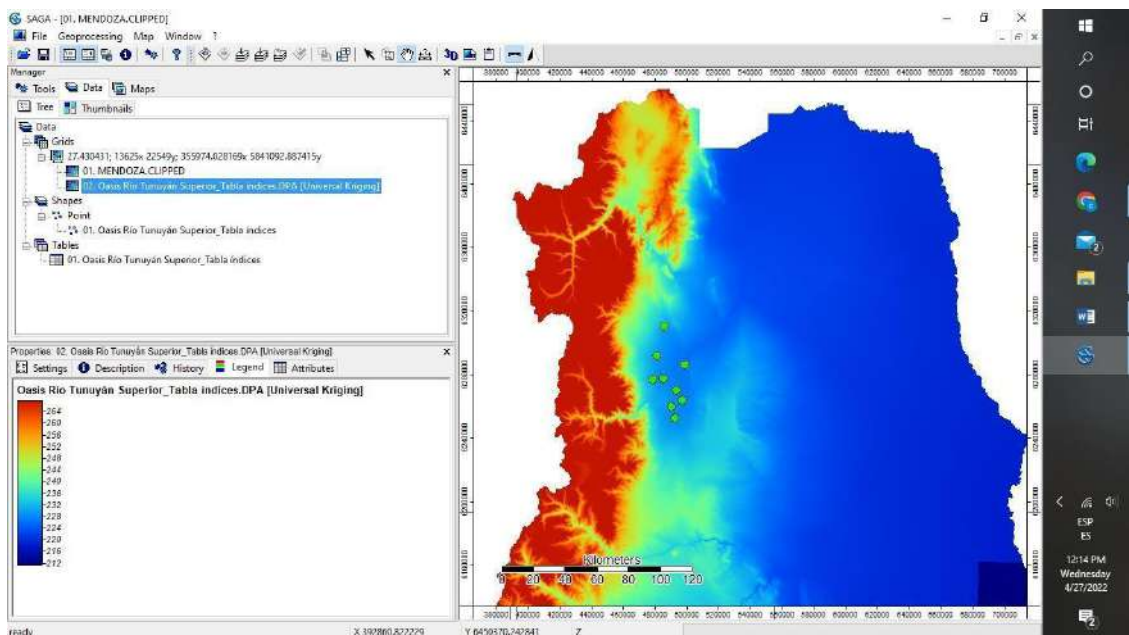


18. A continuación se muestra el “Variograma”, en donde se debe definir la función que se usa en la interpolación. Se debe tener la precaución y evitar generar una interpolación errónea.

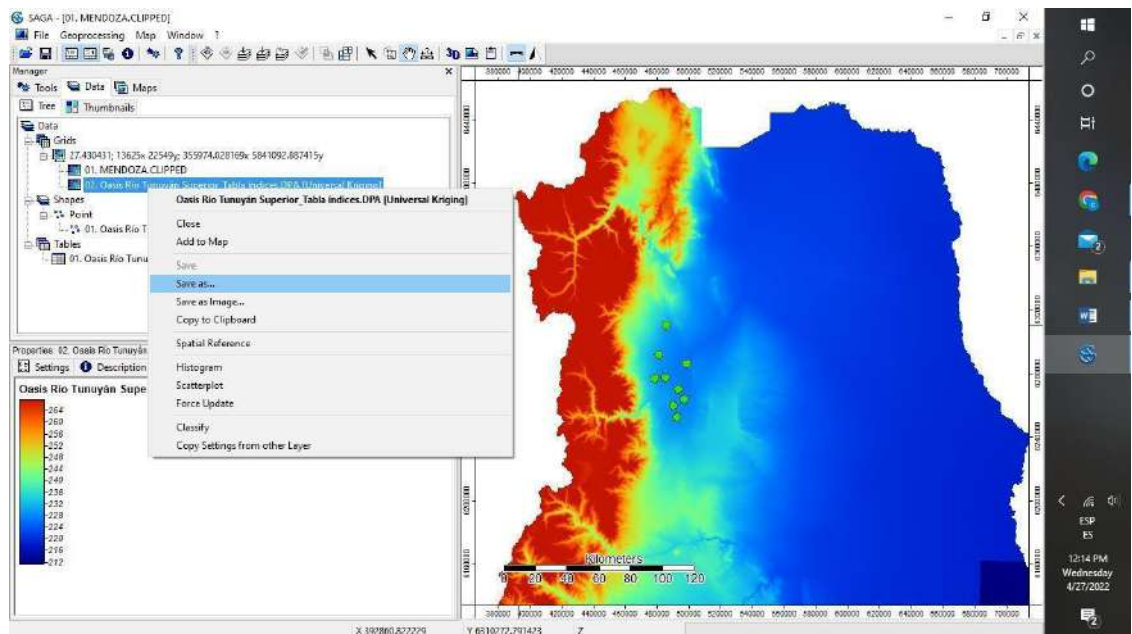
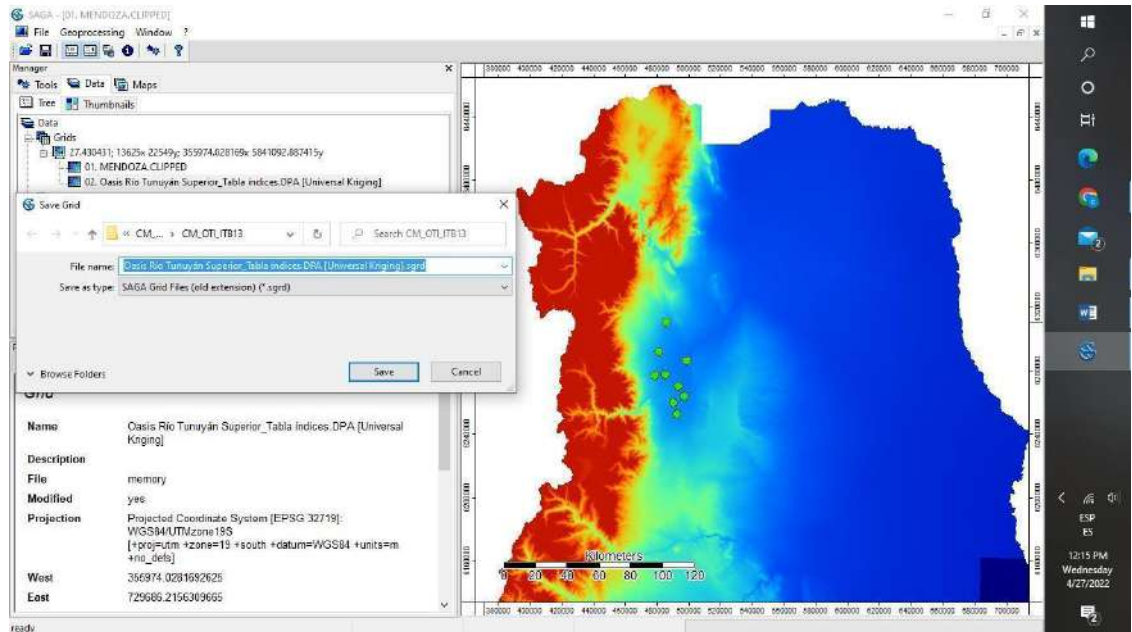


Este proceso puede demorar unos momentos, depende de la capacidad de procesamiento de la computadora.

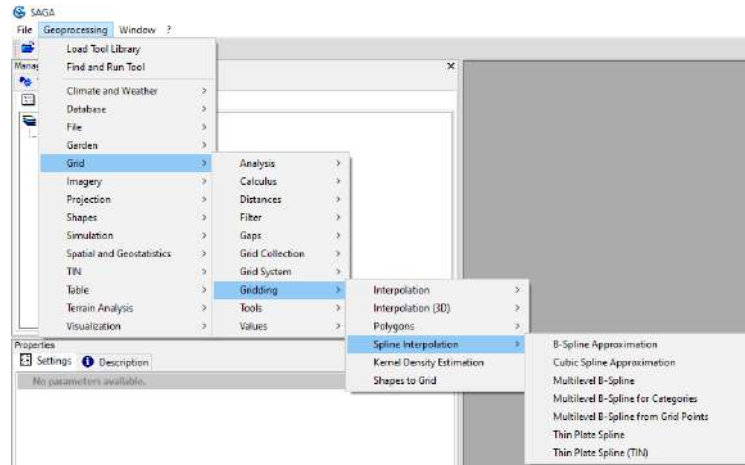
19. Se obtiene el raster de la interpolación y es posible consultar sus características, como por ejemplo la escala de la misma.



20. Cada raster que se genera en SAGA se guarda con la extensión *Saga Grid File (.sgrd)* y luego se utiliza en el armado de los mapas finales en QGIS.

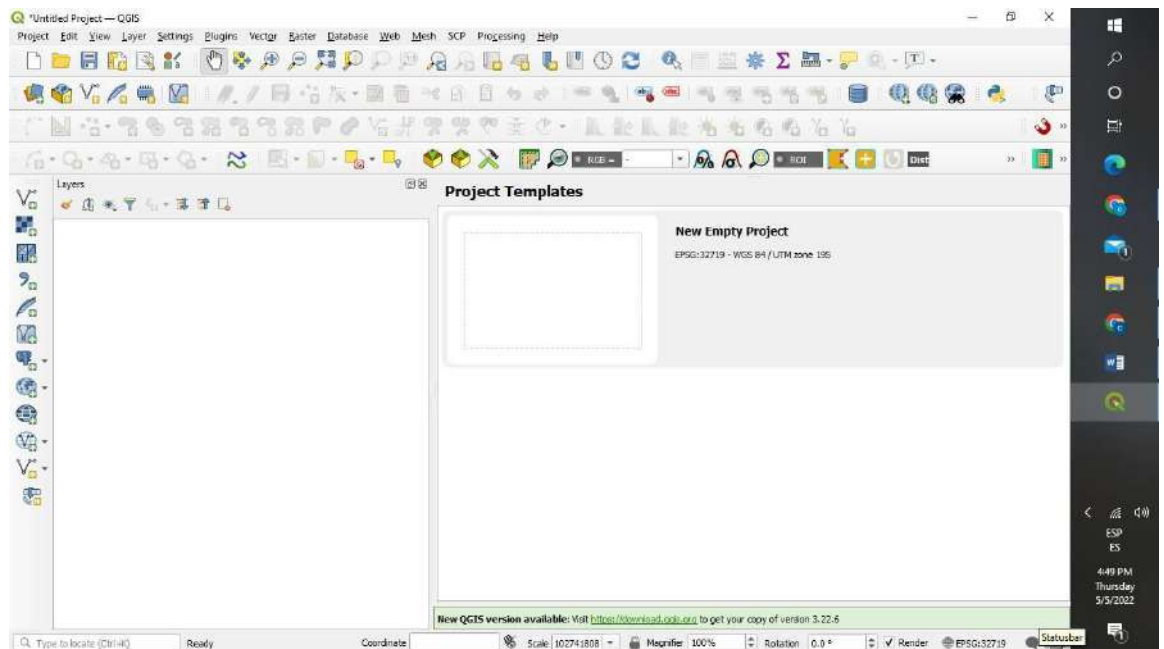


21. En el caso de ser conveniente, se utilizan los siguientes modelos de interpolación: *Spline* y *Multilevel B Spline* para los parámetros que no involucran las temperaturas, ya que en el cálculo no se utilizan Co-variable.

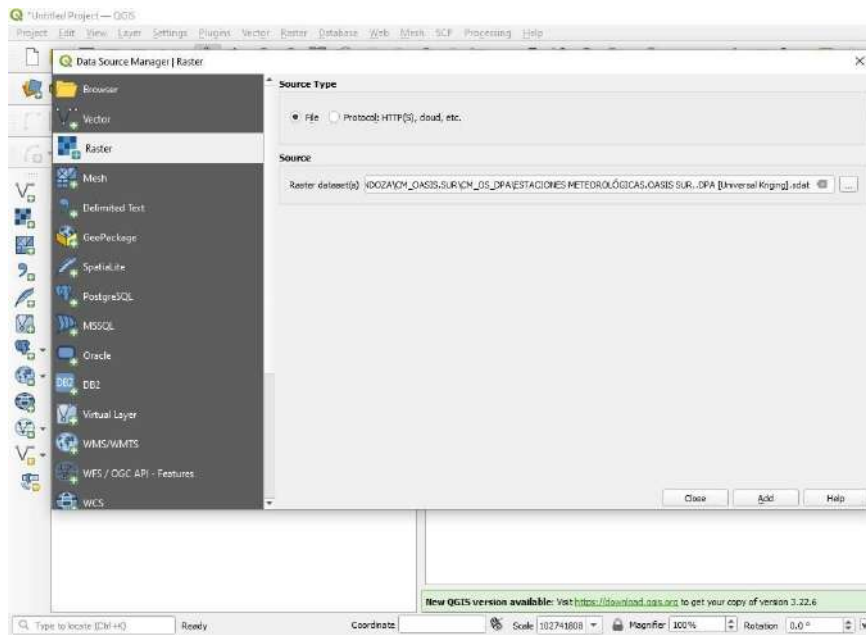


## ARMADO DE PROYECTOS EN QGIS

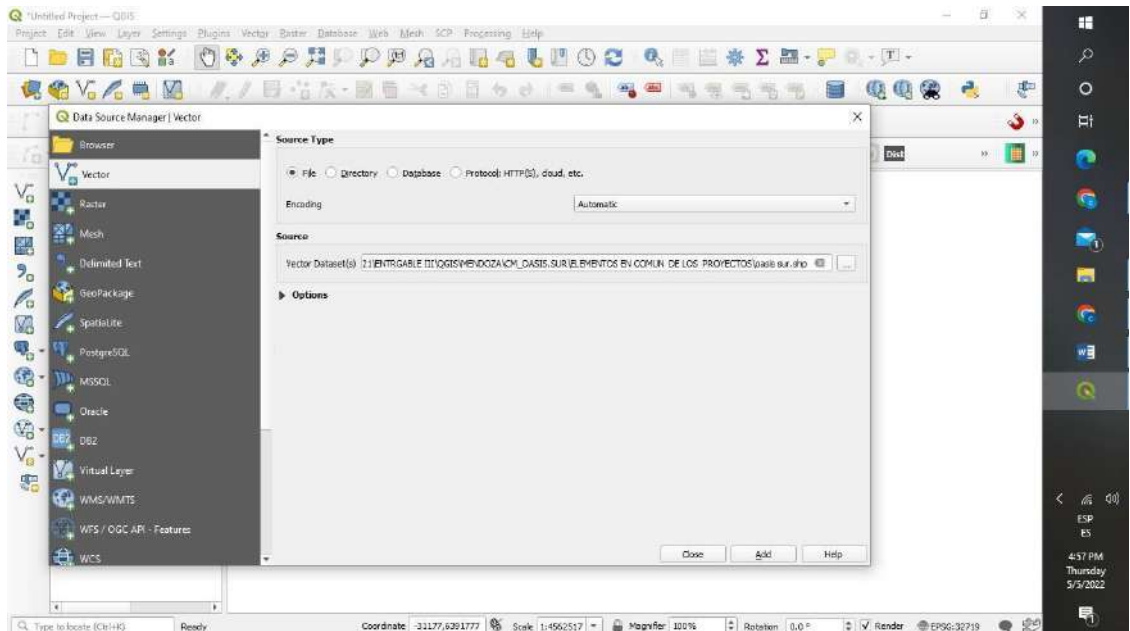
22. Se define el SRC del proyecto.



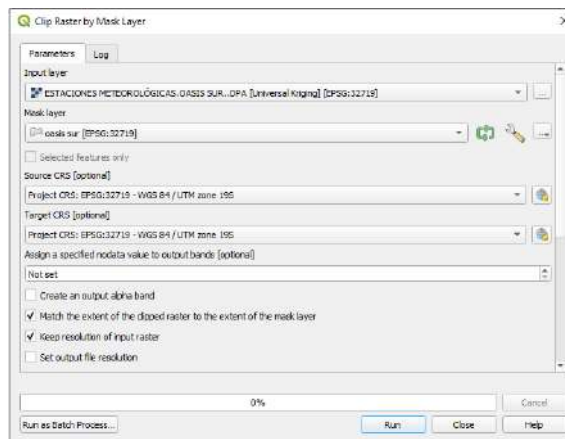
23. Se realiza la carga de los archivos *raster* (generados en SAGA) en el programa QGIS (Versión 3.16.10) con la extensión. *sdat*.



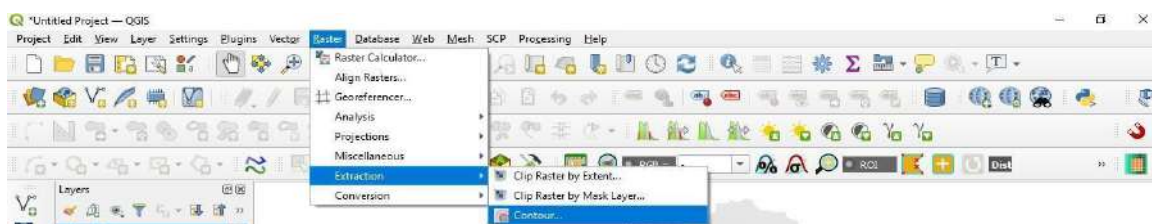
24. Se carga el área de estudio con extensión .shp

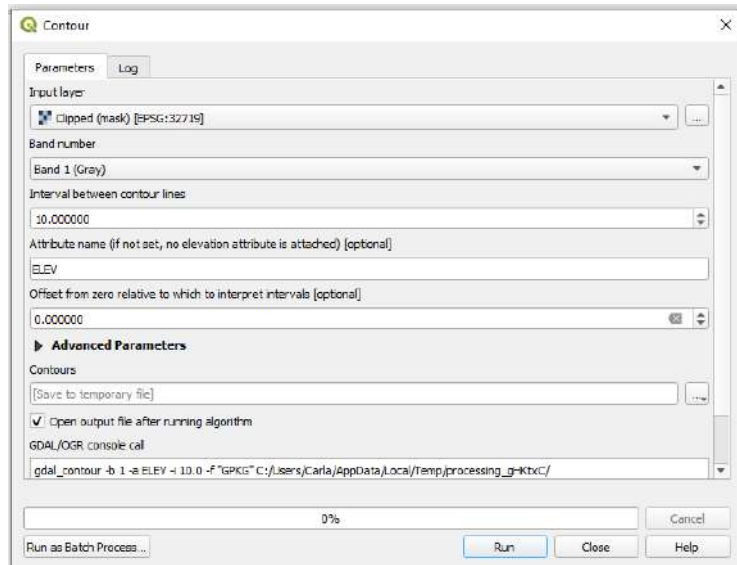


25. El *raster* generado se recorta por la extensión de cada una de las áreas de estudio. Este paso sirve para procesar sólo la zona de estudio y que dicho procesamiento sea más ágil.



Se generan las *isolíneas*, es decir aquellas líneas que unen puntos con igual valor de cada parámetro, se tiene en cuenta la distancia entre las mismas, para permitir una buena interpretación del mapa.

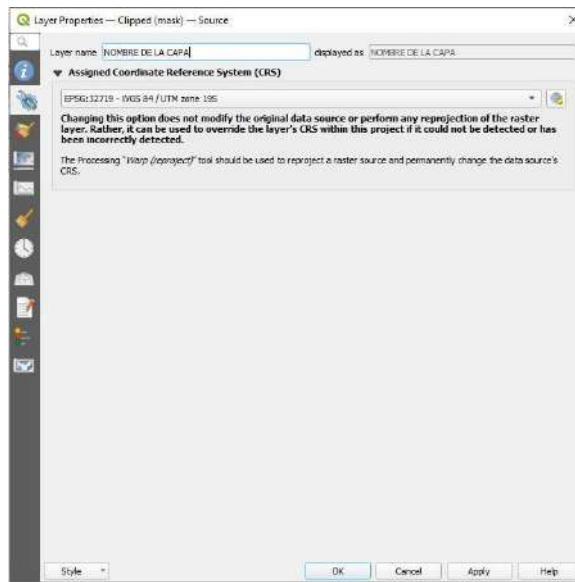
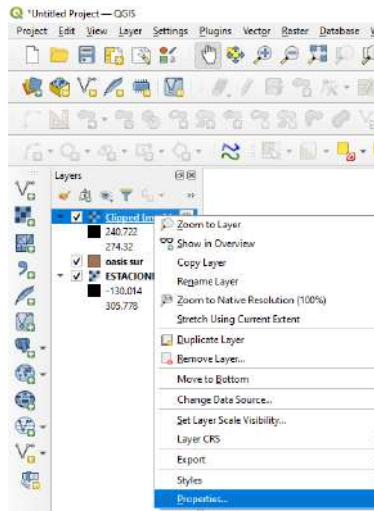


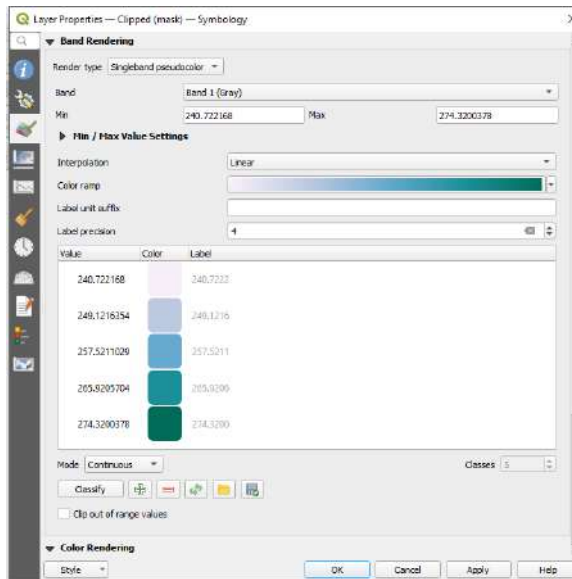


26. Las isolíneas se guardan con una extensión Shp. (TENER EN CUENTA QUE SE GENERAN ARCHIVOS TEMPORALES Y ESTOS DEBEN SER GUARDADOS, PARA QUE UNA VEZ EDITADOS ESTOS CAMBIOS NO SE PIERDAN).



27. Se realiza la clasificación colorimétrica de los *raster* (teniendo en cuenta valores máximos, mínimos obtenidos en las Isolíneas y bandas de colores representativas para cada parámetro), cambio del nombre que se visualiza y SRC.



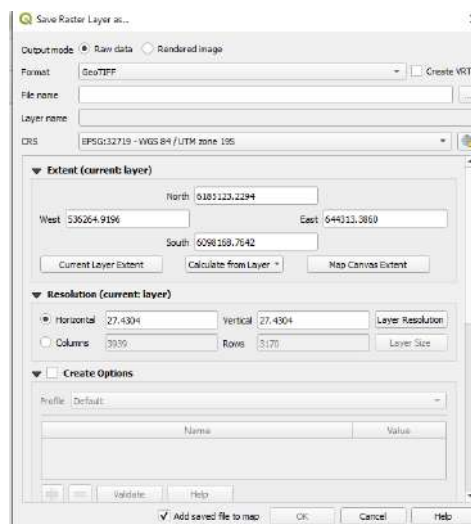


28. Los raster se guardan con una extensión GeoTiff.

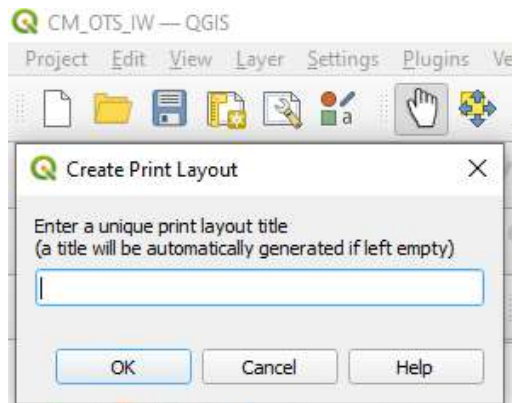
29. Para generar los mapas finales para la presentación se ingresa en el “Diseño de impresión”.



30. Para la realización de los mapas de variables bioclimáticas se utilizaron



los mismos programas y sus versiones.



31. En SAGA el modelo de interpolación fue Universal Kriging (la Co-variable es el DEM procesado de cada zona de estudio) ya que los índices fueron calculados con la variable temperatura.

**GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA,  
GEOMORFOLÓGICA Y EDAFOLÓGICA DE REGIONES VITIVINÍCOLAS**

## I. INTRODUCCIÓN

Argentina sancionó la Ley N° 25.163/99 y su decreto reglamentario N°54/2004 Vinos y Bebidas Espirituosas de Origen Vínico, que autoriza incluir en sus etiquetas la mención de “Indicación de Procedencia” (IP), “Indicación Geográfica” (IG) o de “Denominación de Origen Controlada” (DOC) como un modo de sumarse a la corriente mundial de legislaciones al respecto.

Actualmente, la IG es la forma de identificación territorial que está funcionando para delimitar los viñedos. A partir del estudio de “*Caracterización geológica, geomorfológica y edafológica*” realizado en convenio con BID – COVIAR se han establecido las bases metodológicas descritas en este documento, de modo de uniformizar la información que se obtenga y como contribución a la tarea de presentación de documentación técnica que el Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV) requiere para otorgar una Indicación Geográfica (IG) en Argentina.

Las metodologías propuestas han tenido en consideración las directrices de la Organización Internacional de la Viña y el Vino en su Resolución OIV-VITI 423-2012, pero además incluye las recomendaciones de los expertos consultores que han adecuado la guía a las condiciones regionales para asegurar la calidad de los productos a obtener.

## II. ASPECTOS GENERALES

### 1. Antecedentes:

Al comenzar, se consultan los informes de expertos y cartografía digital realizados en el marco del Proyecto de Cooperación Técnica No Reembolsable (CTNR) “Programa de Vitivinicultura Inteligente para la Corporación Vitivinícola Argentina (COVIAR)”- Proceso # AR – T1243 – P001, como asimismo el trabajo de Zonificación Vitícola a escala provincial obtenido. Dicha información está a disposición en una plataforma única de acceso público.

### 2. Ubicación del contexto geográfico:

Descripción general de la cuenca a la que pertenece el área, en sus grandes aspectos fisiográficos, de relieve, climáticos, etc

### **3. Características físico-naturales generales:**

Descripción de los límites, relieve, sistema de lagunas, bañados, vegetación natural, coberturas de suelo, glaciares, nivología, precipitación, altitud y cualquier otra característica distintiva de la zona.

### **4. Características hidrológicas e hidrogeológicas:**

Sintetizar las características hidrológicas del área. reseñar los principales ríos y sus afluentes, identificando los recursos hídricos superficiales y subterráneos de las subcuencas o áreas bajo estudio. Describir los acuíferos asociados, composición estratigráfica de los sustratos, composición físico química del agua, gradientes topográficos, etc.

## **METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO**

El objetivo del estudio geológico y geomorfológico es conocer la génesis, contexto geológico y evolución de los suelos sobre la base de estudios cronoestratigráficos, sedimentarios, pedogenéticos y características del paisaje que condicionaron, y aún podrían condicionar, la génesis y evolución de los suelos. Esto implica:

- el análisis del contexto geológico
- aspectos de morfometría y parámetros medibles de la superficie terrestre

### **1. Relevamiento de información geológica**

Utilizar las hojas geológicas de SEGEMAR (impresas en papel) o los shapes incluidos en la web del Instituto Geográfica Nacional. Esta información mayormente existe en escala 1:250.000; sólo en casos puntuales 1:100.000.

Recopilar información geomorfológica preexistente.

Los nuevos sitios de estudio s seleccionar se realizan a través del método *Conditioned Latin Hypercube (HLC)* (Minasny y McBratney, 2006).

## **2. Estudios geomorfológicos y análisis del paisaje**

Mediante sensores remotos estableciendo tanto geoformas actuales como pasadas donde se generaron los suelos logrando escalas de semi-detalle de casi 1:50.000.

## **3. Estudios crono-estratigráficos**

Basados en estudios previos u otros estudios que permitan acotar una edad máxima de los suelos o tiempo de desarrollo.

## **4. Relevamiento y revisión en terreno**

Del análisis previo en gabinete, estableciendo geoformas asociadas. Determinar la composición litológica principal de los suelos por conteo de bloques.

## **5. Caracterización sedimentológica**

De los depósitos asociados a los suelos detallando facies proximales o distales en caso de abanicos aluviales.

## **6. Estudios estratigráficos (facies)**

De los depósitos asociados a la generación de suelos que permiten determinar la génesis de los depósitos originarios o material parental en terreno.

## **7. Obtención y análisis de índices morfométricos**

Los estudios de suelos se basan en la evaluación de los factores formadores, sus componentes e interacciones y su manifestación en el espacio. El relieve en particular tiene una fuerte relación con el suelo y su gradación o variación transversal a lo largo de la superficie de ese relieve en lo que se conoce como catena. Los componentes del factor relieve, pendiente y orientación, tienen una relación significativa con la formación del suelo, pero muestran un bajo valor predictivo. Sin embargo, cuando los dos componentes se integran en un modelo la capacidad de predicción se incrementa significativamente (Abarca, 2010). La *Morfometría* es el estudio cuantitativo de las formas del relieve.

El principal uso del DEM en cartografía predictiva de suelos, es la extracción de variables y elementos geomorfométricos entendiendo a las primeras como medidas descriptivas de las formas superficiales (por ejemplo: pendiente, orientación, índice topográfico de humedad) y los segundos como entidades espaciales discretas (por ejemplo: divisoria de cuencas, abanicos aluviales, red de drenaje). Cada uno de estos componentes puede ser obtenido mediante algoritmos morfométricos.

Se debe usar como información base, el *modelo digital de elevación SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)*. Según Roa Lobo y Kamp (2008), el modelo digital SRTM cuenta con un comportamiento más estable con relación a las aberraciones de los datos topográficos dados por la influencia de la orientación del terreno, las características internas del sensor, y características externas como aerosoles y vegetación, en comparación con el modelo digital de elevación provisto por el sensor ASTER. El modelo SRTM fue elaborado por Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos (NASA). Se obtuvo mediante la técnica de interferometría, que consiste en obtener dos imágenes simultáneas de radar y combinarlas produciendo una imagen de tres dimensiones. El modelo de elevaciones contiene información de alturas para una grilla regular de 3 segundos de arco que para la latitud del estudio equivalen a 30 metros. Cada una de estas celdas de la grilla se denomina píxel. La precisión vertical de este modelo se calcula en unos 10 metros (Farr et al, 2007)

Obtener y analizar los siguientes índices: Aspecto, Pendiente, Distancia Vertical a la Red de Drenaje, índice de humedad topográfica, Convergencia, Curvatura, Multiresolución Fondo de Valle, acumulación de flujo superficial, Longitud de la pendiente.

## **8. Elaboración de mapas geológicos y geomorfológicos**

Realizar, a escala de los diferentes valles, base de datos y metadatos de toda la información geológica relevada. El procesamiento de datos se realiza con software R, SAGA y QGis. Los datos de salida se presentan en mapas con extensión pdf 300 dpi y también en formato Shapefile “.shp”, en el sistema Posgard 2007.

### **III. METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO EDAFOLÓGICO**

El objetivo de este estudio es caracterizar los perfiles de suelo en la zona de enraizamiento, que es lo que verdaderamente predice el funcionamiento de los viñedos (OIV, 2012). Se relevan características físicas, físico químicas, de fertilidad, salinidad, peligro de anegamiento, erosión entre otras. En zonas de riego, es útil la caracterización y mapeo de la capacidad de almacenaje de los suelos.

#### **1. Antecedentes**

Consultar los informes de expertos y cartografía digital realizados en el marco del Proyecto de Cooperación Técnica No Reembolsable (CTNR) “Programa de Vitivinicultura Inteligente para la Corporación Vitivinícola Argentina (COVIAR)”- Proceso # AR – T1243 – P001.

#### **2. Selección de sitios de estudio**

Con la información preexistente y los índices morfométricos se pre analiza las posibles áreas de vacancia de información según la escala de trabajo adoptada. Utilizar el método CLHS (*conditioned Latin hypercube method for sampling*) para el diseño del muestreo de suelos complementarios (Minasny y McBratney, 2006). Dado

un número limitado de muestras, el método las distribuye de tal manera de cubrir la mayor variabilidad posible de cada covariable introducida previamente seleccionadas por los expertos. Este método es superior respecto de un “muestreo orientado” que considere unidades de paisaje-suelo solicitado, que de todos modos fueron también tenidas en cuenta en el análisis.

### **3. Realización de calicatas y minipits**

Sondeos de campo complementarios para acercarse a la escala de trabajo en semidetalle recomendada por la OIV (2012) que recomienda: 250-125 has/sondeo y 1000-500 has/calicata. Ubicación de las calicatas de modo que representen los “perfiles modales” de los polipedones bajo estudio.

### **4. Descripción morfológica de los perfiles de suelo y del paisaje y características externas.**

Se utilizan las normas de reconocimiento de suelos del Servicio de Conservación de Suelos de USA (Schoeneberger PJ, 2012) que incluye todos los caracteres morfológico-químicos solicitados y otras características relevantes previas: registro y localización del perfil, forma del terreno y relieve, uso de la tierra y vegetación, material parental, características superficiales y relaciones hídricas del suelo (drenaje, permeabilidad, infiltración, anegamiento) y dentro del perfil consistencia, color en seco y húmedo, reacción al clorhídrico, textura, inclusiones texturales, rasgos hidromórficos y toda otra característica de suelos áridos regadíos.

Usar la Ficha de Etchevere que protocolariza y ordena el levantamiento. La profundidad de estudio del perfil estandarizada a nivel mundial para este tipo de levantamientos con fines agrícolas es de 2m o a hasta alcanzar subsuelo pedregoso, tosca o freática.

### **5. Análisis físico-químico en Laboratorio**

Se realizaron las siguientes determinaciones para caracterizar suelos vitícolas:

i) textura elemental por el método de Boujocous de las capas evaluadas previamente por Volumen de Sedimentación para acotar la cantidad de determinaciones más onerosas. En los suelos de mayor contenido de materiales cementantes (materia orgánica, carbonato de calcio y óxidos) se deberá aplicar la metodología Internacional (de la pipeta o de Robinson); ii) fraccionamiento de arenas por vibrotamización; iii) CEes y pH pasta; iv) calcáreo total por calcimetría; yeso total según condición de los suelos por su influencia en la condición física y físico química de suelos. Usar la técnica de la dilución amplia; v) Capacidad de Intercambio de cationes (según pH y contenido de calcáreos). Se recomienda el uso de las normas IRAM SAMLA; vi) C orgánico (método oxidativo de Walkley&Black en escala semi micro) y N Total (Kjeldahl) para la determinación de la relación C/N indicadora de la capacidad de mineralización de los suelos); vii) Capacidad de campo (Wc) y Capacidad de marchitamiento (Wm) para determinar capacidad de agua disponible de los perfiles modales en mm/m. Es recomendable realizarlo a través de la cámara y olla de Richards, pero pueden utilizarse funciones de pedotransferencia si se conocen en la zona del estudio. Se requiere la determinación de densidad aparente a campo (DAP). Con permeámetro de carga constante o funciones de pedotransferencia se estima asimismo la permeabilidad de los suelos o conductividad hidráulica saturada (Kd).

## **6. Clasificación taxonómica y Utilitaria**

Conforme a la 25a edición de las normas de clasificación de suelos (Soil Survey Staff, 2014) o recopilar información preexistente. Para zonas de riego es recomendable aplicar la clasificación utilitaria de suelos con fines de riego según normas del *Bureau Reclamation de USA*.

## **7. Elaboración de fichas descriptivas de los perfiles modales**

Contienen la ubicación (coordenadas geográficas y croquis de ubicación), fotos de paisaje y los resultados, de modo sintético y claro, de la descripción morfológica y datos analíticos de cada perfil de suelo evaluado.

## **8. Mapeo Digital de Suelos**

Recomendado por la OIV Los estudios tradicionales utilizan en sus caracterizaciones de laboratorio y campo, el concepto de “capas” que agrupan, tanto en la capa superficial como subyacentes, promedios de las variables del perfil de muy distintos espesores entre calicatas, lo que simplifica por un lado el tratamiento de los datos, pero conduce a errores al momento de pretender agrupar suelos similares o realizar comparaciones entre estudios.

Por lo anterior se integraron los datos de todos los perfiles disponibles y se procesaron mediante modelado vertical de suelos y a partir de los datos del modelado, más la aplicación de técnicas geoestadísticas, se obtuvieron los mapas continuos de las principales variables de interés a través de procesamiento numérico de los datos. De esta manera se generan dos horizontes sintéticos: 0-50 cm y 50-100. A partir de estos horizontes, se aplicaron modelos de inteligencia artificial para predecir propiedades edáficas utilizando covariables ambientales vinculadas con los factores formadores de suelos (Dokuchaev, 1898) cómo variables regresoras. De esta manera se generaron mapas continuos de las variables edáficas para los perfiles relevados.

## **9. Elaboración de mapas temáticos**

El procesamiento y mapeo de datos se realiza con software R, SAGA y QGis. Los datos de salida son presentados en mapas extensión pdf 300 dpi y también en formato Shapefile “.shp”, en el sistema Posgard 2007.

### **IV. CONSIDERACIONES FINALES:**

Los análisis de laboratorio deben adecuarse a las características zonales de los suelos bajo estudio, su génesis, ph, contenido de calcáreo entre otras.

El mapeo digital de suelos debe referirse por sobre los tradicionales mapeos por krigin.

Se deben agregar interpretaciones de los resultados obtenidos en los informes de las IG

Al iniciar el trámite de una IG se debería reunir y acordar con todos los actores del territorio que podrían estar involucrado en el terroir a estudiar

## V. BIBLIOGRAFÍA

Abarca O. y M. A. Bernabé Poveda. 2010. Estimación de la capacidad de uso de las tierras en el estado Aragua, Venezuela, mediante regresión logística multinomial. *Agron. Trop.* 60: 397-413.

Drăguț, L.; Blaschke, T. 2006. Automated classification of landform elements using objectbased image analysis. *Geomorphology*, 81, 330-344.

Farr, T; Paul A. Rosen, Edward Caro, Robert Crippen, Riley Duren, Scott Hensley, Michael Kobrick, Mimi Paller, Ernesto Rodriguez, Ladislav Roth, David Seal, Scott Shaffer, Joanne Shimada, Jeffrey Umland, Marian Werner, Michael Oskin, Douglas Burbank and Douglas Alsdorf. 2007- The shuttle radar topography misión. *Geophysics*, 45 Issue 2, June 2007, pag 1 a 33.

Malone B. P., Minasny B., McBratney A. B., 2011. Mapping Continuous Soil Depth Functions in the Edgeroi District, NSW, Australia, Using Terrain Attributes and Other Environmental Factors. *Proceedings of Geomorphometry*, Zurich, Switzerland

Martinez-Casanovas, J.A., 1999. Modelos digitales de terreno: Estructuras de datos y aplicaciones en el análisis de formas del terreno y en Edafología. *QUADERNS DMACS Núm. 25*, Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl, Universitat de Lleida, Lleida.

Minasny y McBratney, 2006. A conditioned Latin hypercube method for sampling in the presence of ancillary information. *Computer & Geosciences*. Volume 32, Issue 9, November 2006, Pages 1378-1388

OIV (2012) Resolución OIV-VITI 423-2012. “Líneas directrices de la OIV sobre metodologías de zonificación vitivinícola a nivel del suelo y del clima”. *Projet de résolution sur le zonage viticole au niveau du sol (oiv.int)*

Olaya, V. 2004. A Gentle Introduction to SAGA GIS. 1.1 Edition, Olaya Victor and Pineda Javier Editors., 216 p. Madrid, Spain. Saga Manual - [Download PDF] (vdocument.in)

Pike, R. J., I. S. Evans, and T. Hengl. 2009. Geomorphometry: A brief Guide. Dev. Soil Sci. 33: 3-30.

Roa Lobo, J. y Kamp, U. 2008. Modelos de elevación digital (MED) a partir de sistemas satelitales. Una introducción y análisis comparativo en la cordillera de Mérida. Venezuela. Revista Geográfica Venezolana, Vol. 49 (1), pp. 11-42

Schoeneberger, P.J., D.A. Wysocki, E.C. Benham, and Soil Survey Staff. 2012. Field book for describing and sampling soils, Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE

**GUÍA METODOLÓGICA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE  
VITIVINÍCOLA CON CRITERIO PAISAJÍSTICO**

## VI. INTRODUCCIÓN

Previo a iniciar la recopilación de datos, se realiza la validación del método y de las delimitaciones por regiones propuestos con el punto focal y equipos consultores activos. Así mismo, se hace el abordaje del territorio y el contacto con coordinadores locales a identificar con el equipo del punto focal de la CT, y así realizar el proceso de valoración junto a todos los actores del paisaje vitivinícola.

### 1. **Etapa 1: recopilación de datos**

Identificación en las zonas agroeconómicas homogéneas definidas en estudios previos de esta CT objetos, encuadres, manejo de luz, escala representación, y demás aspectos significativos que brindan singularidad y relevancia. Procurando representar (caracterizar y cualificar) el paisaje de cada región como realidad física y culturalmente significativa.

#### **1.1. Datos por imágenes**

Definición de manera conjunta con el consultor experto en representación fotográfica el enfoque de paisaje desde el que se abordará el estudio (desde una perspectiva científica/ social y/o artística) que permita el estudio de las regiones vitivinícolas argentinas a diferentes escalas y nivel de detalle. Se tiene en consideración descriptores estructurales, texturales, histórico-culturales, relaciones funcionales, formales y estéticas (ACL). Se detallan los criterios técnicos para la captura de imágenes en el Anexo (pág. 8)

**Relevamiento in situ:** trabajo de campo, fotográfico y con dron (componentes vegetales, arquitectónicos y culturales). Se trabajará a partir de las capturas realizadas por el fotógrafo, en las cuales desde su mirada con la guía de captura de imágenes (elaborada por el equipo de paisajismo) seleccionará las características del lugar, las cualidades estéticas y visuales, estado de conservación del paisaje, prácticas agrícolas e información casual aportada por gente del lugar. Aspectos estéticos, relacionados con el carácter de un paisaje, como la escala (íntima o amplia), diversidad (monótono o complejo), textura (liso o rugoso), forma (vertical o horizontal), línea (recta o sinuosa), color (fríos o cálidos), equilibrio (armonía o caótico), organización (orden o aleatorio), entre otros.

## **1.2. Exploración del universo de la vitivinicultura**

**Mapeo de infraestructuras significativas marrón, azul, verde y gris:** macro región, mapa de rutas, organización del territorio, parcelas de cultivo, porcentaje de verde y otros registros. Registro de la combinación de formas particulares del terreno y de la cubierta vegetal, incluyendo también otros aspectos como la fisiografía con las imágenes del dron.

**Relevamiento de fuentes visuales:** sondeo de las imágenes elegidas y utilizadas por las bodegas y productores como representativas (publicidades, etiquetas, slogans). Identificar aquellos elementos del paisaje que se ponen en evidencia. (Anexo, pág. 11)

**Recopilación y sistematización en base a bibliografía:** se analizarán informes, artículos, libros, es decir, información publicada sobre la zona en estudio. Historia de los sitios y recursos arqueológicos. Obras de arte. Elementos identitarios. Antecedentes generados en otros estudios de Coviar, imágenes en redes sociales (“ojos de la gente”), obras de arte que se plasman en el paisaje (pinturas, esculturas). Literatura (poemas y escritos del sitio). Temas musicales alusivos.

## **1.3. Registro por referentes y otros actores**

- Métodos cualitativos de relevamiento y análisis

**Entrevistas desestructuradas: percepción social de referentes y pobladores.** Técnicos, productores, referentes sociales, jefe comunal, referentes claves, contactos en el lugar. Formato presencial o virtual por medio de videoconferencias o a través de whatsapp. Se recogerá la participación ciudadana (percepción social) a través de relatos y entrevistas no estructuradas en conversaciones informales con gente del lugar o con turistas. Se harán anotaciones, descripciones de situaciones y se registrarán todos aquellos elementos que se presume contribuyen al carácter del sitio.

**Registro situado:** a partir de visitas a las zonas de estudio (poblados y locaciones vitivinícolas), mediante vídeos, fotos y anotaciones personales de miembros del equipo consultor. Se registrarán aspectos sensoriales, perceptuales y otros apuntes relacionados con la caracterización que emerge de la experiencia vivencial, resonancia de los relatos comunicados, las impresiones de sitio.

- Redes conceptuales

**Análisis de la información semántica:** por medio de Natural finder, entrevistando a referentes o pobladores. Se trata de un procedimiento recursivo para capturar a partir de un concepto disparador, la red semántica natural de una persona en torno al mismo. La representación es en forma de una red donde los conceptos más semejantes en cuanto a significado se encuentran más próximos, y los más disímiles se encuentran más lejanos. El procedimiento consiste en preguntarle a la persona cuáles son las palabras que asocia con determinado concepto blanco y luego, de modo aleatorio y en forma recursiva, tomar cada una de las palabras producidas como palabra blanco para volver a solicitar palabras asociadas. Como resultado de estas estimaciones se producen inexorables referencias cruzadas de diferente magnitud.

## **2. Etapa 2: análisis del material relevado**

Aplicación de la metodología de abordaje definida y validada, a través de la caracterización, estudio, interpretación y documentación de los paisajes de las regiones vitivinícolas definidas, interactuando con el consultor especialista en técnicas fotográficas.

**Fichado:** para cada región se realizará un fichado donde se tendrán sistematizadas variables de caracterización. Para ello se deberá identificar, caracterizar y cualificar las variables del paisaje de las zonas vitivinícolas en estudio y se plasmarán estos datos en una ficha la cual se irá construyendo y enriqueciendo con los elementos relevados en la Etapa 1 (Ver Ficha modelo en Anexo, pág. 12).

## **3. Etapa 3: interpretación y valoración**

**Síntesis:** estimar el carácter paisajístico de cada sitio, a partir del fichado realizando una lectura comparativa de las fichas y una valoración de lo significativo de cada área. Sobre la totalidad de la información compilada y sistematizada se indagará en las diferencias, identificando las particularidades de cada sitio, aquello que hace a su esencia. Se realizarán recomendaciones sobre criterios de intervención, de preservación, sugerencias.

#### **4. Etapa 4: presentación del producto final**

Se dispone un banco de imágenes con su descripción, para su inclusión en el repositorio de Almacenamiento de información. Se articula con la Consultoría a cargo de la sistematización e integración de información de los estudios realizados en el marco de la consultoría.

**Informe en formato PDF:** incluirá los resultados de las etapas interpretativa y valorativa del trabajo. Se organizará dicha información separando los sitios en cada una de las provincias bajo estudio y a su vez en función del valle u oasis al que pertenezcan.

**Fichado:** se adjuntarán las fichas resultantes de las “**unidades de paisaje**” que configuran paisajes muy diversos. Estos “paisajes singulares del viñedo” son aquellos conjuntos territoriales que se pueden delimitar por tipologías de cultivos que reflejan situaciones sociotemporales determinadas y cuyas manifestaciones complementarias observables responden a hechos concretos con explicaciones integradas.

**Video:** se trata de un recurso de carácter demostrativo (solamente para una localidad), como sugerencia para comunicar el producto final y trabajar en forma conjunta con el área de comunicación. Se buscará mostrar la disposición de la información contenida en el informe en un formato web interactivo e integrado con las imágenes capturadas por el fotógrafo.

## VII. ANEXO 1: GUÍA PARA LA CAPTURA DE IMÁGENES

### 1. Etapa 1. Caracterización por imágenes

“La fotografía de paisaje es la construcción de una metáfora continuada en la que un elemento del campo, buscado o encontrado, se convierte en soporte de sentidos inesperados, de significados nuevos y de belleza inevitable al contemplarla”. (Martín, M. 2012)

“El fotógrafo hoy, como antes lo fue el pintor o el dibujante o el escritor, sería uno de esos personajes denominado por el antropólogo Luís Vicente Elías “el intermediario” y cuya misión consistiría precisamente en tender puentes o en trasladar unos valores desde un punto de partida, que en este caso sería el campo, la naturaleza, el terruño a otros mundos o sujetos ajenos pero interesados en esos valores.” (Martín, M. 2012)

Retomamos el objetivo de este trabajo, que es indagar sobre el significado del paisaje en cada región vitivinícola y encontrar las características diferenciales entre ellas, de forma que estén representados todos los territorios y sus procesos históricos.

Elaborar un concepto en cada región a partir de la observación de la realidad. Pero como la realidad es subjetiva, es decir depende de quien la observe, **el fotógrafo será los ojos de muchas miradas que forman el paisaje vitivinícola**: la mirada del agricultor, la mirada del técnico que lleva adelante la producción, la mirada del turista que lo visita.

Como expresa Martiarena M. y equipo en su tesis, **entendemos al paisaje como resultado de la percepción que tiene un grupo de personas de un territorio**: un mapa colectivo construido a partir de imágenes materiales visuales (Magariños de Morentin, 2008) valorado según parámetros sociales y culturales de manera relativamente homogénea por un grupo de personas en un momento determinado (Lynch, 1960; Saarinen, 1976).

¿Cuándo un territorio alcanza la categoría de paisaje? Alain Roger (2007) considera que esto ocurre cuando el sitio es reinterpretado mediante una mirada estética y adoptado o aprehendido por el resto del grupo social, que a partir de ese momento lo reconoce como paisaje.

Así un territorio se convierte en paisaje cuando es reinterpretado mediante una mirada, en nuestro caso la mirada del fotógrafo.

De esta manera, la intención es captar lo que sucede realmente en cada región vitivinícola, lo que le da su identidad. La forma en la que la vitivinicultura es comprendida en cada lugar: la manifestación de su cultura materializada en sus técnicas de trabajo, en las variedades, en su arquitectura, que se entrelazan con las características climáticas y geográficas particulares.

Serán elegidas imágenes, no tanto por su excepcionalidad o rareza, sino justamente por ser un buen modelo del tipo de paisaje al que pertenecen o representan.

- Criterios técnicos a considerar por el fotógrafo in situ

**1.1- Mapeo: tomas generales aéreas de áreas vitivinícolas con dron,** que incluyan viñedos, bodegas (edificios), y cualquier otra construcción asociada a la actividad. Asimismo, el entorno natural en el que se inserta.

Accesibilidad: calle, rutas, carriles. Red de caminos y senderos. Presencia vegetación existente: en calles, establecimientos, bordes y límites

**1.2- Visuales destacables e impactos observados sobre el entorno:** panorámicas, puntos focales, singularidades, mirada desde abajo hacia arriba y a la inversa dependiendo de la forma del terreno.

Transparencia visual o densidad de vegetación e impedimento visual de la topografía (puede relacionarse con sensación de cobijo o de apertura).

Complejidad visual: ruido visual o simpleza.

1.3- Componentes naturales (fotografías y dron): **INFRAESTRUCTURA MARRÓN**

### **Relieve**

Forma del terreno:

Elevación con vista panorámica

Complejidad topográfica como telón de fondo o envolvente (sierra, lomas, montes, montañas)

Siluetas/Dominancia

Forma del terreno cóncavo: valle, cañón, depresión. Proporción, fondo y laterales. Materialidad.

Topografía: altitud / pendiente.

**Suelo:** características del suelo, perfil, afloramientos, coberturas.

## INFRAESTRUCTURA AZUL

### **Agua: singularidad de masas de agua y diversidad**

Cauces naturales de ríos y/o arroyos, canales, reservorios de agua. Hijuelas, acequias, compuertas, obras de toma.

Sistema de riego: surco, goteo.

## INFRAESTRUCTURA VERDE

### **Vegetación implantada o natural del territorio**

Singularidad que caracteriza al sitio Entorno: coironal, bosques, jarillal. Colores.

Cultivos que conviven con el viñedo (olivos, frutales, huerta). Diversidad de la cubierta vegetal.

Estratos de vegetación.

Diversidad cromática/estacionalidad de especies dominantes.

Viñedo: tomas aéreas, panoramas, vistas, escenas. Incluir cualquier elemento que se observe y llame la atención

Tipo de conducción (gobelet, echalás, espaldero, parral / suelo). Sistema de conducción según limitantes del sitio.

Manejo del interfilar (labranza, cobertura vegetal, sistemas mixtos). Colores de follaje/variedades.

- Componentes antrópicos: sistema de asentamiento y red de infraestructuras (fotografías y filmaciones):

### **INFRAESTRUCTURA GRIS: Bodegas, casas y construcciones**

#### Lineamientos generales Locaciones definidas

Se sugiere que según la localidad a registrar, se seleccionen las bodegas más representativas de las zonas visitadas. Se recomienda que el muestreo de registros sea variado: bodegas productoras a gran escala y también de aquellas de producción familiar a menor escala.

En caso de localidades que cuenten con un gran número de bodegas se visitará aquellas que transmitan la esencia del lugar.

Se recomienda la filmación de tramos de los caminos que conducen a las bodegas y la llegada a las mismas.

#### Lineamientos particulares:

##### **Bodegas**

La arquitectura del o los edificios principales (a nivel de piso y aéreas).

La arquitectura de apoyo a la industria vitivinícola. Depósitos, piletones, tomas de agua y reservas, cavas.

Museos o espacios de arte y cultura incluidos o vinculados.

Espacios abiertos, parques, jardines o espacios de transición. Tratamiento exterior.

Panoramas, vistas, escenas y detalles en todos los casos arriba mencionados.

**Casas y construcciones:** reflejo de los elementos propios del lugar (cavas, pircas) y su entorno.

**Identities locales:** productos que se extraen de ese territorio, y que reflejan el saber hacer de sus habitantes (conservas, tejidos, artesanías). Símbolos, construcciones religiosas.

Se sugiere al Profesional fotógrafo indagar sobre los elementos que los habitantes de las bodegas (propietarios, empleados, allegados, etc), y/o personas del lugar quieran expresar como elementos identitarios.

## **2. Etapa 2: exploración del universo de la vitivinicultura**

### **Caracterización por fuentes visuales y publicaciones**

Las etiquetas de vino, la manera de presentar los productos y los recursos publicitarios, se emplearán como herramientas que contribuyan a proporcionar información en los estudios del paisaje vitivinícola. A través de ellos se pueden reconocer los elementos que lo componen, en especial los viñedos, las bodegas y las labores del campo, así como otros componentes del espacio geográfico (Fernández Portela, 2019) que por lo general, son aquellos que se valoran y que caracterizan los paisajes, a la vez que conforman los objetos simbólicos e identitarios de los diferentes actores y de los lugares.

Para la recopilación de la información se parte de detectar y ubicar las rutas del vino pre establecidas para las diferentes regiones vitivinícolas a estudiar, ya que unen a los productores y bodegas más representativas de cada una. Para cumplir con este objetivo se utilizará internet: páginas, videos, publicidades, entre otros recursos, a los que se suman las imágenes capturadas por el fotógrafo en la Etapa 1.

## **Etapa 3: análisis del material relevado**

**Tabla 7: Fichado modelo sugerido para cada locación (Elaboración propia).**

<b>1.DESCRPTORES CULTURALES</b>	<b>HISTÓRICOS</b>	<b>Recursos culturales históricos</b>
<b>2.DESCRPTORES ESTRUCTURALES</b>		<b>1.INFRAESTRUCTURA MARRÓN:</b> suelo, orografía
		<b>2. INFRAESTRUCTURA AZUL:</b> agua

	<p><b>3.INFRAESTRUCTURA GRIS:</b> elementos antrópicos, bodegas, casas, construcciones, red de infraestructura</p>
	<p><b>4.INFRAESTRUCTURA VERDE:</b> Vegetación nativa, frutales, viñedos, arbolado.</p>
<p><b>3.RELACIONES FUNCIONALES DE SUS COMPONENTES</b></p>	<p>Patrones de composición</p>
<p><b>4.RELACIONES FORMALES Y ESTÉTICAS</b></p>	<p>Caracterización del paisaje en función de los colores, diversidad, forma, proporciones, escala, textura, materialidad de los elementos que lo conforman.</p>

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Elías Pastor, Luis Vicente. 2014. "El paisaje del viñedo: su papel en el enoturismo / The landscape of vines: Their role in the Wine Tourism" RIVAR, IDEA-USACH, ISSN 0719-4994, V 1 N° 3, septiembre 2014, pp.12-32

Fernández Portela, J. 2019. Las etiquetas de las botellas de vino: su valor como recurso comercial y como expresión del paisaje vitivinícola. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 81, 2759, 1–33.  
<http://dx.doi.org/10.21138/bage.2759>

Gómez Miguel V. 2014. El paisaje visual del viñedo. Universidad Politécnica de Madrid, España. 2014

Martín, Miguel. 2012. La ausencia de imagen del paisaje del vino español. Terruños. Número 22 marzo 2012. Pag. 24. Edita FUNDACIÓN PARA LA CULTURA DEL VINO.

Molleví Bartoló, G. 2012. El sector vitivinícola y el paisaje: dependencia, promoción, fomento. Terruños. Número 22 marzo 2012. Pag. 16. Edita FUNDACIÓN PARA LA CULTURA DEL VINO.

Swanwick, C. 2002. Landscape Character Assessment: Guidance for England and Scotland elaborada por la Countryside Commission y el Scottish Natural Heritage. Department of Landscape University of Sheffield and Land Use Consultants.

VIVAS, J. et. al. 2014. Organización reticular de la memoria semántica. Natural Finder y Definition Finder, dos métodos informatizados para recuperar conocimiento. Encuentros Bibli, vol. 19, núm. 40, mayo-agosto, 2014, pp. 235-252 Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis, Brasil.

**INTEGRACIÓN Y HOMOGENEIZACIÓN DE BASES DE DATOS,  
INFORMACIÓN Y MAPAS EN REPOSITORIO**

## INTRODUCCIÓN

El estudio de caracterización físico-ambiental de regiones vitivinícolas se complementó con la correcta sistematización e integración de los datos relevados. Estas acciones se encuadraron en un contexto de avance tecnológico y revolución de la información que se traduce en herramientas que sirven de apoyo para la toma de decisiones de distintos actores y organismos en el territorio.

De esta forma, la correcta gestión de la información generada permitió:

- Disponer de los datos generados a partir del relevamiento, mejorando la calidad y cantidad de información disponible. Con esto se ahorró tiempo y esfuerzos en la búsqueda, acceso y uso de datos espaciales a la vez que evitó la duplicación de trabajo, adaptando datos de distintas fuentes y formatos, eliminando incoherencias.

- Administrar y analizar la información territorial de acuerdo a las diferentes finalidades requeridas por los usuarios, gracias esto a la interoperabilidad establecida a partir de un conjunto de tecnologías, estándares y normas. Esto permitió la utilización y combinación de datos de forma homogénea en una misma plataforma sin la necesidad de disponer de costosas herramientas, tecnología o conocimientos avanzados.

- Integrar las regiones vitivinícolas seleccionadas con las áreas relevadas en proyectos anteriores (Mendoza, San Juan, Catamarca- Salta- Tucumán) Los beneficios derivados fueron palpables en cada una de las instituciones interesadas ya que esta información permitió alcanzar análisis exhaustivos que avanzaron sobre problemáticas específicas. Estas herramientas permitieron comprender de forma integral la realidad territorial y ayudaron a la planificación estratégica de acciones futuras basadas en información precisa y confiable.

Los objetivos de esta instancia fueron:

- Desarrollar y diseñar el marco apropiado para la gestión y acceso a la información relevada a través de la plataforma cartográfica.

- Trabajar de forma colaborativa e interdisciplinaria con los diversos actores que intervienen en el proyecto para el correcto seguimiento y avance de las actividades de integración y administración de los datos obtenidos.

- Definir lineamientos y estrategias que ordenen la publicación de la información geográfica.

- Ajustar la información geográfica a las especificaciones, normas y procedimientos necesarios para lograr la interoperabilidad institucional de los mismos.

- Integrar la información relevada en un portal cartográfico web.

- Proveen productos y servicios que permitan la visualización espacial y el análisis estadístico de los datos relevados.

## **1. Diseño metodológico para la integración y homogeneización de datos espaciales**

A continuación, se describen las actividades del diseño metodológico aplicado para la sistematización, homogeneización, integración y publicación de la información, datos y mapas en el repositorio que consisten en tres etapas:

**1.1.1.1.** Estandarización, normalización y publicación de información territorial

**1.1.1.2.** Creación de Catálogo de Objetos Espaciales

**1.1.1.3.** Configuración y puesta en funcionamiento del portal cartográfico web

## **2. Estandarización, normalización y publicación de información territorial**

De acuerdo con la información compartida por los equipos científico-técnicos se trabajó con material correspondiente a las regiones de la provincia de Catamarca y publicaron las siguientes variables de suelos y clima:

**Tabla 8: Variables publicadas por provincia y estudio**

<b>Provincia de Catamarca</b>	
<b>Variables edafológicas</b>	<b>Variables climáticas</b>
Área de estudio	Área de estudio
Sitios relevados	Estaciones meteorológicas
Aspecto	Precipitación acumulada promedio anual
Longitud de la pendiente	Precipitación acumulada promedio en temporada
Índice topográfico de humedad	Amplitud térmica promedio anual
Índice multiresolución de fondo de valle	Amplitud térmica promedio en temporada
Índice de acumulación de flujo superficial	Amplitud térmica promedio en maduración
Distancia vertical a la red de drenaje	Frecuencia de heladas
Índice de convergencia	Horas de frío
Índice de curvatura longitudinal	Frecuencia anual de días con temperatura máxima superior a 35°C
Calcáreo total 0-50 cm	Temperatura máxima promedio anual
Calcáreo total 50-100 cm	Temperatura media promedio anual
Yeso 0-50 cm	Temperatura mínima promedio anual
Yeso 50-100 cm	Temperatura media promedio en temporada
Textura aparente 0-50 cm	Duración del período activo
Textura aparente 50-100 cm	Índice de frescor nocturno
Salinidad 0-50 cm	Índice de Huglin
Salinidad 50-100 cm	Integral térmica con base 13°C
pH 0-50 cm	Índice de Winkler
pH 50-100 cm	

*Elaboración propia.*

La información se presenta, en algunos casos, en formato vectorial en sus distintas geometrías (punto o área), o en formato ráster con su relativa interpolación y clasificación.

**- Generación del metadato**

Luego de un proceso previo de revisión se dio comienzo a la etapa de normalización de la información recabada por los equipos científicos técnicos. En primer lugar, se solicitó a los profesionales completar una planilla previamente elaborada donde debían consignar una serie de características individuales para cada capa de información generada.

Esto es conocido como metadato y permite a los usuarios obtener información detallada de la capa espacial, permitiendo juzgar su confiabilidad, práctica y alcance, su grado de actualización y los responsables involucrados en su creación. Para esto se tomaron en cuenta los principios y lineamientos recomendados por IDERA (Infraestructura de Datos de la República Argentina) de acuerdo con las normas ISO y OGC. A continuación, se presenta un ejemplo:

RECURSO	CITACION	TÍTULOS Y FECHAS	Título	INTERPOLACION TEMPERATURA MEDIA TEMPORADA(septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril) OASIS TUNUYAN SUPERIOR.MAPA RASTER
			Fecha de creación	21/08/22
			Fecha de publicación	
		CONTACTO	Nombre del individuo	CARLA AGUSTINA PAPPALARDO
			Nombre de la organización	BID
			Nombre del cargo del individuo	CONSULTOR DE PRODUCTOS Y SERVICIOS EXTERNOS "PEC"
	Rol del individuo		Creador	
	Correo electrónico		carlapappalardo@gmail.com	
	Teléfono de contacto	64 261 3824190		
	DETALLE	DESCRIPCION	Descripción (resumen)	OBTENCION DE UNA GRILLA COMPLETA DE VALORES DE TEMPERATURA MEDIA DE TEMPORADA (septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril) PARA TODO EL OASIS TUNUYAN SUPERIOR
			Propósito	LA INTERPOLACION SE REALIZO PARA CONOCER CUAL ES EL VALOR DE LA TEMPERATURA MEDIA TEMPORADA (septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril) EN CADA PUNTO DE EL OASIS TUNUYAN SUPERIOR
			Créditos	Ing. Agr. Julieta Dalmasso, Ing. Agr Martin Cavagnaro
		ESTADO DEL RECURSO	Estado	Completado
	REPRESENTACION	Tipo de representación espacial	Cuadrícula	
	PALABRAS CLAVES	TEMA	Categoría del tema	CIENCIA ATMOSFERICA, GEO CIENTIFICO
Etiquetas del recurso			RASTER TEMPERATURA MEDIA TEMPORADA	
MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO DEL RECURSO	Frecuencia de actualización	Según necesidad	
		General		
RESTRICCIONES	RESTRICCIONES DEL RECURSO	Legal		
		Seguridad		
REFERENCIA	REFERENCIA ESPACIAL	REFERENCIA ESPACIAL UTILIZADA	Código	32719
			Tipo de sistema de coordenadas	Planas
			Nombre del sistema de coordenadas	WGS84UTM zone 19S.

**Figura 6: Tabla de Metadatos. Elaboración propia.**

Una vez publicadas las capas de información al portal cartográfico web, se configuraron los metadatos tomando en cuenta lo anotado en cada planilla.

### *Preparación de capas vectoriales y ráster*

Los datos brindados por los equipos científico-técnicos fueron compartidos a través de una carpeta de Google Drive para poder trabajar en forma simultánea desde distintos dispositivos.

La información compartida se caracteriza por los siguientes recursos:

- Capas vectoriales
- Imágenes ráster
- Mapas
- Imágenes
- Tablas de metadatos

El punto de partida fue tomar las capas vectoriales y las imágenes ráster y cargarlas a un software de información geográfica para un tratamiento previo antes de su publicación en el portal web cartográfico.

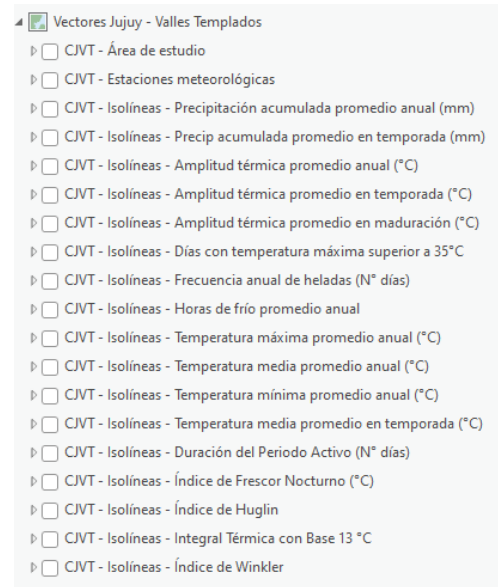
La primera acción realizada fue la carga de información al software. Para ello se creó un único proyecto de trabajo y distintas pestañas para contener los datos. En cada caso, todas las capas vectoriales de las áreas de estudio se ordenaron, clasificaron y agruparon en la misma pestaña mientras que las imágenes ráster se ubicaron en una diferente. El paso siguiente tuvo que ver con dar formato a cada una de las capas y teselas cargadas en el software.

Aquí se presenta una imagen de esta organización:



**Figura 7: Organización de imágenes ráster. Elaboración propia.**

Se describen a continuación cada uno de los procesos realizados:



**Figura 8: Organización de capas vectoriales. Elaboración propia**

### Capas vectoriales

#### Apariencia

Se relaciona con la simbología de la capa. En este punto se establecieron características relacionadas con:

- Color
- Tipo de línea
- Grosor
- Efectos
- Escalas de visualización

#### Etiquetado

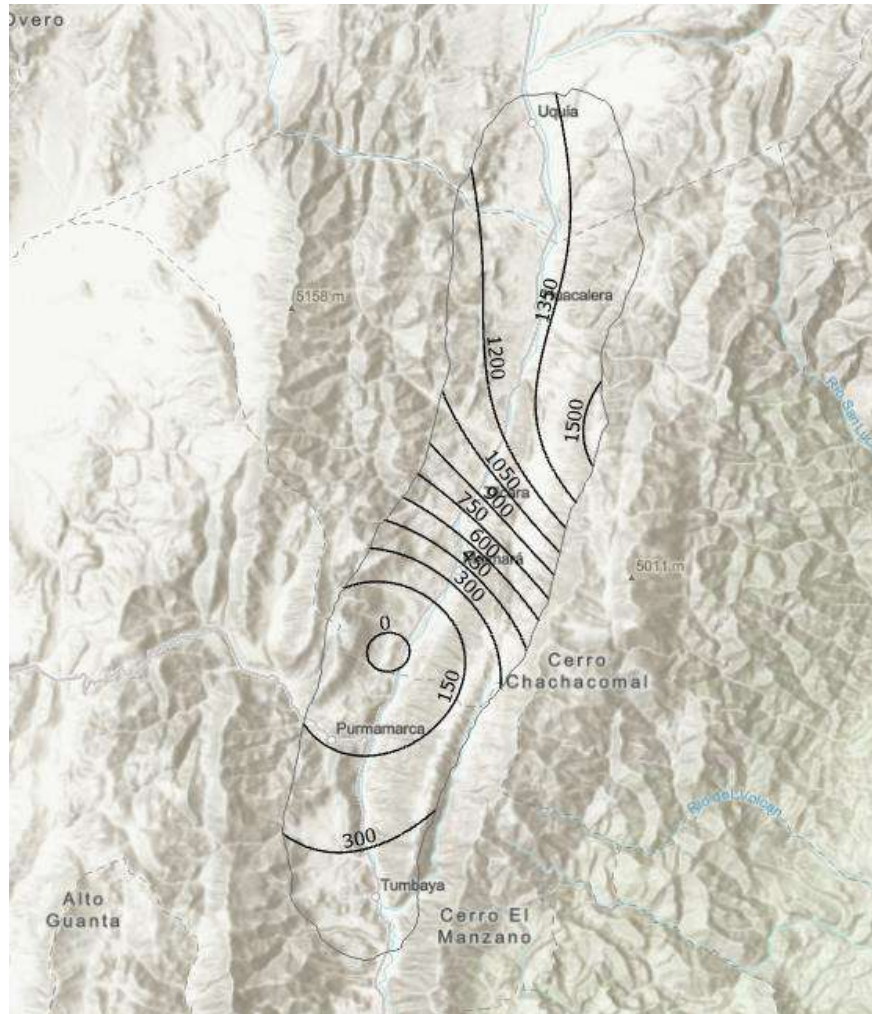
Tiene que ver con la información que va a indicar esa capa de forma visual. Se trabajó sobre:

- Símbolo de texto
- Fuente
- Formato del texto
- Tamaño de la etiqueta
- Efectos
- Ubicación de la etiqueta
- Reglas de etiquetado
- Escalas de visualización

## Datos

Es propiamente el dato que contiene cada entidad. Aquí se hizo foco en:

- Revisión de ortografía
- Orden de los campos
- Tipo de datos



**Figura 9: Ejemplo de capa vectorial trabajada**

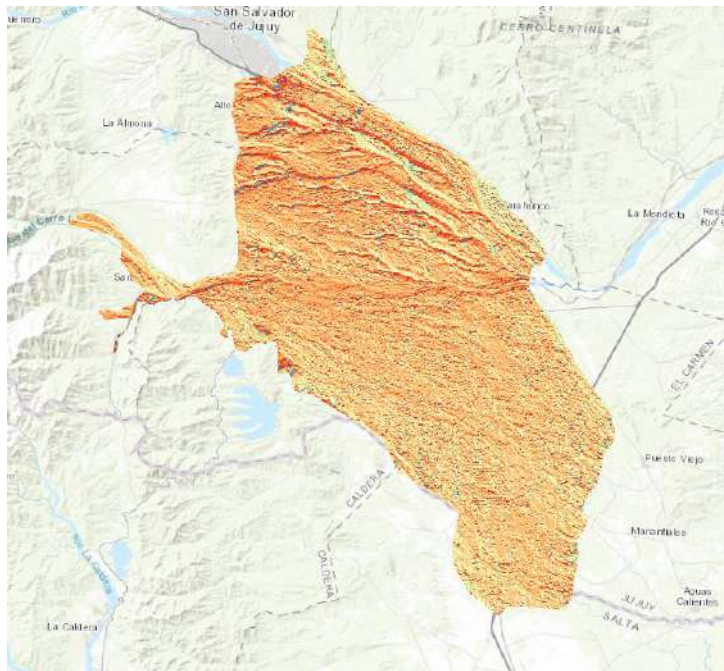
### - **Imágenes ráster**

#### Apariencia

Se relaciona con la simbología de la capa. En este punto se establecieron características relacionadas con:

- Ajuste de valores por extensión
- Tipo de extensión
- Esquema de color

- Etiquetado
- Clasificación de la leyenda
- Escalas de visualización



**Figura 10: Ejemplo de imagen ráster trabajada (elaboración propia)**

#### *Publicación de información territorial al portal cartográfico web*

Una vez completada la estandarización y normalización de los datos fue necesario compartir vectores y ráster como capas web para poder utilizarlos en la creación de herramientas dentro del portal cartográfico web. Para ello se realizó la siguiente configuración:

#### Detalles del elemento

En este punto debió completarse tres aspectos que permiten ubicar de forma rápida el recurso dentro del contenido publicado en el portal.

- **Nombre**

Además de la temática a la que hace referencia la capa web, el equipo consultor determinó siglas para abreviar el estudio general y la localización geográfica de los datos. Para cada provincia quedaron establecidas de la siguiente forma:

- **EJHVT:** Edafología Catamarca\_ Tinogasta/Fiambalá/Medanitos, Departamento Tinogasta-Hualfín-Departamento Belén-Andalgalá, Departamento Homónimon- Siján, Departamento Pomá.

- **Resumen**

Se hizo referencia de forma acotada a la temática general de la que trata la capa web

- **Etiquetas**

Identificación de la capa dentro del contenido del portal.

Tipo de capa

En este caso se seleccionó:

- **Entidad:** para capas vectoriales
- **Tesela:** para imágenes ráster

Ubicación

Para cada provincia se creó un directorio dentro del portal cartográfico donde se alojan las distintas capas y ráster publicadas.

Configuración

En este punto debieron tomarse en cuenta aspectos individuales para cada tipo de capa:

- **Entidad:** habilitar la opción de exportar datos y definir la zona horaria
- **Tesela:** establecer el esquema de ordenamiento en teselas y determinar los niveles de detalle. En este caso, el rango definido fue:



**Figura 11: Niveles de detalles en publicación de imágenes ráster (elaboración propia)**

### **3. Catálogo de Objetos Espaciales**

Debido a la necesidad de llevar un registro de los elementos publicados en el portal cartográfico, se diseñó un formulario de carga de información para agregar las distintas variables trabajadas por los equipos técnicos.

The image shows a web form titled "Carga de Datos Espaciales" with a red header. Below the header, there is a section labeled "Provincia analizada" with a dropdown menu currently showing "Mendoza". Underneath, there is a section labeled "Seleccionar Región" with four radio button options: "Oasis Sur", "Oasis Río Mendoza" (which is selected and highlighted in grey), "Oasis Río Tunuyán Superior", and "Oasis Río Tunuyán Inferior".

**Figura 12: Ejemplo de carga de Datos Espaciales para el Oasis Río Mendoza (elaboración propia)**

Además de la provincia y región analizada, el formulario permite recolectar información referida a la temática, el estudio al que pertenece y el formato en que se han presentado los datos.

Una vez cargadas las variables, un tablero de visualización va constituyendo el **Catálogo de Objetos Espaciales**.

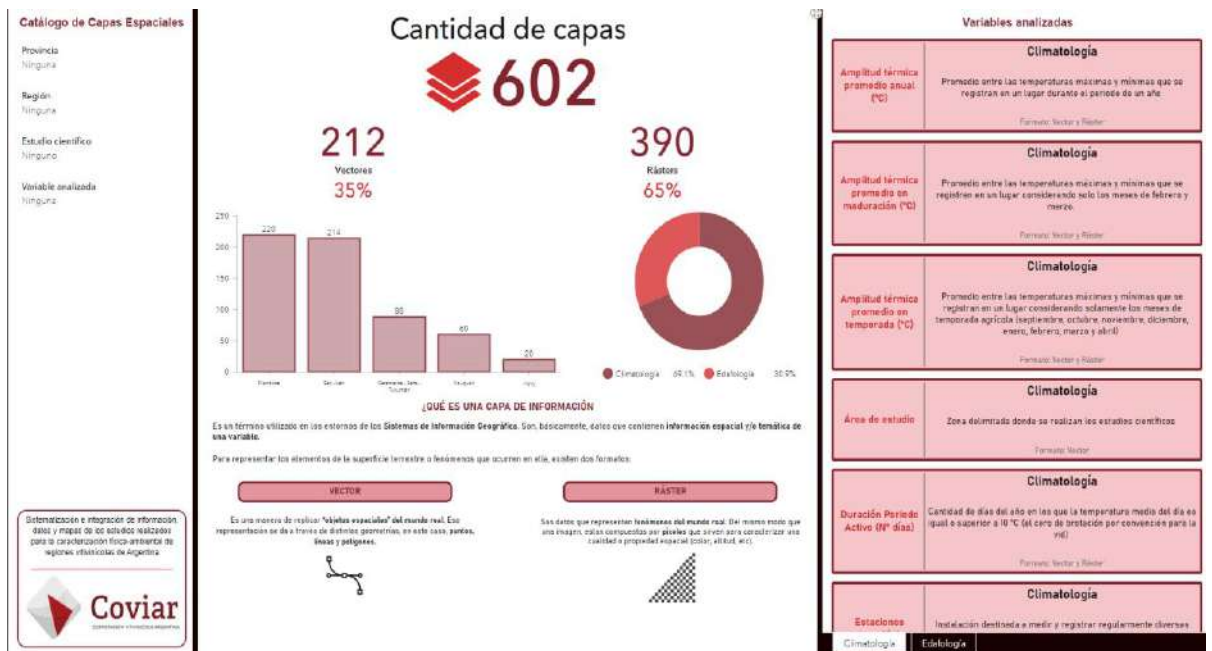


Figura 12: Catálogo de Objetos Espaciales (elaboración propia)

Además de un conteo estadístico simple de capas, se presenta información desagregada por variables permitiendo filtrar los datos de acuerdo con provincia, región y estudio científico.

#### 4. Configuración y puesta en funcionamiento del portal cartográfico web

Una vez cumplidos todos estos pasos, las capas fueron publicadas al portal cartográfico web quedando disponibles para su uso y consulta.

##### *Carga del metadato*

Corresponde a cada capa la carga de su correspondiente metadato, esto permite a los usuarios obtener información detallada de la capa espacial, permitiendo juzgar su confiabilidad, práctica y alcance, su grado de actualización y los responsables involucrados en su creación.

Metadatos	Recurso	Calidad	Distribución	Representación	Contenido	Campos	Referencia
Perfil	Alcance	Idioma	Contacto	Fecha de metadatos	Hora de los metadatos	Mantenimiento	Restricciones
<input type="radio"/>	Regional						
<input type="radio"/>	Rango de Escala						

**Figura 13: Tabla de metadatos en portal cartográfico web (elaboración propia)**

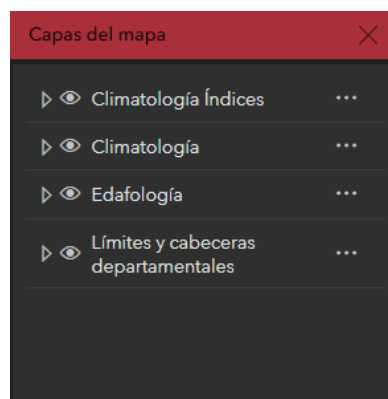
La forma más común de acceder a esta información es en el momento en que un usuario descarga la capa de información desde el portal. En este caso, esos datos serán acompañados por un archivo en formato “XML” indicando los metadatos correspondientes.

### *Creación y diseño de herramientas y aplicativos web*

#### Mapas base

El punto de partida para crear un aplicativo cartográfico es la configuración del mapa base, esto podría entenderse como una plantilla prediseñada con información geográfica que proporciona contexto y alimenta a otras aplicaciones.

Allí se añaden, agrupan y ordenan las distintas capas de información publicadas por región.



**Figura 14: Capas del mapa base (elaboración propia)**

Dentro del mapa base es necesario realizar algunos ajustes a las capas de información para asegurar un correcto entendimiento del usuario al momento de su consulta. Algunas de ellas son:

- Cambiar nombre
- Definir visibilidad
- Modificar simbología
- Definir apariencia
- Ajustar transparencia
- Determinar escalas de visualización
- Configurar etiquetas

Existe un mapa base por cada región trabajada.

### Visualizadores cartográficos

Una vez configurado el mapa base correspondiente, es momento de crear aplicaciones web de visualización y consulta de la información geográfica publicada.

En este punto el enfoque está puesto en la funcionalidad de la herramienta, es por ello que el producto resultante es un visualizador cartográfico web interactivo donde pueden obtenerse nuevas perspectivas y detalles mejorados a medida que el usuario interactúa con los datos, hace zoom y busca en el mapa.








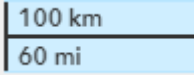
Para este caso, el usuario puede seleccionar que provincia es de su interés y allí podrá acceder a la información territorial correspondiente.

Las acciones realizadas en torno a estos son:

- Carga de imagen de fondo
- Creación de botones
- Definición de hipervínculos
- Disposición de títulos y contenido
- Dar formato a texto
- Configuración del tamaño y posición de los elementos
- Animación de los elementos




De forma predeterminada podemos observar el mapa base configurado previamente y una serie de elementos ubicados en cada extremo de la ventana los cuales cumplen funciones específicas. Cada uno de ellos corresponde a:

**Tabla 9: Funciones pre configuradas del visualizador (elaboración propia)**

<b>Buscador de dirección o lugares</b>	
<b>Galería de mapas base</b>	
<b>Regla de medición</b>	
<b>Agrandar pantalla</b>	
<b>Buscar mi ubicación</b>	
<b>Acercar o alejar el mapa</b>	
<b>Vista de mapa predeterminada</b>	
<b>Escala cartográfica</b>	

Además, el equipo de trabajo configuró 3 widgets específicos para cada aplicativo:

**Tabla 10: Widgets creados para visualizadores cartográficos (elaboración propia)**

<b>Lista de capas</b>		Detalle de la información geográfica para cada oasis de estudio.
<b>Leyenda</b>		Explicación gráfica y nominal del significado de los símbolos en el mapa
<b>Perfil de elevación</b>		Medición entre dos puntos que muestra las elevaciones del terreno

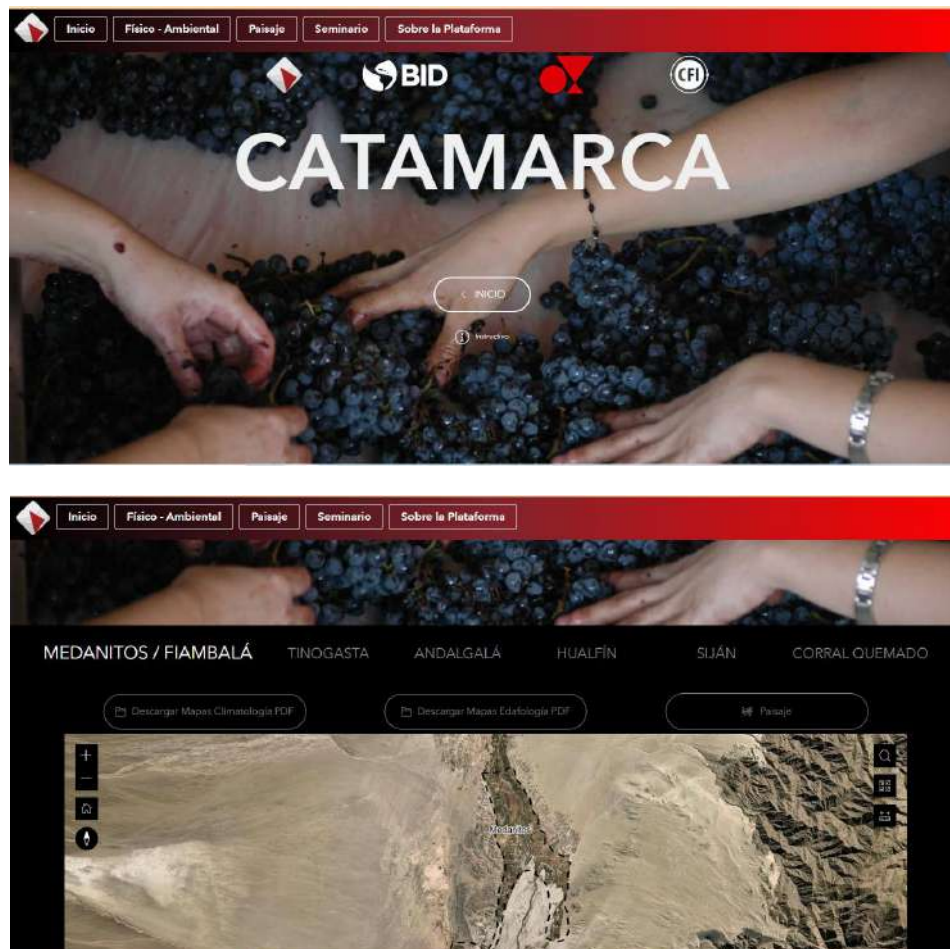
Sobre estos elementos deben realizarse configuraciones en los siguientes parámetros:

- **Dirección**
- **Comportamiento**
- **Apariencia**
- **Formato**
- **Espaciado**
- **Tamaño y posición**
- **Animación**

- **Estilo**

[Aplicaciones web](#)

Una vez ingresado al portal, la información geográfica se encuentra disponible para su consulta. En este caso se presenta la provincia de Catamarca como ejemplo:



**Figura 15: Aplicativo cartográfico web ejemplo (elaboración propia)**

Como se observa, en una misma ventana es posible acceder a la información territorial de la provincia de Catamarca según los estudios climatológicos y edafológicos realizados por los equipos científico-técnicos.

Una vez completadas todas estas etapas, el producto final es una herramienta web funcional que permite la visualización y consulta de información geográfica en distintos formatos.

### Otras funcionalidades

#### Instructivo de uso

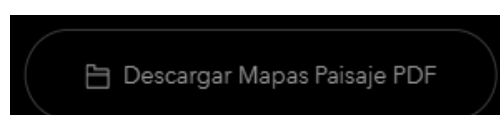
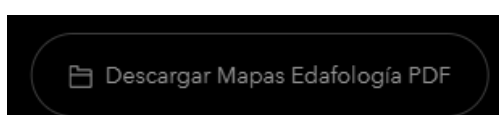
Para facilitar la experiencia de los usuarios al usar la plataforma, se diseñó un instructivo corto con pasos a seguir para el correcto uso de los aplicativos y sus herramientas. Es posible encontrarlo en la portada de cada una de las provincias trabajadas.



**Figura 16: Instructivo de uso (elaboración propia)**

#### Descarga de mapas

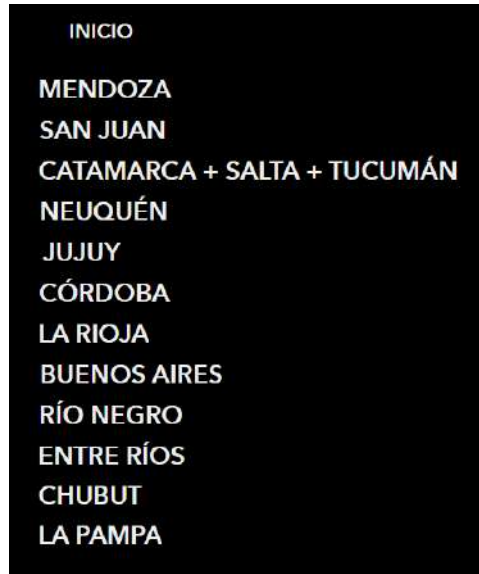
Se configuraron los apartados de descarga de mapas en pdf de las variables edafológicas y de paisaje para las distintas provincias.



**Figura 17: Repositorio para la descarga de mapas (elaboración propia)**

Ventanas por provincia

Aprovechando el bajo flujo de información compartida en esta etapa, se crearon y dejaron preconfiguradas las ventanas de las provincias cuya información no está aún compartida. Esto permitirá en el futuro agilizar los procesos de diseño evitando mayores demoras:



**Figura 18: Accesos a repositorio de cada provincia en ventana intermedia (elaboración propia)**

# CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

PROVINCIA DE CATAMARCA

---

**Informe Final**  
FEBRERO 2024



AUTORES

FACUNDO VITA SERMAN

COLABORADORES

CESAR TOBÍAS

DARIO RECALDE

ALBERTO RIBA

WALTER ROBLEDÓ

VIVIANA MICHEL

JORGE TEJADA

CRISTIAN RÍOS

SEBASTIÁN GUIDET

CAROLINA LUQUE

PATRICIA FIGUEROLA

EMMANUEL LUNA TOLEDO

FLAVIO CAPRARO

EDUARDO SIERRA

ROCÍO LEIVA.

LUIS LEONE.

VALERIA CARRIZO.

OSCAR ROMERO.

JUAN CÓLICA.

**AUTORIDADES**

**SECRETARIO GENERAL DEL CFI: LIC. IGNACIO LAMOTHE**

**PRESIDENTE COVIAR: MARIO GONZÁLEZ**

## RESUMEN

Este informe trata la caracterización climática de las zonas vitivinícolas de la provincia de Catamarca. El objetivo es identificar fortalezas y debilidades ambientales y socio-productivos de las regiones vitivinícolas del país que sirvan como base de información idónea para la planificación y gestión territorial, y la implementación de políticas públicas sectoriales, especialmente orientadas a reducir el impacto del cambio climático en sus diversas manifestaciones (restricción hídrica, mayor frecuencia de fenómenos extremos, calentamiento, entre otras).

Este estudio tiene los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar y sistematizar los datos e información climática y ambiental.
2. Generar datos e información referida a las características climáticas y ambientales para su integración en los casos en que la información existente sea insuficiente.
3. Integrar y armonizar las bases de datos e información existente con la generada en un repositorio dispuesto por COVIAR.
4. Contribuir al manejo integral, eficiente y sostenible de los viñedos a partir del análisis e interpretación de datos e información cuantitativa y cualitativa generada y recopilada.
5. Promover la consolidación de la vitivinicultura de cada lugar como actividad económica que nuclea familias, radica inversiones, desarrolla servicios, contribuyendo al desarrollo local.
6. Mejorar el posicionamiento de la cadena de valor vitivinícola Argentina con información de base que permita el diseño de políticas públicas de gestión integral de recursos físico-ambientales.
7. Facilitar el proceso de obtención de Identificaciones Geográficas (IG) al disponer de una guía metodológica unificada y validada por el

Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), y acceso a bases de datos e información para cumplimentar las especificaciones requeridas.

8. Propiciar la puesta en valor de los atributos diferenciales de la producción de las distintas regiones vitivinícolas de Argentina.

A modo de resumen fueron encontradas importantes diferencias entre los distintos valles, en los cuales aquellos que se encuentran a menor altitud son zonas entre templado cálidas a muy cálidas. Sin embargo, los valles de mayor altitud, y aún las zonas altas de los valles cálidos, se manifiestan como templadas y hasta frías, con noches frías a muy frías en época de madurez de la fruta. En todos los valles se pueden cultivar variedades hasta de ciclo largo.

## ÍNDICE GENERAL

METODOLOGÍA.....	11
1. BASES DE DATOS METEOROLÓGICOS .....	12
2. MODELACIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS.....	12
3. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS .....	14
4. CÁLCULO DE LAS PRINCIPALES VARIABLES AGROCLIMÁTICAS.....	15
5. CÁLCULO DE ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS PARA EL CULTIVO DE LA VID.....	16
DESARROLLO .....	21
6. DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO .....	22
7. TAREAS REALIZADAS .....	27
PRODUCTOS OBTENIDOS .....	28
8. CARACTERIZACIÓN ANUAL.....	29
8.1. Temperatura y Precipitaciones .....	29
8.2. Índices bioclimáticos .....	29
9. MAPAS.....	30
10. AGRADECIMIENTOS.....	32
11. BIBLIOGRAFÍA.....	32
ANEXO I.....	1
ANEXO II.....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Áreas vitivinícolas del Departamento de Andalgalá. Provincia de Catamarca.....	23
Figura 2. Áreas vitivinícolas de las localidades de Fiambalá y Medanitos en el Departamento de Tinogasta. Provincia de Catamarca.....	24
Figura 3. Áreas vitivinícolas de las localidades de Tinogasta en el Departamento de Tinogasta. Provincia de Catamarca.....	25
Figura 4. Áreas vitivinícolas del Departamento de la localidad de Hualfín en el Departamento de Belén. Provincia de Catamarca.....	26
Figura 5. Áreas vitivinícolas de las localidades de Pomán y Siján del Departamento de Pomán. Provincia de Catamarca.....	26
Figura 6: Temperatura máxima media anual (°C). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.....	2
Figura 7: Temperatura mínima media anual (°C). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.....	2
Figura 8: Temperatura media anual (°C). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.....	3

Figura 9: Amplitud térmica diaria media anual (°C). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.....	3
Figura 10: Precipitación acumulada anual media (mm). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.....	4
Figura 11: Horas de frío acumuladas (N° horas). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.....	4
Figura 12: Fecha media de primera helada (días del año) Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.....	5
Figura 13: Fecha media de última helada (días del año). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.....	5
Figura 14: Periodo libre de heladas (días). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca. ....	6
Figura 15: Cantidad de años con heladas (en %). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.....	6
Figura 16: Temperatura máxima media anual (°C). Localidades de Belen y Londres. Provincia de Catamarca.....	7
Figura 17: Temperatura mínima media anual (°C). Localidades de Belen y Londres. Provincia de Catamarca.....	7
Figura 18: Temperatura media anual (°C). Localidades de Belen y Londres. Provincia de Catamarca.....	8
Figura 19: Amplitud térmica diaria media anual (°C). Localidades de Belen y Londres. Provincia de Catamarca.....	8
Figura 20: Precipitación acumulada anual media (mm). Localidades de Belen y Londres. Provincia de Catamarca.....	9
Figura 21: Horas de frío acumuladas (N° horas). Localidades de Belen y Londres. Provincia de Catamarca.....	9
Figura 22: Fecha media de primera helada (días del año) Localidades de Belen y Londres. Provincia de Catamarca.....	10
Figura 23: Fecha media de última helada (días del año). Localidades de Belen y Londres. Provincia de Catamarca.....	10
Figura 24: Periodo libre de heladas (días). Localidades de Belen y Londres. Provincia de Catamarca.....	11
Figura 25: Cantidad de años con heladas (en %). Localidades de Belen y Londres. Provincia de Catamarca.....	11
Figura 26: Temperatura máxima media anual (°C). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca. ....	12
Figura 27: Temperatura mínima media anual (°C). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca. ....	12
Figura 28: Temperatura media anual (°C). Valle de Andalgalá. Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca.....	13
Figura 29: Amplitud térmica diaria media anual (°C). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca. ....	13

Figura 30: Precipitación acumulada anual media (mm). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca. ....	14
Figura 31: Horas de frío acumuladas (N° horas). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca. ....	14
Figura 32: Fecha media de primera helada (días del año). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca. ....	15
Figura 33: Fecha media de última helada (días del año). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca. ....	15
Figura 34: Periodo libre de heladas (días). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca. ....	16
Figura 35: Cantidad de años con heladas (en %). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca. ....	16
Figura 36: Temperatura máxima media anual (°C). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca. ....	17
Figura 37: Temperatura mínima media anual (°C). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca. ....	17
Figura 38: Temperatura media anual (°C). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca. ....	18
Figura 39: Amplitud térmica diaria media anual (°C). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca. ....	18
Figura 40: Precipitación acumulada anual media (mm). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca. ....	19
Figura 41: Horas de frío acumuladas (N° horas). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca. ....	19
Figura 42: Fecha media de primera helada (días del año). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca. ....	20
Figura 43: Fecha media de última helada (días del año). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca. ....	20
Figura 44: Periodo libre de heladas (días). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca. ....	21
Figura 45: Cantidad de años con heladas (en %). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca. ....	21
Figura 46: Temperatura máxima media anual (°C). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca. ....	22
Figura 47: Temperatura mínima media anual (°C). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca. ....	22
Figura 48: Temperatura media anual (°C). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca. ....	23
Figura 49: Amplitud térmica diaria media anual (°C). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca. ....	23
Figura 50: Precipitación acumulada anual media (mm). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca. ....	24

Figura 51: Horas de frío acumuladas (N° horas). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca. ....	24
Figura 52: Fecha media de primera helada (días del año). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca. ....	25
Figura 53: Fecha media de última helada (días del año). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca. ....	25
Figura 54: Periodo libre de heladas (días). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca. ....	26
Figura 55: Cantidad de años con heladas (en %). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca. ....	26
Figura 56: Temperatura máxima media anual (°C). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca. ....	27
Figura 57: Temperatura mínima media anual (°C). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca. ....	27
Figura 58: Temperatura media anual (°C). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca. ....	28
Figura 59: Amplitud térmica diaria media anual (°C). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca. ....	28
Figura 60: Precipitación acumulada anual media (mm). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca. ....	29
Figura 61: Horas de frío acumuladas (N° horas). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca. ....	29
Figura 62: Fecha media de primera helada (días del año). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca. ....	30
Figura 63: Fecha media de última helada (días del año). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca. ....	30
Figura 64: Periodo libre de heladas (días). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca. ....	31
Figura 65: Cantidad de años con heladas (en %). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca. ....	31
Figura 66: IW – Índice de Winkler (grados-día acumulados). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca. ....	33
Figura 67: IH – Índice de Huglin (grados-día acumulados). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca. ....	33
Figura 68: IFN – Índice de Frescor Nocturno (C°). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca. ....	34
Figura 69: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca. ....	34
Figura 70: IW – Índice de Winkler (grados-día acumulados). Localidades de Belen y Londres. Provincia de Catamarca. ....	35
Figura 71: IH – Índice de Huglin (grados-día acumulados). Localidades de Belen y Londres. Provincia de Catamarca. ....	35

Figura 72: IFN – Índice de Frescor Nocturno (C°). Localidades de Belen y Londres. Provincia de Catamarca.....	36
Figura 73: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Localidades de Belen y Londres. Provincia de Catamarca. ....	36
Figura 74: IW – Índice de Winkler (grados-día acumulados). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca.....	37
Figura 75: IH – Índice de Huglin (grados-día acumulados). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca. ....	37
Figura 76: IFN – Índice de Frescor Nocturno (C°). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca. ....	38
Figura 77: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca.....	38
Figura 78: IW – Índice de Winkler (grados-día acumulados). Valle de Hulfín. Provincia de Catamarca. ....	39
Figura 79: IH – Índice de Huglin (grados-día acumulados). Valle de Hulfín. Provincia de Catamarca. ....	39
Figura 80: IFN – Índice de Frescor Nocturno (C°). Valle de Hulfín. Provincia de Catamarca.....	40
Figura 81: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Valle de Hulfín. Provincia de Catamarca.....	40
Figura 82: IW – Índice de Winkler (grados-día acumulados). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca. ....	41
Figura 83: IH – Índice de Huglin (grados-día acumulados). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca.....	42
Figura 84: IFN – Índice de Frescor Nocturno (C°). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca.....	42
Figura 85: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca. ....	42
Figura 86: IW – Índice de Winkler (grados-día acumulados). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca. ....	43
Figura 87: IH – Índice de Huglin (grados-día acumulados). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca. ....	43
Figura 88: IFN – Índice de Frescor Nocturno (C°). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca. ....	44
Figura 89: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca. ....	44

## ÌNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estaciones meteorológicas .....	12
--	----

Tabla 2: Clasificación de las Regiones de Winkler de acuerdo con sus intervalos de clase (Amerine & Winkler, 1944).....	17
Tabla 3: Clasificación del Índice de Huglin de acuerdo a sus intervalos de clase (Huglin, 1978, 1983). .....	19
Tabla 4: Clasificación del Índice de Frescor Nocturno (IFN o CI) de acuerdo a sus intervalos de clase (Tonietto, 1999; Tonietto y Carbonneau, 2004).....	19
Tabla 5: Clasificación de aptitud de las Regiones Vitivinícolas según los intervalos de clase de la Integral Térmica Activa con Base 13°C (ITB13). .....	20
Tabla 6. Superficie cultivada con vid en la provincia de Catamarca. ....	22
Tabla 7: Clasificación de la provincia de la provincia de Catamarca en función de los índices bioclimáticos para la vid (IW, IH, IFN e ITB13) .....	30

# **METODOLOGÍA**

# 1. BASES DE DATOS METEOROLÓGICOS

Se ha podido conseguir información de diversas estaciones meteorológicas de la red del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), así como de otras fuentes provinciales y de gestión privada, tal como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 1: Estaciones meteorológicas

	Lugar	Periodo disponible	Pertenece a:	Ubicación				
				LAT		LONG		ALTURA
				[gr]	[min]	[gr]	[min]	[m]
<b>Catamarca</b>	Catamarca Aero	1973-2021	SMN	-28	36	-65	50	454
	Tinogasta	1956-2021	SMN	-28	4	-67	30	1201
	Fiambala, Dpto. Tinogasta	1990; 1993-2000	Provincia de Catamarca	-27	44	-67	34	1360

# 2. MODELACIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS

Una de las tareas propuesta en este estudio fue la de realizar una modelación espacial de datos climáticos en zonas con calidad de información deficiente. En el caso de la provincia de Catamarca se decidió emplear datos de reanálisis, debido a no contarse con datos de una red de observaciones suficientemente densa y con un período temporal suficientemente largo.

El reanálisis meteorológico es un método que escanea objetivamente la superficie total y los datos de altitud, tomados durante un período que abarca décadas, para la asimilación de datos en modelos de previsión numérica. Varios centros de todo el mundo están realizando este tipo de análisis, que tiene como objetivo estandarizar y corregir los datos históricos para poder realizar mejor la predicción meteorológica y el estudio de casos pasados.

Los datos obtenidos diariamente por los distintos centros de predicción de todo el mundo se almacenan y agrupan para formar un banco de condiciones meteorológicas históricas. Sin embargo, esto está limitado en el tiempo al período

de los modelos numéricos de pronóstico del tiempo. Para poder dar resultados consistentes cuando los investigadores prueban una modificación de los modelos, deben poder mantener una base de datos histórica más larga y, sobre todo, que pueda mejorar con el tiempo eliminando errores causados por lagunas de datos en algunas áreas.

El reanálisis meteorológico es, por tanto, una técnica que tiene como objetivo la actualización constante de los análisis iniciales para disponer de dicho banco. Esta tarea aparentemente sencilla es de hecho difícil porque durante el período que cubren los modelos de predicción meteorológica se han producido sucesivas mejoras en su resolución horizontal y vertical, mientras que algunas variables han desaparecido y se han introducido otras nuevas. Además, los instrumentos de medición y sus tipos han variado a lo largo de las décadas, antes y después de la era del modelo.

Como se mencionó anteriormente, al comienzo del siglo XX, sólo una cantidad limitada de datos de las estaciones meteorológicas de superficie y naves estaban disponibles. Posteriormente, se agregaron datos aerológicos de la década de 1920, datos de satélite de la década de 1970 y radar más recientemente. Por tanto, cualquier evento meteorológico analizado en un momento dado no siempre tiene el conjunto completo. Esta falta de homogeneidad dificulta el uso de los análisis, especialmente para quienes desean analizar el clima durante largos períodos de tiempo.

En función de lo expuesto, se emplearon datos de dos sistemas de reanálisis de amplia difusión:

- a) Observatorio de inundaciones e sequias de América Latina y el Caribe de la Universidad de Princeton (EEUU).

El Observatorio de Inundaciones y Sequias de América Latina y el Caribe es una herramienta que fue elaborada por el Grupo de Hidrología Terrestre de la Universidad de Princeton, apoyado por el Centro Internacional para el Manejo Integral de Recursos Hídricos (ICIWARM) y el Centro del Agua para Zonas Áridas de América Latina y el Caribe (CAZALAC). El Observatorio funciona a través de un portal que contiene información sobre las condiciones meteorológicas actuales (precipitación, temperatura, radiación y velocidad del viento), así como los indicadores de sequía (SPI, humedad de suelo, NDVI) y los indicadores de

inundación (caudales). Esta información se puede obtener para zonas amplias o para puntos específicos, y para un periodo de tiempo elegido. Estos datos se comparan con las condiciones o los percentiles que se esperan normalmente.

A partir de esta fuente, se incorporaron datos mensuales y diarios de temperaturas máxima y mínima, evapotranspiración potencial y precipitaciones.

- b) Centro de Investigación de Datos del Asia y Océano Pacífico de La Universidad de Hawái (APDRC, EE.UU.)

Este proyecto mantiene actualizada una base de datos de alcance global (cubre todo el planeta) que se extiende desde 1979 hasta la actualidad, que hace disponibles en forma pública y gratuita, con el sólo requerimiento de mencionar la fuente. De esta base pudieron obtenerse datos horarios de temperatura mínima que sirvieron para caracterizar el régimen de heladas, mediante los cuales pudo procesarse satisfactoriamente los cálculos de riesgo de heladas, sumas de temperaturas y disponibilidad de frío, y temperaturas nocturnas, que no podían evaluarse mediante los datos incorporados inicialmente.

### **3. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS**

Se realizó el análisis de consistencia de datos de las bases todas las bases de datos con las que se contó para el análisis.

La validación de la información se efectuó de acuerdo con las premisas y metodologías correspondientes a los documentos: “Descripción de controles de calidad de datos climáticos diarios implementados por el Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur” de Veiga et al (2015) y la Norma OMM-N° 1238 “Manual del Marco Mundial de Gestión de Datos Climáticos de Alta Calidad”. Estos procedimientos aseguran que los datos han sido generados adecuadamente, identificando los registros erróneos o fuera de rango (“outliers”). Las metodologías se basan en diferentes testeos:

- ✓ Testeo Generales para verificar la integridad general de los datos.

✓ Testeos de rango fijo, que asegura que no existan valores físicamente imposibles en la base de datos.

✓ Testeos de rango variable, que verifican los datos con umbrales para identificar valores sospechosos para cada mes del año.

✓ Testeos de continuidad temporal, que evalúan las secuencias de valores en días consecutivos

## **4. CÁLCULO DE LAS PRINCIPALES VARIABLES AGROCLIMÁTICAS**

Luego de la validación de cada base de datos, se procedió a realizar los cálculos para la obtención de valores de las principales variables climáticas de interés para las regiones vitícolas de Catamarca:

✓ Temperatura máxima media (°C).

✓ Temperatura media (°C).

✓ Temperatura mínima media (°C).

✓ Amplitud térmica diaria (°C): diferencia entre temperatura máxima y temperatura mínima diaria.

✓ Humedad Relativa media (%).

✓ Precipitación acumulada (mm).

✓ Horas de Frío (N° de horas): cantidad de horas en las que la temperatura del aire estuvo por debajo de 7°C). Es importante que el cultivo de

vid cuente con una acumulación un rango entre 500 a 1400 horas de frío previo al comienzo del ciclo agrícola anual.

✓ Frecuencia anual de heladas meteorológicas (N° de días): Frecuencia anual de días con temperaturas mínimas por debajo de 0°C. Dato clave para calcular la longitud del ciclo, las fechas de inicio y fin de ciclo, y los potenciales riesgos de daños en el cultivo de la vid.

✓ Frecuencia anual de días con temperaturas máximas superiores a 35 °C (N° de días): Es un importante parámetro para estimar las respuestas en materia fotosintética y de respiración óptimas y /o limitadas que puede tener el cultivo de vid.

✓ Frecuencia de olas de calor (N° eventos): Ola de calor es un evento de 3 (tres) o más días consecutivos en los que la temperatura máxima absoluta supera el valor de temperatura máxima del percentil N° 90 de la serie histórica de temperaturas para una localidad. Es importante conocer estos datos, estando en contexto de calentamiento global, ya que puede inducir a reducción de rendimiento fotosintético, respiratorio, inducir fotorrespiración y potencialmente reducción de rendimientos de cosecha.

## **5. CÁLCULO DE ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS PARA EL CULTIVO DE LA VID**

Para poder realizar una correcta caracterización agroclimática de las regiones vitivinícolas, a los parámetros generales del clima de cada zona, deben sumarse algunos índices que nos indican las posibilidades del cultivo de la vid y las características del clima respecto del desempeño del cultivo.

Analizando los productos a entregar y los antecedentes que existen en la temática, así como siguiendo directrices y conceptos de la Organización Internacional de la Viña y el Vino, se decidió calcular estos índices particulares, la mayoría de ellos de base térmica e incluyendo variables que contemplan la longitud del día, al considerar la latitud.

Para ello se utilizaron los indicadores e índices clásicos para la vid, a saber

✓ Duración del período activo: Cantidad de días del año en los que la temperatura media día es igual o superior a 10 °C (el cero de brotación por convención para la vid).

✓ Integral Térmica de Winkler o Índice de Winkler (Amerine & Winkler, 1944): Mide la integral térmica por encima de 10 °C entre el 1° de octubre y el 30 de abril (hemisferio sur), calculado como la sumatoria de temperaturas medias diarias menos 10 °C, en el período de 7 (siete) meses considerados.

La fórmula aplicada es:

$$IW = \sum_{1 \text{ octubre}}^{30 \text{ abril}} (T_{md} - 10^{\circ}\text{C})$$

donde  $T_{md}$  es la temperatura media diaria.

La clasificación de Regiones según este índice es la siguiente:

**Tabla 2: Clasificación de las Regiones de Winkler de acuerdo con sus intervalos de clase (Amerine & Winkler, 1944).**

Región	Clasificación	Intervalo de clase
I	FRIA	< 1370 °C Día
II	TEMPLADA	1371 – 1650 °C Día
III	TEMPLADO-CÁLIDA	1651 – 1925 °C Día
IV	CÁLIDA	1926 – 2205 °C Día
V	MUY CÁLIDA	> 2205 °C Día

El WI también se puede calcular a partir de datos mensuales. En tal caso, se debe multiplicar, de forma mensual, las sumas térmicas (GDD) obtenidas mediante la misma ecuación por el número de días cada mes.

Este índice fue desarrollado por los autores para California, Estados Unidos, donde los autores califican a las Regiones I y II como las más aptas y para obtener uvas e la mejor calidad. En tanto otros investigadores (Gladstones, 1992) califican a las Regiones II y III como las más aptas y donde se obtienen mejor calidad de frutos para vinificar.

✓ Índice Heliotérmico de Huglin (Huglin, 1978, 1983): Este índice fue desarrollado por el autor considerando las condiciones climáticas del Norte de Europa en donde, durante el ciclo vegetativo, las temperaturas son bajas y los días son largos.

Se trata de un cúmulo de temperaturas en particular, que se realiza teniendo en cuenta la influencia de la temperatura al mediodía (temperaturas cercanas a las máximas), que es cuando la actividad fotosintética de la vid alcanza su punto álgido. Además, presenta un coeficiente de duración del día, que depende de la latitud, para integrar la duración de la actividad fotosintética, mayor en la estación vegetativa de la vid hacia latitudes altas.

Se calcula como la integral térmica del promedio entre las temperaturas máxima y media, deducidos 10 °C, entre septiembre y marzo (6 meses) para el hemisferio sur. Esta integral se pondera por una constante (k) que depende de la longitud del día y toma valores superiores a 1 entre los 40° y 50° de latitud. Para latitudes menores se considera valor k = 1.

La ecuación para el cálculo de este índice es:

$$IH = \sum_{1 \text{ septiembre}}^{31 \text{ marzo}} \left[ \frac{T_{\max d} - T_{\text{md}}}{2} - 10^{\circ}\text{C} \right] \cdot k$$

donde T<sub>maxd</sub> es la temperatura máxima diaria, T<sub>md</sub> es la temperatura media diaria y k es la constante heliotérmica de Huglin.

La Clasificación se regiones según este índice es:

**Tabla 3: Clasificación del Índice de Hugin de acuerdo a sus intervalos de clase (Huglin, 1978, 1983).**

Acrónimo	Clasificación	Intervalo de clase
HI-3	MUY FRIO	< 1500 °C Día
HI-2	FRÍO	1501 – 1800 °C Día
HI-1	TEMPLADO	1801 – 2100 °C Día
HI+1	TEMPLADO-CÁLIDO	2101 – 2400 °C Día
HI+2	CÁLIDO	2401 – 3000 °C Día
HI+3	MUY CÁLIDO	> 3000 °C Día

✓ Índice de Frescor Nocturno o índice de Noches Frías (Tonietto, 1999; Tonietto & Carbonneau, 2004): Índice climático vitícola desarrollado para para estimar la condición nictotérmica asociada al período de maduración de las uvas. Para el hemisferio sur se calcula como el promedio de temperaturas mínimas medias diarias del aire del mes de marzo.

$$\text{IFN} = \text{IC} = \text{Temperatura mínima media del aire del mes de marzo en } ^\circ\text{C}$$

La clasificación usa el acrónimo CI (Nigth Cold Index):

**Tabla 4: Clasificación del Índice de Frescor Nocturno (IFN o CI) de acuerdo a sus intervalos de clase (Tonietto, 1999; Tonietto y Carbonneau, 2004).**

Acrónimo	Clasificación	Intervalo de clase
CI-2	NOCHES MUY FRÍAS	<12,0 °C
CI-1	NOCHES FRÍAS	12,1 – 14,0 °C
CI+1	NOCHES TEMPLADAS	14,1 – 18,0 °C
CI+2	NOCHES CÁLIDAS	>18,0 °C

El IFN cuantifica los efectos de las bajas temperaturas nocturnas, durante el mes previo a la cosecha sobre la síntesis de metabolitos secundarios como los polifenoles y aromas. Según los autores, los valores favorables durante la maduración se sitúan en torno a los 16° C.

✓ Integral Térmica con Base 13°C (ITB13): Es la sumatoria de temperaturas medias, deducidos 13 °C, calculada desde el día en que se alcanza la media de 13 °C en primavera, hasta el día en que la temperatura media está por debajo de ese valor, en otoño.

La fórmula de cálculo para este índice:

$$ITB13 = \sum_{DíaT013}^{DíaTm13} (Tmd - 13^{\circ}C)$$

donde Tmd es la temperatura media diaria.

Clasificación:

**Tabla 5: Clasificación de aptitud de las Regiones Vitivinícolas según los intervalos de clase de la Integral Térmica Activa con Base 13°C (ITB13).**

Clasificación	Intervalo de clase
NO APTO PARA EL CULTIVO DE LA VID (no madura ni siquiera la variedad de ciclo más corto)	<800 °C Día
APTO PARA VARIEDADES DE CICLO INTERMEDIO Y CICLO CORTO (Cabernet Sauvignon, Bonarda). No maduran adecuadamente.	<1556 °C Día
APTO PARA VARIEDADES DE CICLO LARGO	>1556 °C Día

# DESARROLLO

## **6. DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO**

Se trabajó, en primer lugar, en la definición de las áreas cultivadas con vid de la provincia de Catamarca en conjunto con el equipo técnico de la Componente 1 del proyecto (Geología, Geomorfología y Edafología).

A partir de ello se realizó un análisis acerca de las estaciones o puntos de observación y/o con datos modelados que fuesen óptimos o de mayor utilidad para el trabajo propuesto, habida cuenta que no siempre es posible encontrar información meteorológica observada en las zonas de cercanía.

La delimitación de las áreas de trabajo permitió focalizar la búsqueda de información hacia las áreas de interés en estas provincias, cualquiera sea su origen.

**Tabla 6. Superficie cultivada con vid en la provincia de Catamarca.**

<b>Provincias</b>	<b>Regiones</b>	<b>Superficie (ha cultivadas con vides/INV) Datos 2020</b>
Catamarca	Andalgalá (Área ampliada) Belén-Londres Dpto. Tinogasta (Fiambalá, Tinogasta, Medanitos). Hualfín Pomán-Siján (Área ampliada)	2812

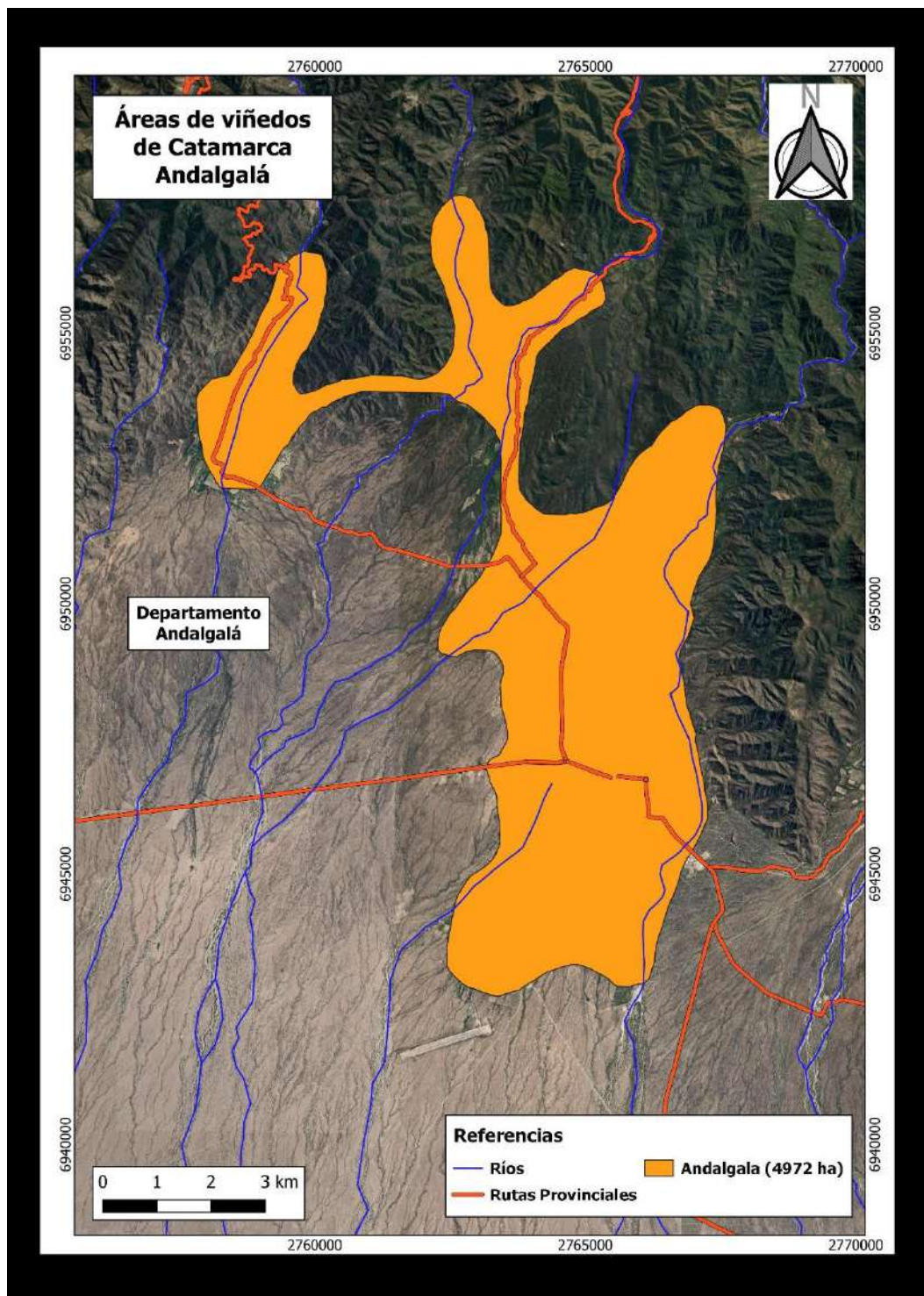
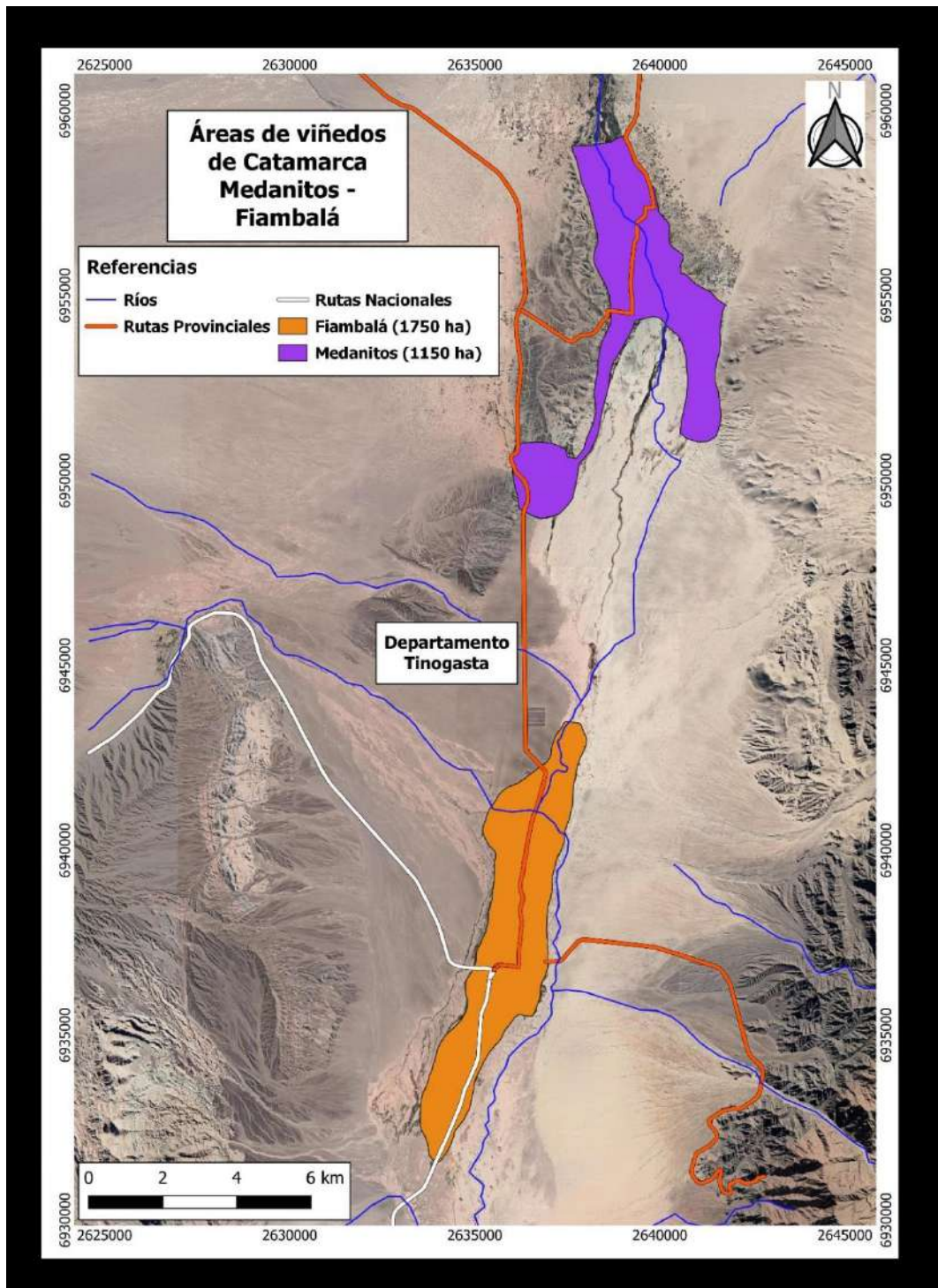


Figura 19. Áreas vitivinícolas del Departamento de Andalgalá. Provincia de Catamarca.



**Figura 2. Áreas vitivinícolas de las localidades de Fiambalá y Medanitos en el Departamento de Tinogasta. Provincia de Catamarca.**

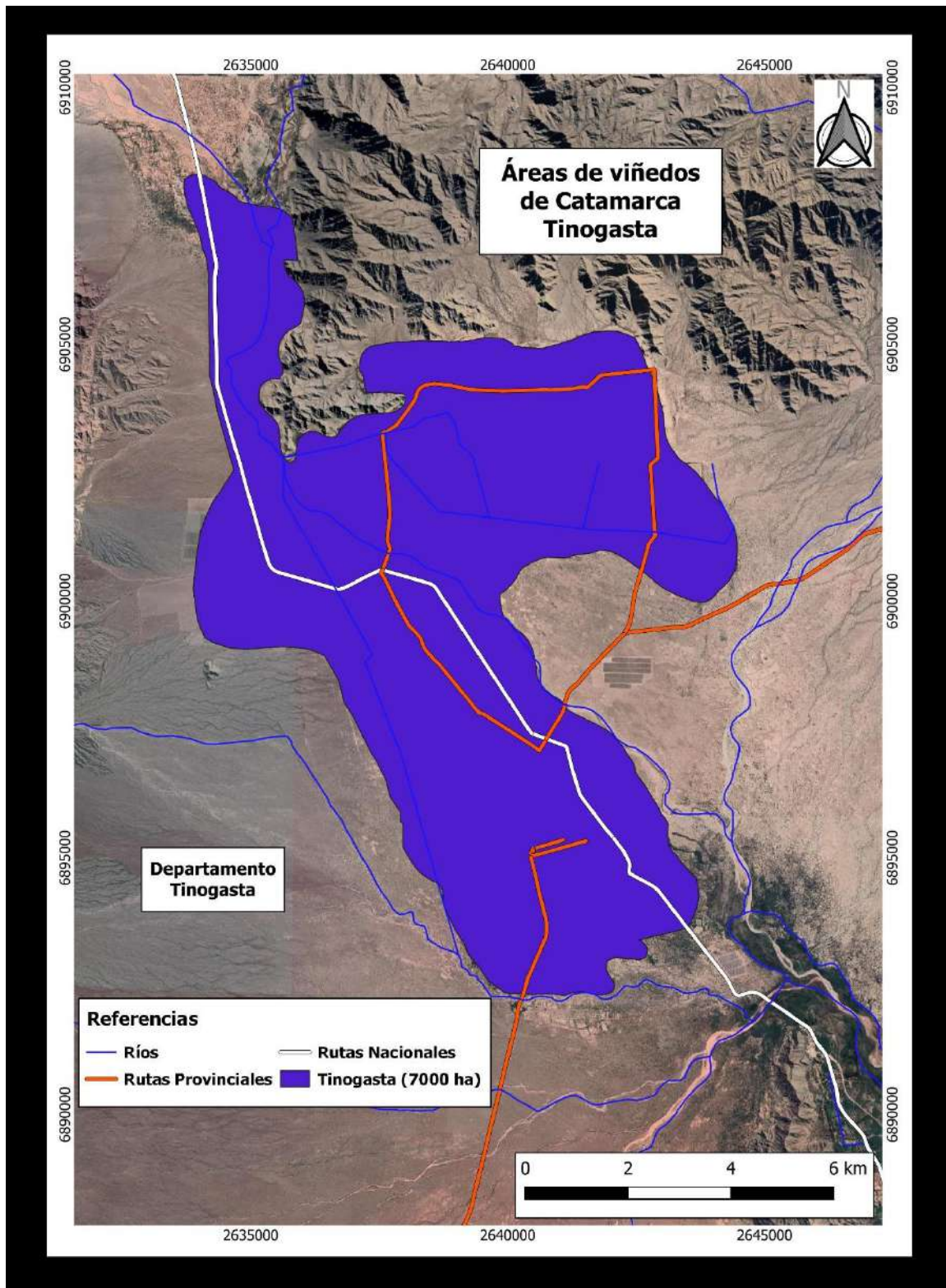


Figura 3. Áreas vitivinícolas de las localidades de Tinogasta en el Departamento de Tinogasta. Provincia de Catamarca.

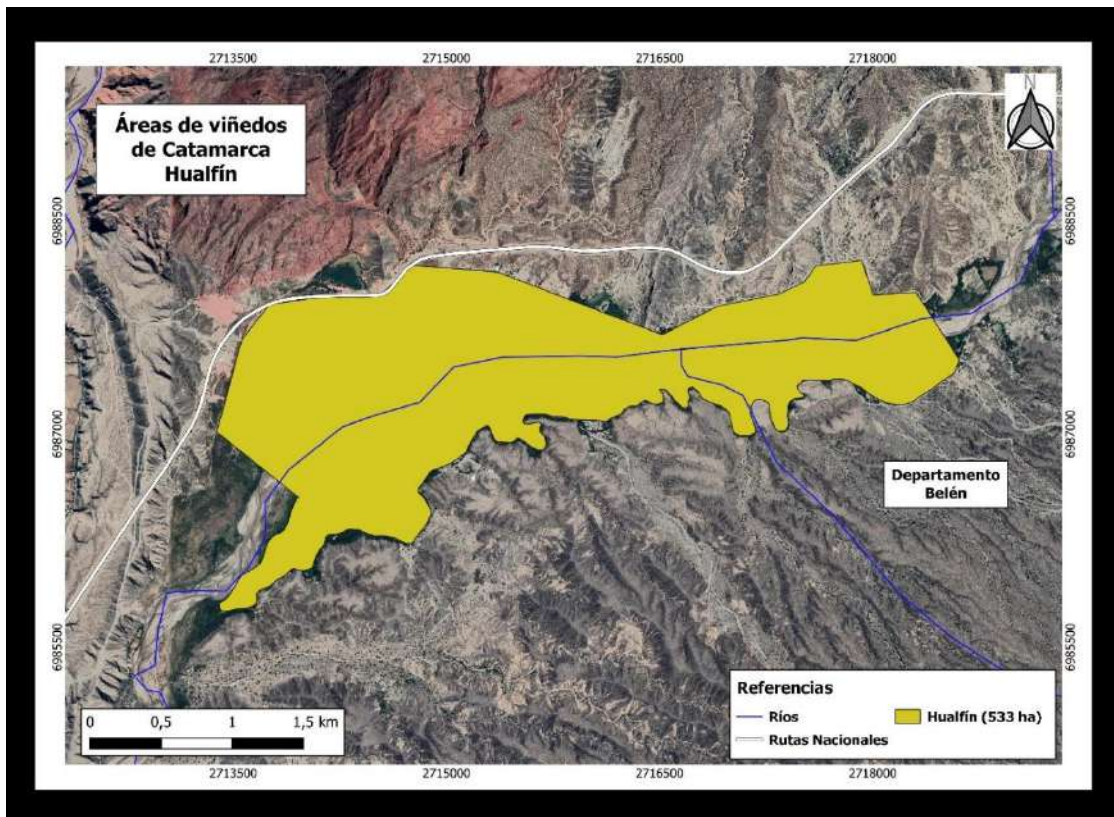


Figura 4. Áreas vitivinícolas del Departamento de la localidad de Hualfín en el Departamento de Belén. Provincia de Catamarca.

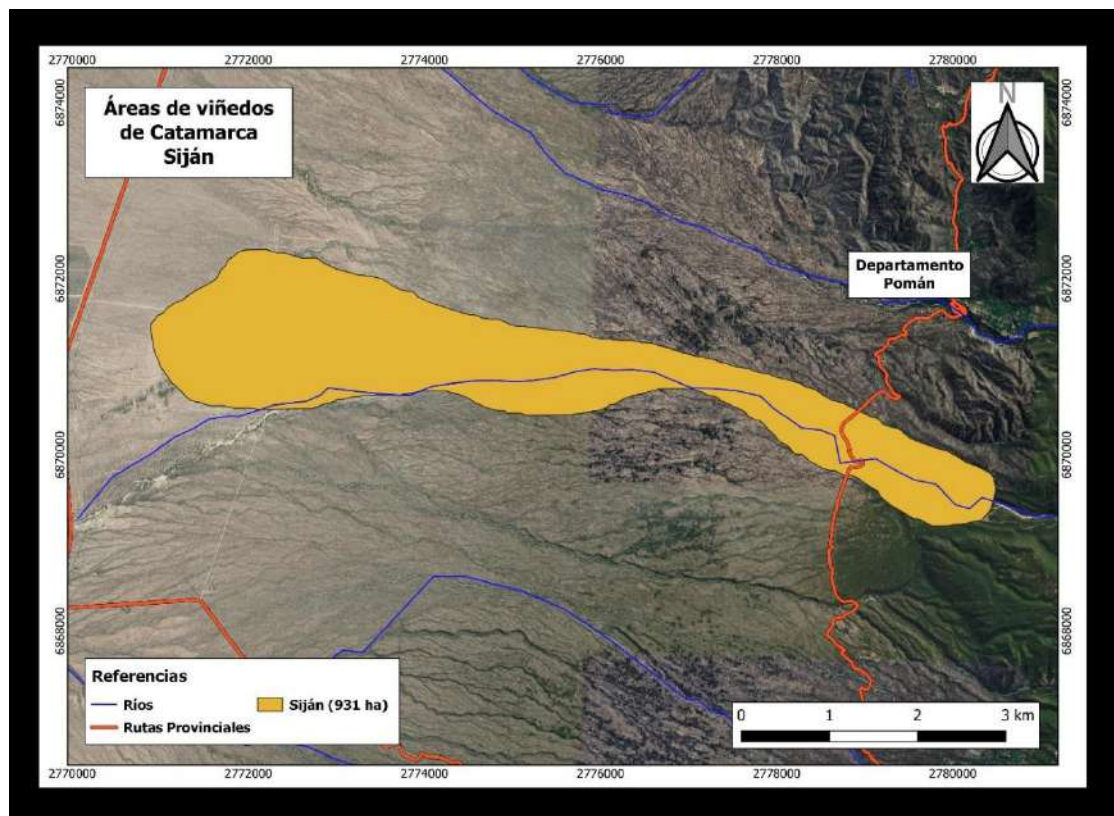


Figura 20. Áreas vitivinícolas de las localidades de Pomán y Siján del Departamento de Pomán. Provincia de Catamarca.

## **7. TAREAS REALIZADAS**

a. Búsqueda y solicitud de todas las bases de datos climáticas de escala de registro diaria, intentando que sean provenientes de estaciones meteorológicas lo más cercanas posible a las áreas de cultivo con vid.

b. Análisis de consistencia de los datos de las estaciones meteorológicas y compatibilización de las diferentes frecuencias de captura de datos.

c. Incorporación de datos modelados en zonas con ausencia de información o de calidad deficiente.

d. Caracterización de las principales variables climáticas (temperatura, precipitaciones, amplitud térmica, frecuencia de heladas, días con temperaturas máximas superiores a 35°C, frecuencia de olas de calor).

e. Determinación de índices bioclimáticos: índice heliotérmico de Huglin, integral térmica eficaz de Winkler, índice de frescor nocturno, integral térmica con base 13°C y duración del período activo.

## **PRODUCTOS OBTENIDOS**

## **8. CARACTERIZACIÓN ANUAL**

### **8.1. Temperatura y Precipitaciones**

Los valores de temperaturas anuales, la distribución de temperatura, el periodo libre de heladas, la ocurrencia de heladas, las horas de frío anuales y la precipitación anual fueron obtenidos para las siguientes áreas vitícolas de la provincia de Catamarca:

- Andalgalá
- Medanos- Fiambalá
- Belén-Londres
- Hualfin.
- Pomán-Sijan
- Tinogasta

Dado que existe una importante variabilidad entre dichas áreas vitícolas, la información es presentada a través de los mapas climáticos (Anexo I) agrupados por área.

### **8.2. Índices bioclimáticos**

La Tabla 7 muestra la clasificación de esta región vitivinícola, de acuerdo con los diferentes índices bioclimáticos:

**Tabla 7: Clasificación de la provincia de la provincia de Catamarca en función de los índices bioclimáticos para la vid (IW, IH, IFN e ITB13)**

	IW	IH	IFN	ITB13
Andalgalá	V – Muy Cálida a I – Fría	HI+3 - Muy Cálida	CI+1 - Noches Templadas a CI-2 – Noches Muy Frías	Apto Var Ciclo Largo a Apto Var Ciclo Corto
Medanitos-Fiambalá	V – Muy Cálida a I – Fría	HI+3 - Muy Cálida	CI+1 - Noches Templadas a CI-2 – Noches Muy Frías	Apto Var Ciclo Largo a Apto Var Ciclo Corto
Belén-Londres	V – Muy Cálida a I – Fría	HI+3 - Muy Cálida	CI+1 - Noches Templadas a CI-2 – Noches Muy Frías	Apto Var Ciclo Largo a Apto Var Ciclo Intermedio
Hualfín	V – Muy Cálida a I – Fría	HI+3 - Muy Cálida	CI+1 - Noches Templadas a CI-2 – Noches Muy Frías	Apto Var Ciclo Largo a Apto Var Ciclo Intermedio
Poman-Siján	V – Muy Cálida a I – Fría	HI+3 - Muy Cálida	CI+1 - Noches Templadas a CI-2 – Noches Muy Frías	Apto Var Ciclo Largo a Apto Var Ciclo Corto
Tinogasta	V – Muy Cálida a I – Fría	HI+3 - Muy Cálida	CI+1 - Noches Templadas a CI-2 – Noches Muy Frías	Apto Var Ciclo Largo a Apto Var Ciclo Corto

## **9. MAPAS**

El trabajo del equipo experto en geomática ha generado los mapas de cada uno de los parámetros analizados, así como de los índices bioclimáticos propuestos, los cuales se encuentran en ellos Anexos II y III, respectivamente, de este informe. En el caso de la provincia de Catamarca, la información se obtuvo a través de la modelación de datos climáticos con la técnica de Reanálisis (ver apartado 2).

Se utilizó el programa QGIS (Open Source) versión 3.16.10, para georreferenciar las estaciones meteorológicas utilizadas. Se realizaron polígonos de Thiessen en cada una de las zonas y provincias de estudios, para conocer la zona de influencia de cada estación y poder reconocer posibles limitaciones.

Desde la página del Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina (IGN), se realizó la descarga de los Modelos Digitales de Elevación (MDE) de las provincias en estudio. Estos MDE, son una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve.

Los MDE descargados tienen una resolución de 30 metros x 30 metros, por lo que se unieron los *raster* de cada provincia, se re proyectaron al sistema de coordenadas utilizado (WGS 84/UTM Zona 19S. EPSG:32719), y se llenaron los sumideros para eliminar imperfecciones y corregir el DEM. Éste reprocesamiento se realizó con el fin de poder utilizar el DEM, junto con los datos de estaciones meteorológicas, para realizar la interpolación espacial y temporal, de los parámetros en estudio. De esta manera se obtiene información de zonas en donde, a la actualidad, no existen datos.

En el programa SAGA versión 7.8.2, se realizó la interpolación por oasis de cada parámetro. La interpolación se realizó por separado en los distintos oasis para no generar errores debido a la distancia entre la fuente de datos (estaciones meteorológicas). Se definió el sistema de coordenadas utilizado WGS 84/UTM zona 19S (EPSG:32719) para todos los proyectos.

Se utilizaron los siguientes modelos de interpolación Universal Kriging (la co-variable es el DEM procesado, considerando que la altura del terreno es una variable importante a tener en cuenta), Spline y Multilevel B Spline. Cada una fue elegida según el parámetro climático o índice a interpolar.

Cada raster generado en SAGA se guardó con la extensión Saga Grid File (.sgrd). Se realizó la carga de dichos raster en el programa QGIS (VERSION 3.16.10) con la extensión. sdat. El raster generado se recorta por la extensión de cada una de las áreas de estudio.

Se realiza la clasificación colorimétrica de los raster (teniendo en cuenta valores máximos, mínimos y bandas de colores representativas para cada parámetro). Los raster obtenidos se guardan con una extensión GeoTiff.

Se generan las isolíneas (líneas que unen puntos con igual valor de cada

parámetro), teniendo en cuenta que la distancia entre las mismas nos permita una buena interpretación del mapa. Las isolíneas obtenidas se guardan con una extensión Shp.

## **10. AGRADECIMIENTOS**

Se agradece la predisposición, compromiso y profesionalismo de todo el equipo técnico involucrado en el proyecto, en especial a expertos en geomática. Agradecemos su apoyo a la coordinación de la Componente 1 del proyecto, Ing. Ag. Germán Babelis y al equipo de I+D+i de COVIAR, Dra. Virginia Furlani y Mgter. Romina Palazzo, así como a referentes de Gobierno de la provincia de Catamarca.

## **11. BIBLIOGRAFÍA**

Amerine, M.; Winkler, A. (1944) "Composition and quality of must and wines of California grapes". Hilgarida 15 : 493-675.

Estévez, J. Gavilan, P. (2015) "Procedimientos de validación de datos de estaciones meteorológicas automáticas. Aplicación a la Red de Información Agroclimática de Andalucía", II Jornadas de Gestores y Usuarios de Redes Agrometeorológicas. <https://www.researchgate.net/publication/280665071>

Gladstones, J. (1992) "Viticulture and Environment". Winetitles. (Adelaide, Australia)

Guajardo P., R.; Granados R., G.; Sánchez C., I.; Díaz P., G., Barbosa M., F. "Validación espacial de datos climatológicos y pruebas de homogeneidad: caso, Veracruz, México".

Huglin, P. (1978) "Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole". Informe de la Academia de la Agricultura de Francia. 64: 1117-1126.

Huglin, P. y C. Schneider (1998) “Biologie et écologie de la vigne”. Ed. Lavoisier, Paris, 370p.

Huglin, P. (1983) “Possibilités d’appréciation objective du milieu viticole”. Bulletin de l’OIV 56 : 823-33

OMM-N° 1238 - Manual del Marco Mundial de Gestión de Datos Climáticos de Alta Calidad, Edición de 2019

Ramirez G., M. E., & López T., Q. (1993). “Métodos estadísticos no paramétricos”. Texcoco, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.

Tuomenvirta, H. (2001). Homogeneity adjustments of temperature and precipitation series-Finnish and Nordic data. International Journal of Climatology (England). 21, 495–506.

Veiga, H., Herrera, N., Skansi, M., Podestá, G. (2015) “*Descripción de controles de calidad de datos climáticos diarios implementados por el Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur*”, Serie Reportes Técnicos – Reporte Técnico CRC-SAS-2014-001, Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur.

# **ANEXO I**

Mapas climáticos

## Andalgalá

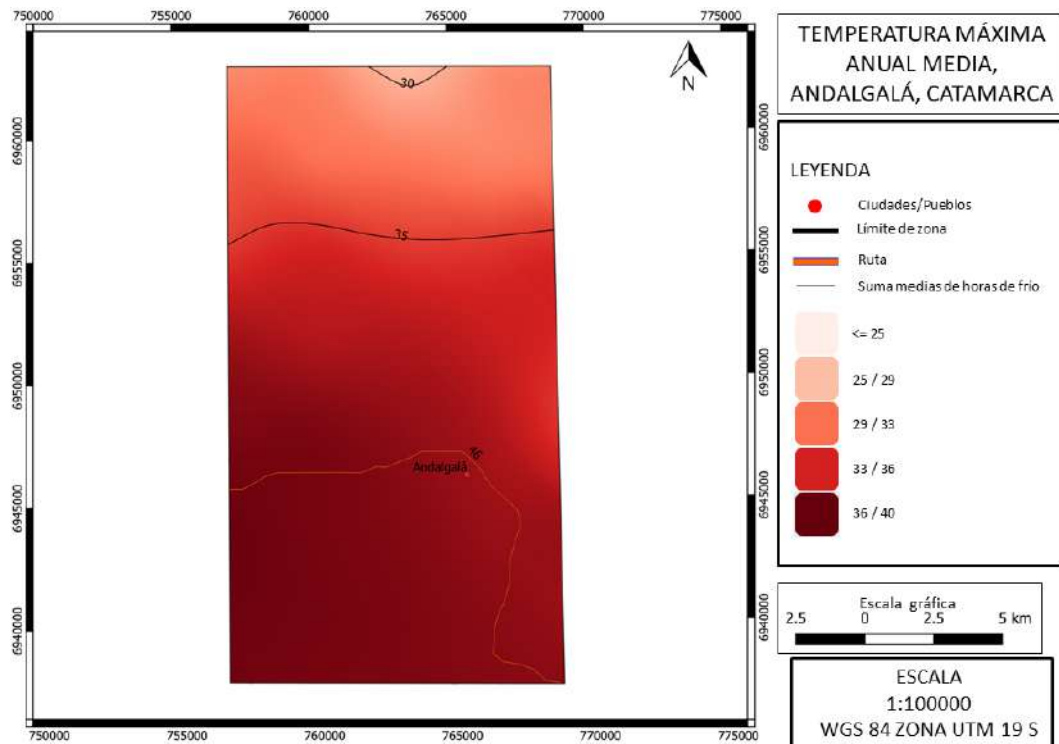


Figura 21: Temperatura máxima media anual (°C). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.

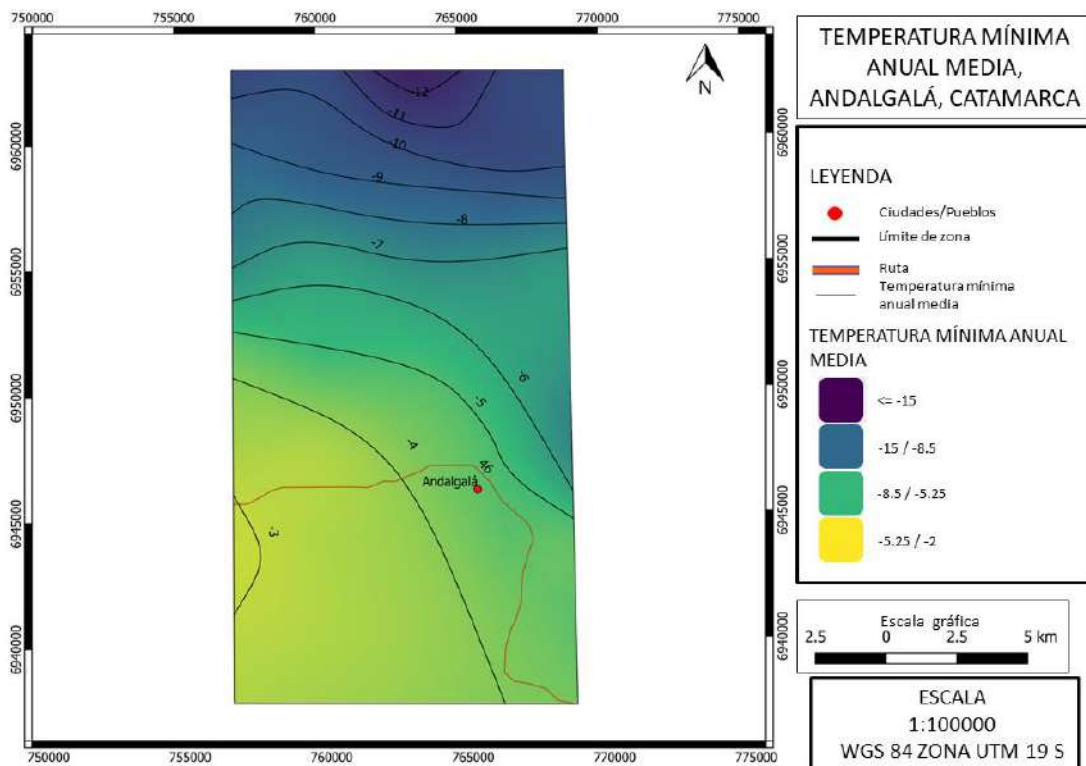
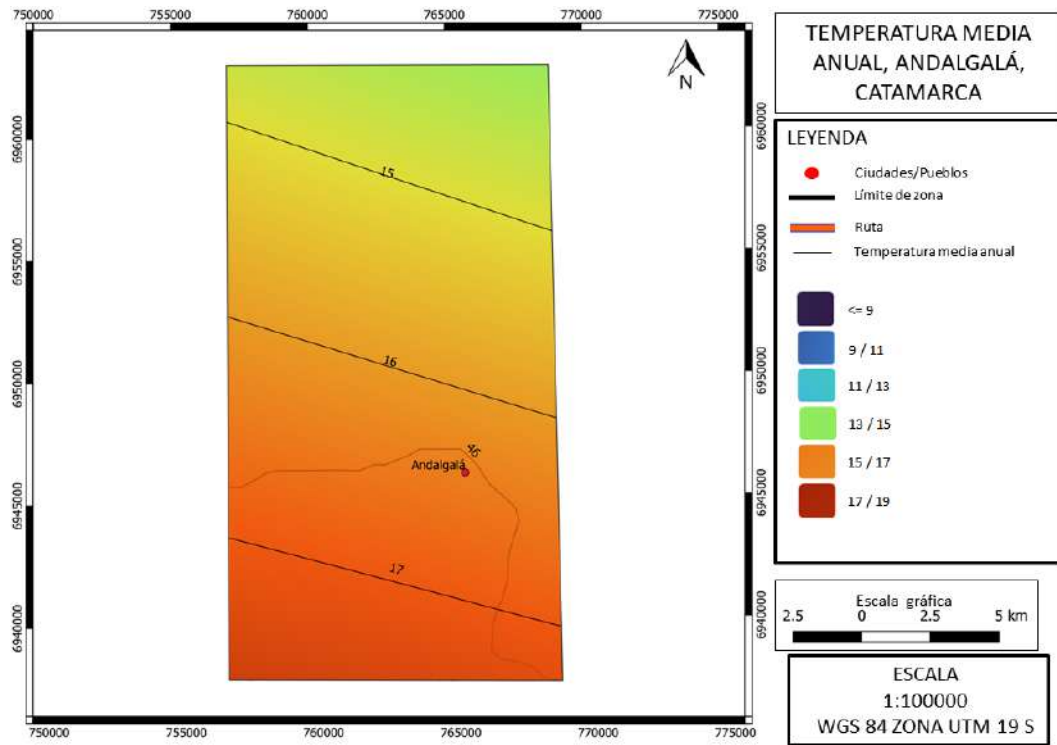
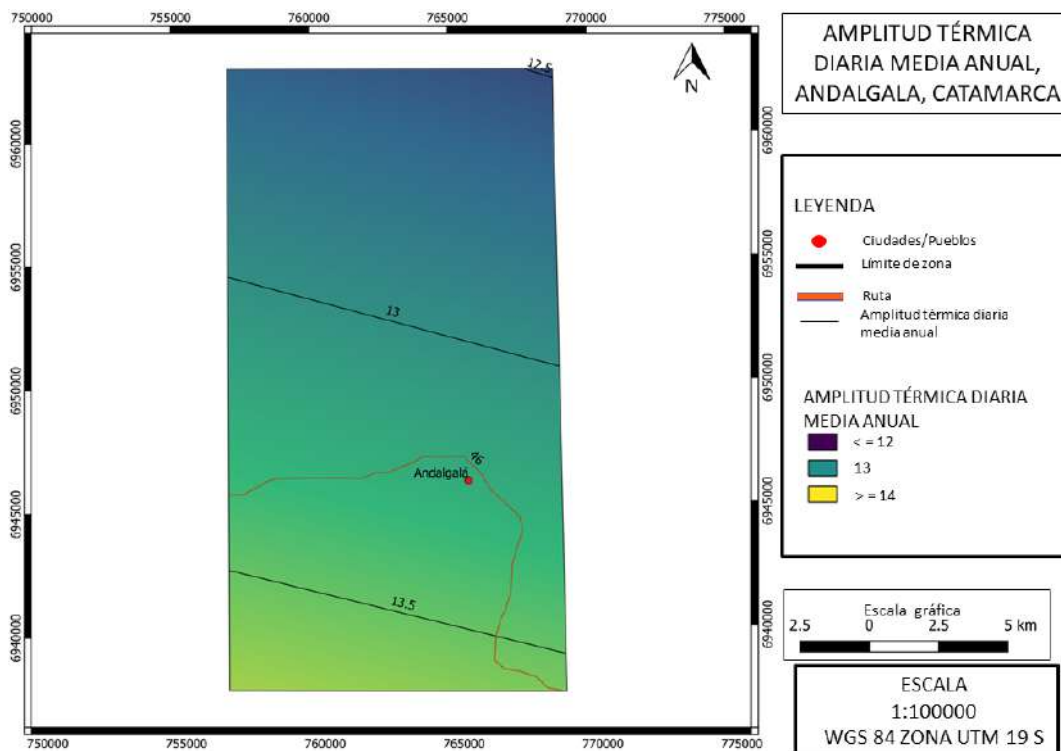


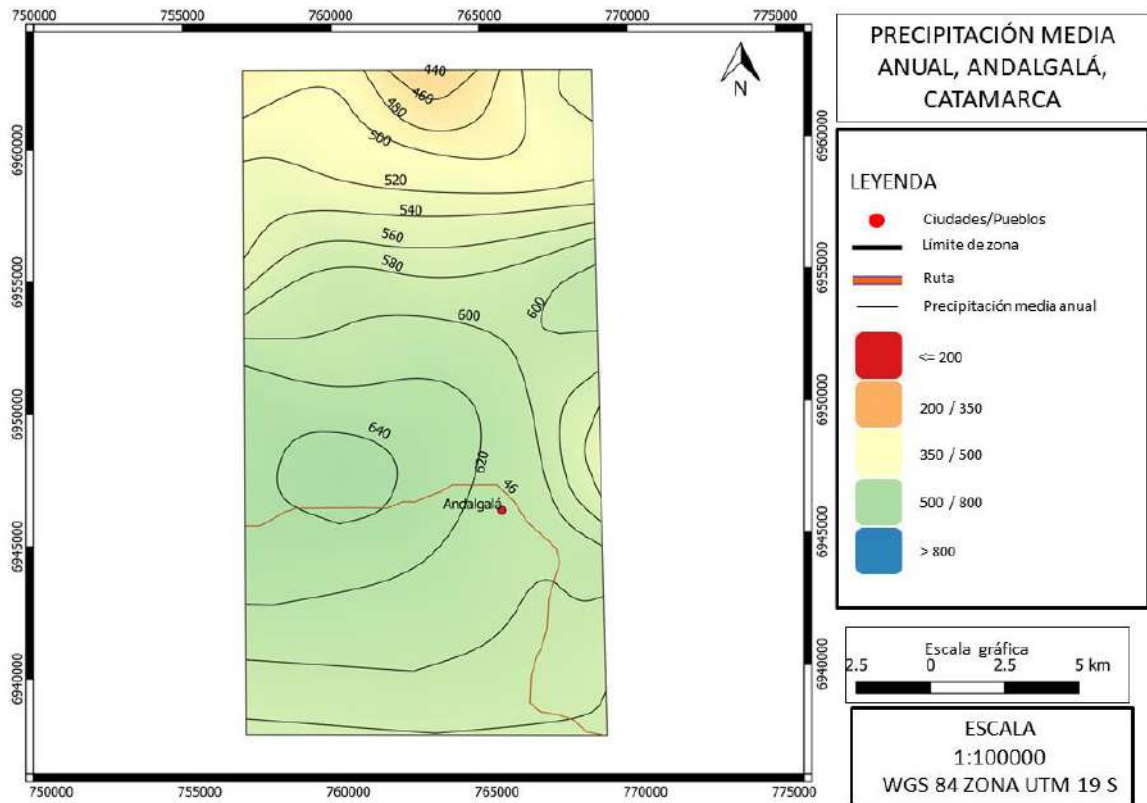
Figura 22: Temperatura mínima media anual (°C). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.



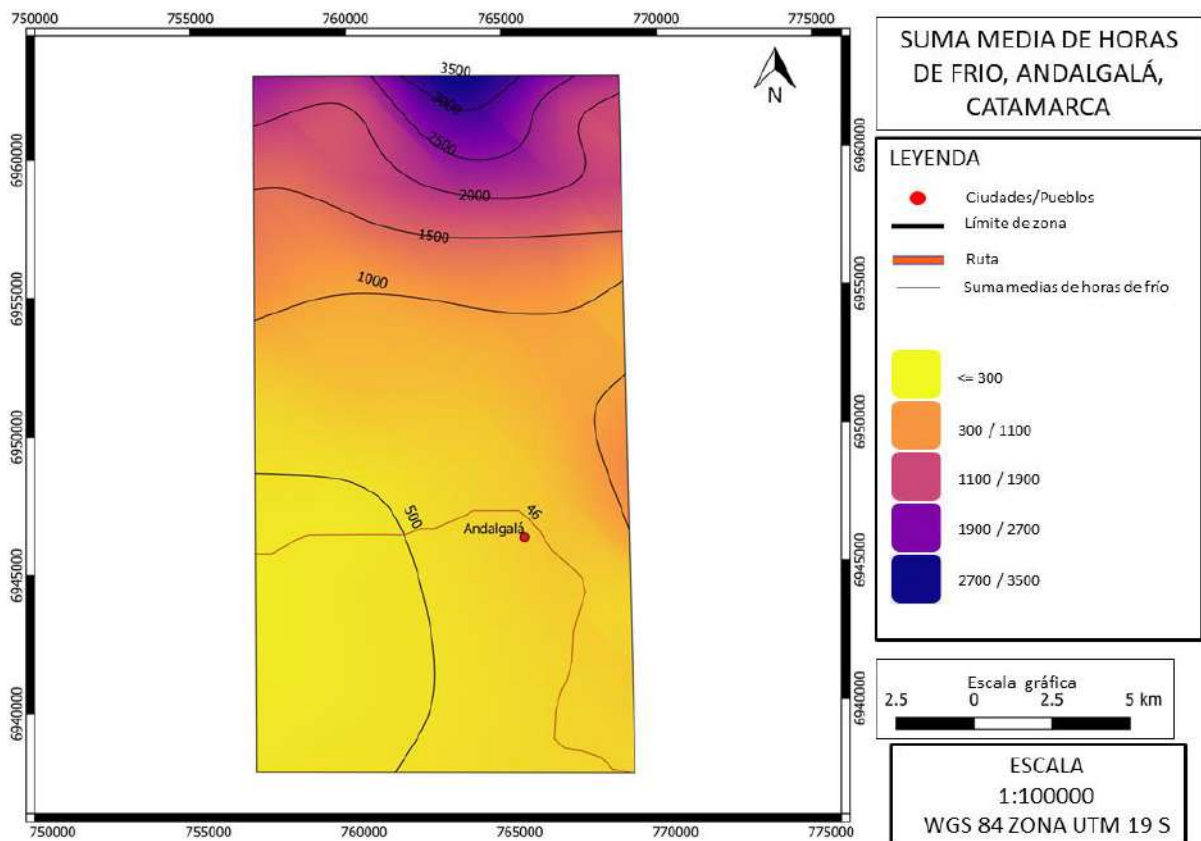
**Figura 23: Temperatura media anual (°C). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.**



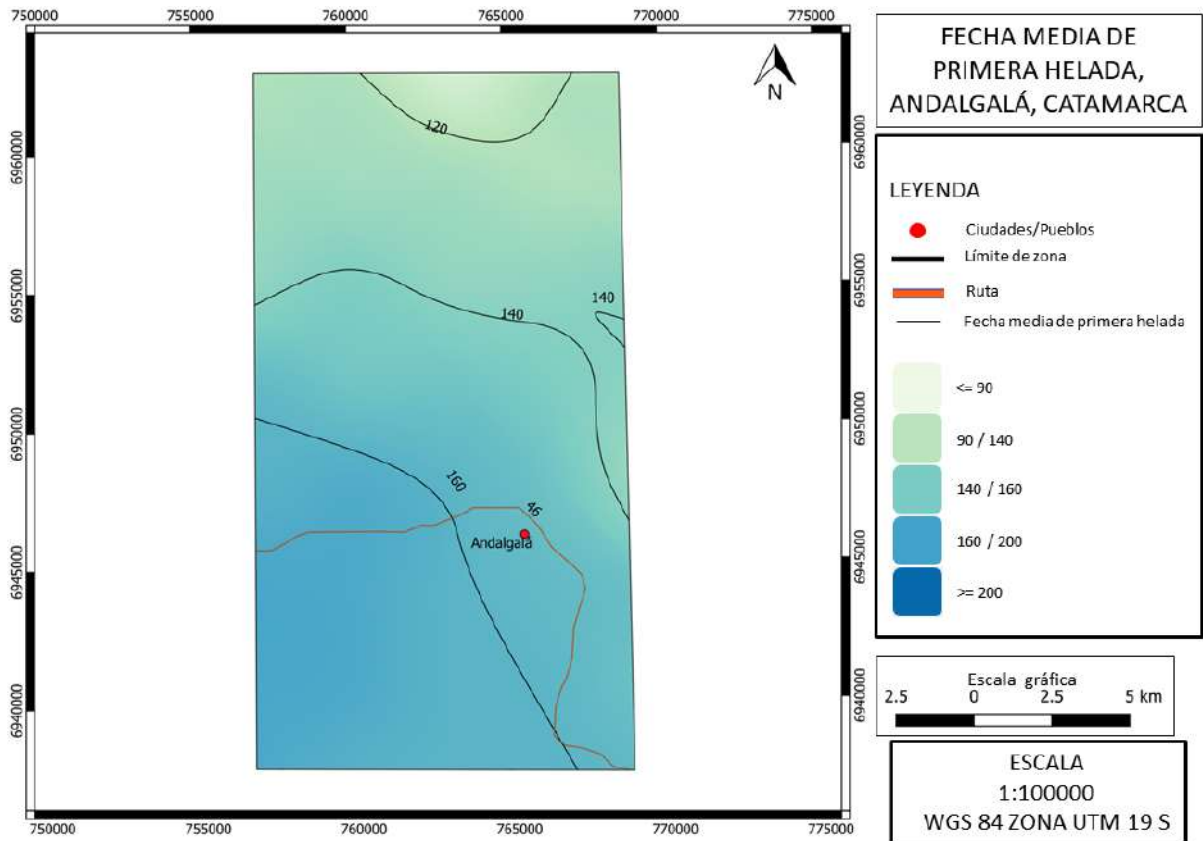
**Figura 24: Amplitud térmica diaria media anual (°C). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.**



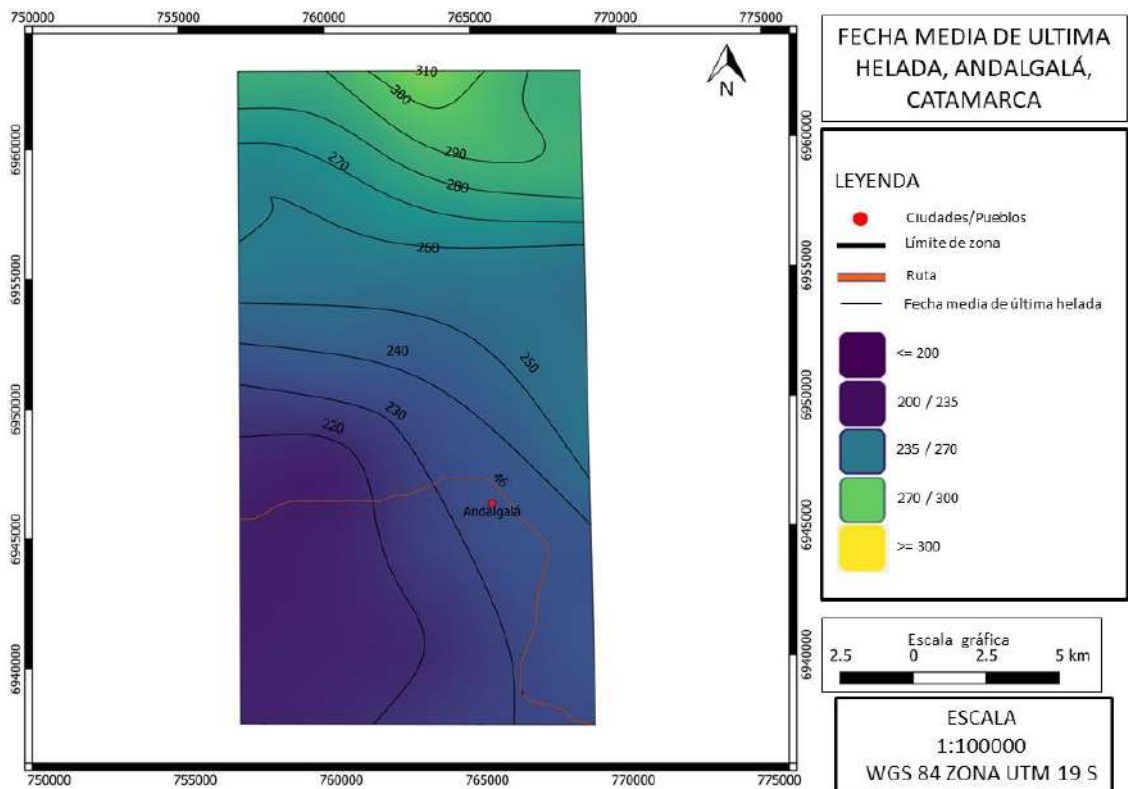
**Figura 10: Precipitación acumulada anual media (mm). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.**



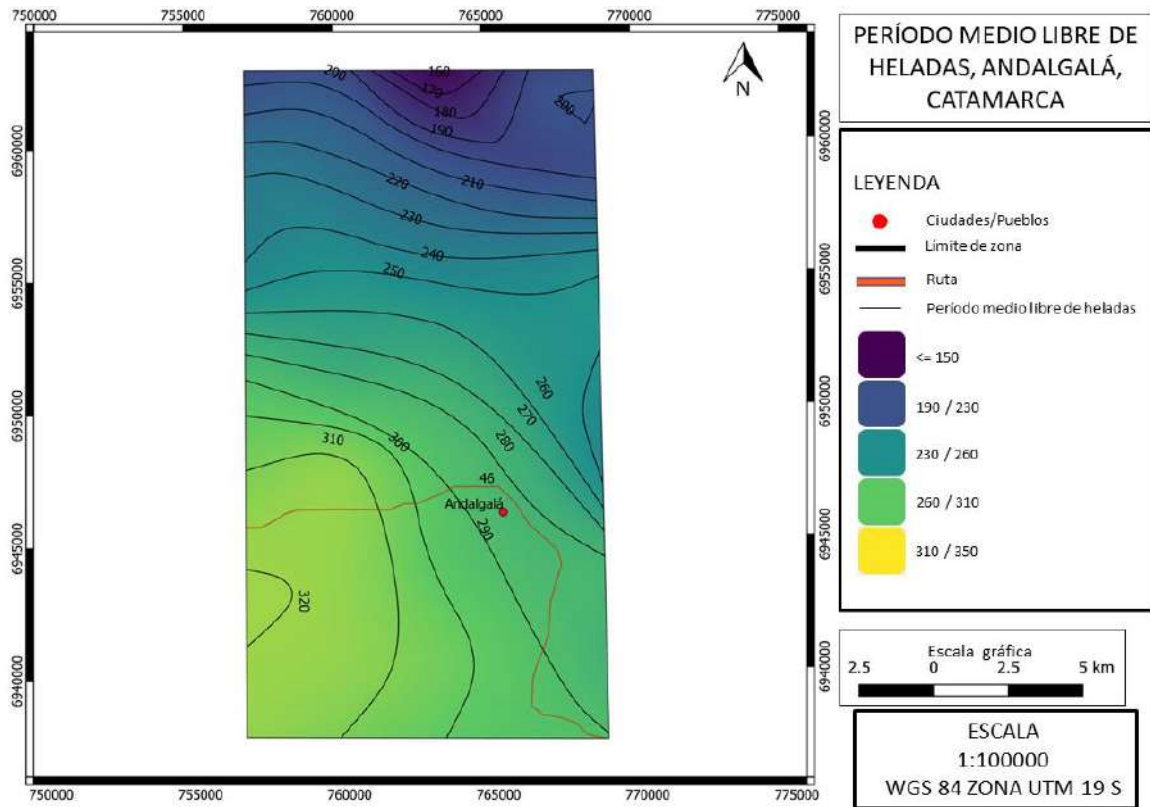
**Figura 25: Horas de frío acumuladas (N° horas). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.**



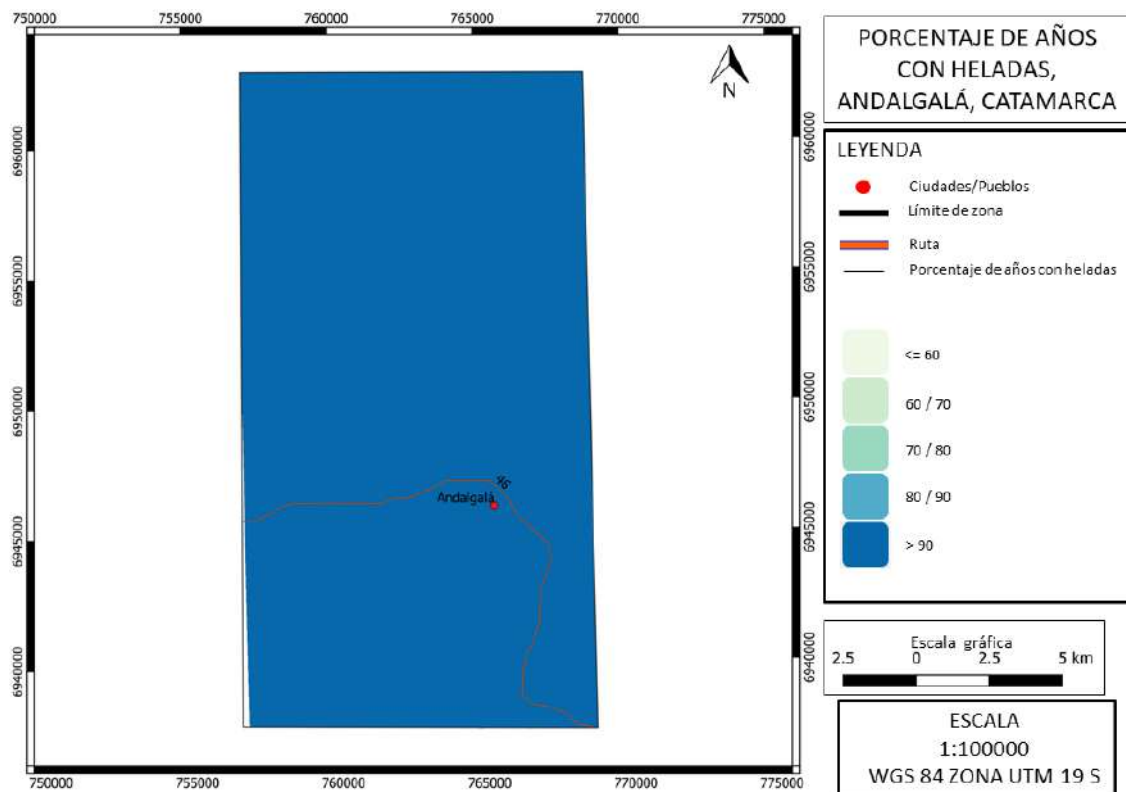
**Figura 12: Fecha media de primera helada (días del año) Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.**



**Figura 13: Fecha media de última helada (días del año). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.**



**Figura 26: Periodo libre de heladas (días). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.**



**Figura 15: Cantidad de años con heladas (en %). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.**

## Belén-Londres

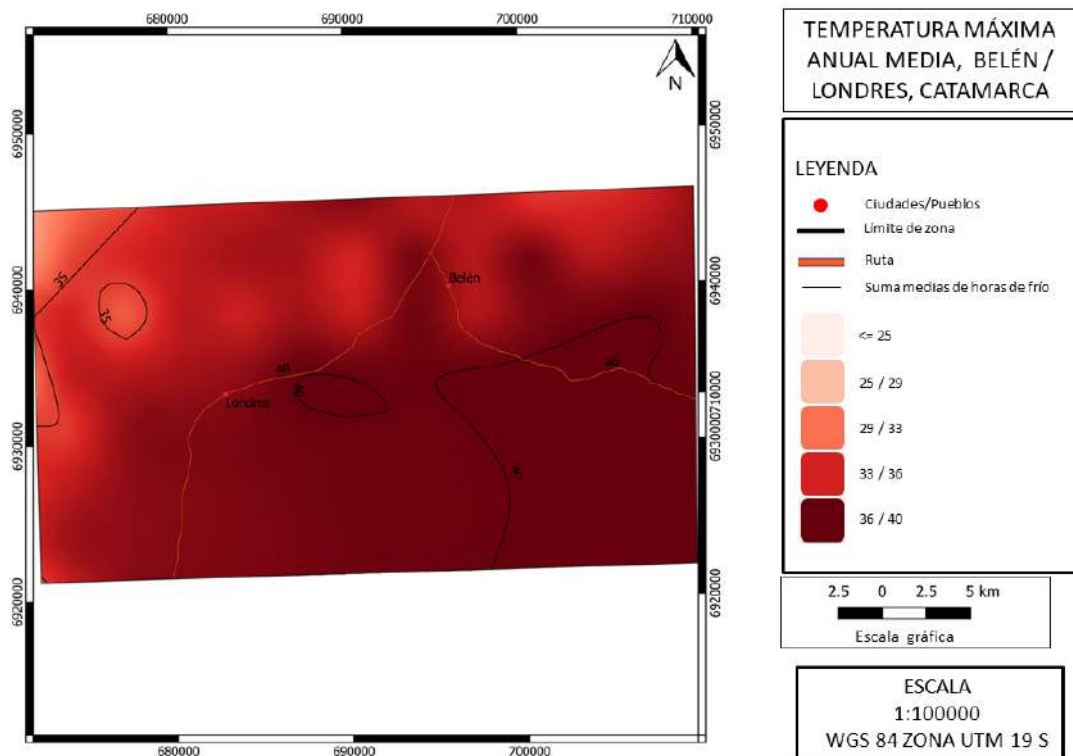


Figura 27: Temperatura máxima media anual (°C). Localidades de Belén y Londres. Provincia de Catamarca.

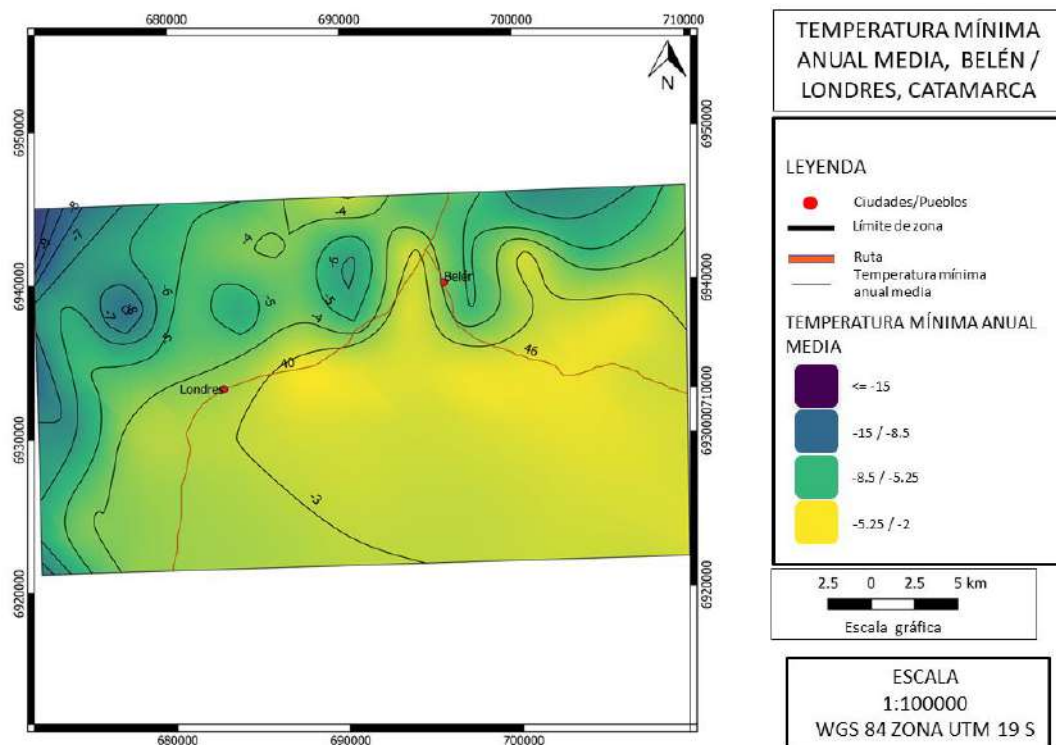
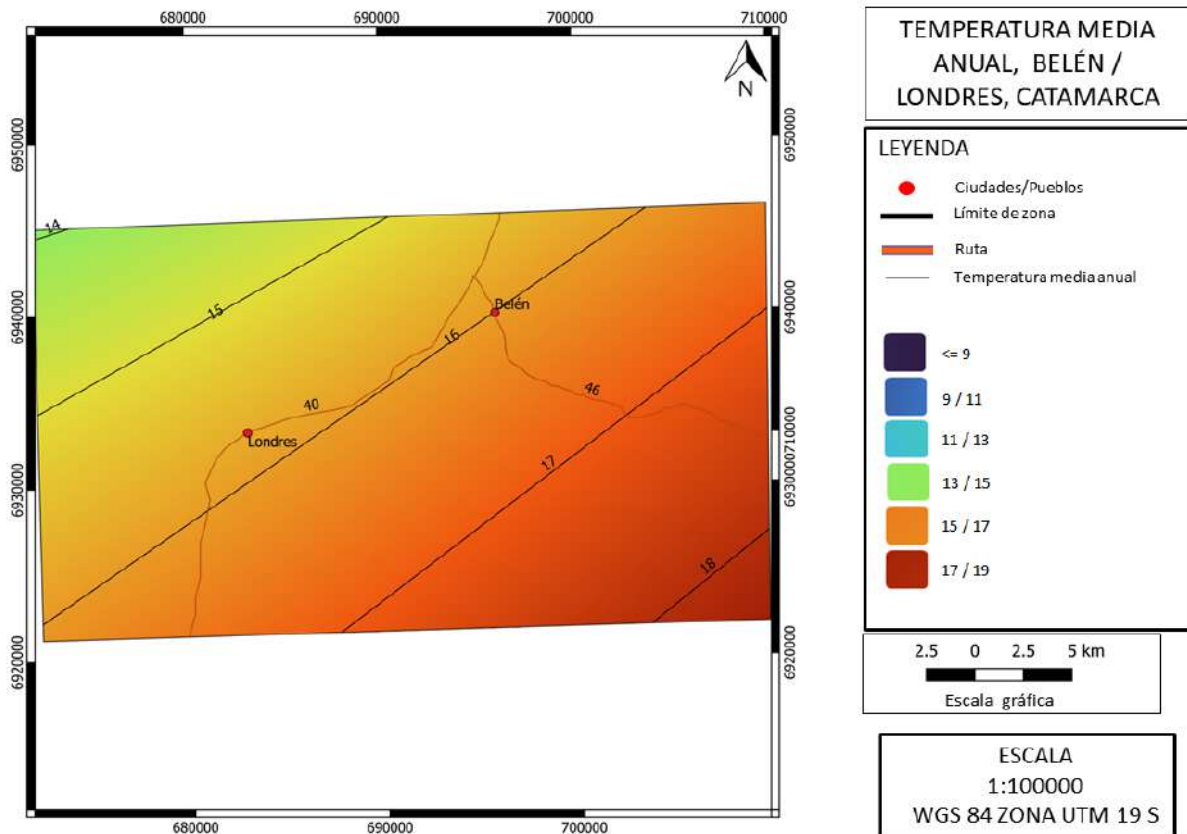
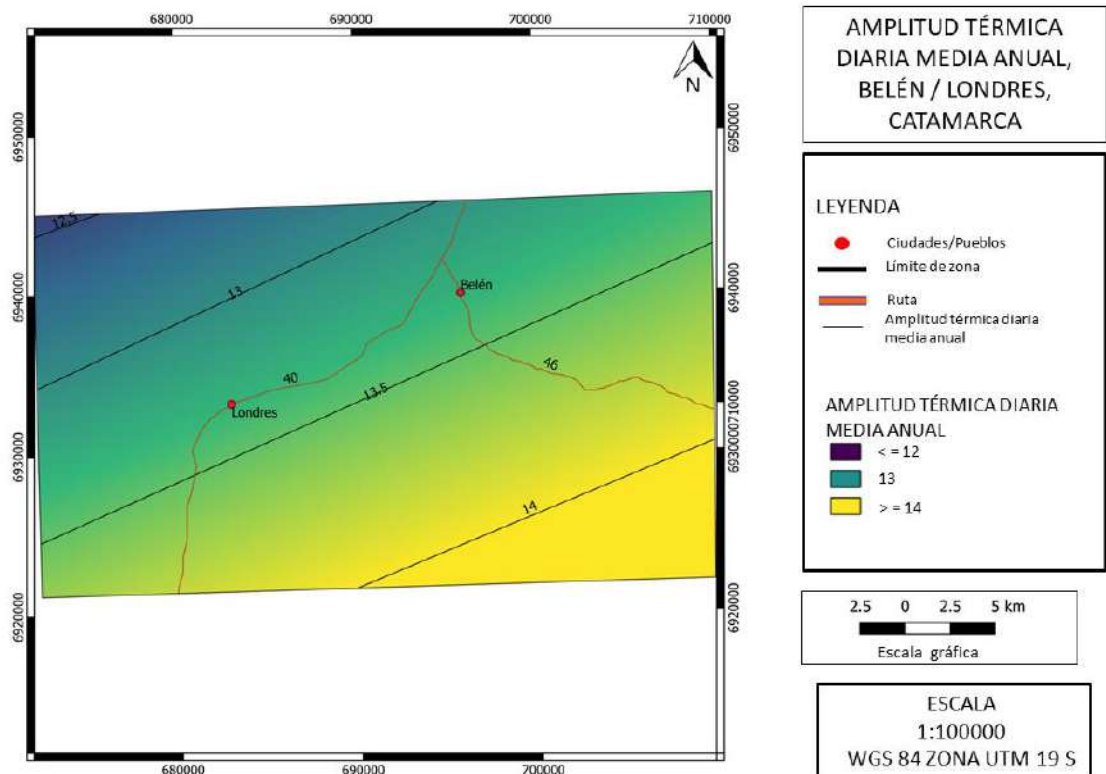


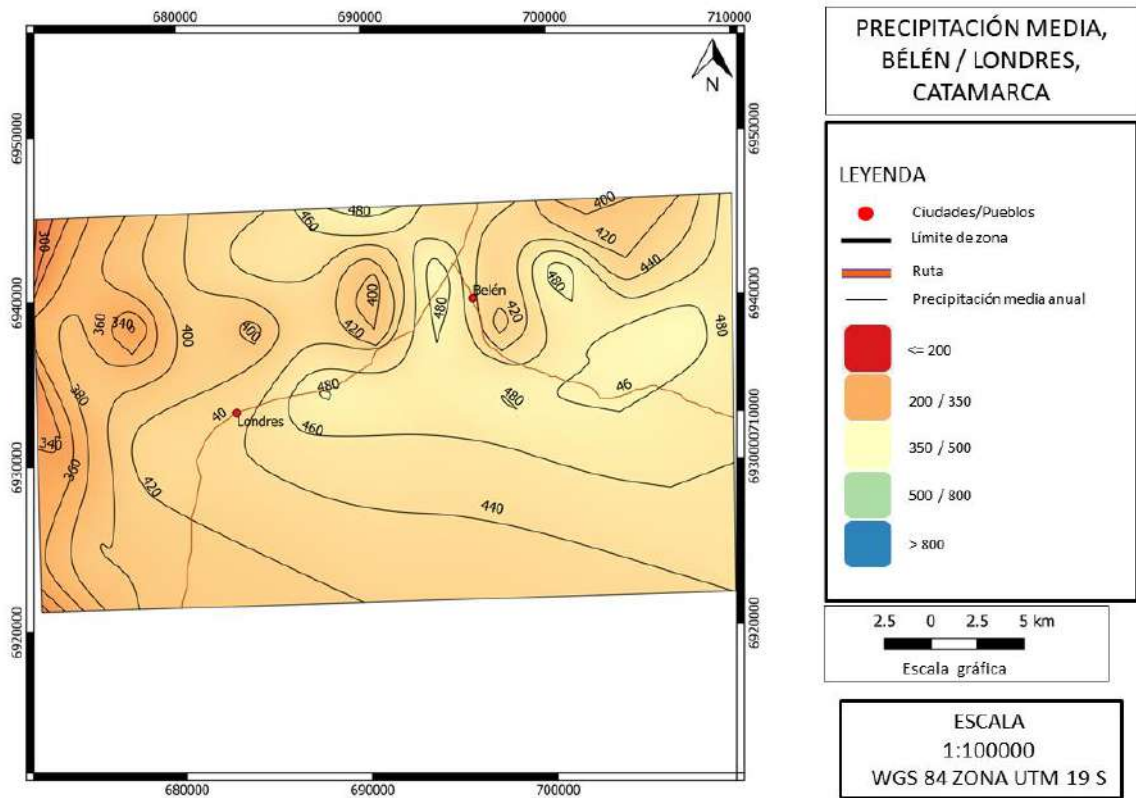
Figura 28: Temperatura mínima media anual (°C). Localidades de Belén y Londres. Provincia de Catamarca.



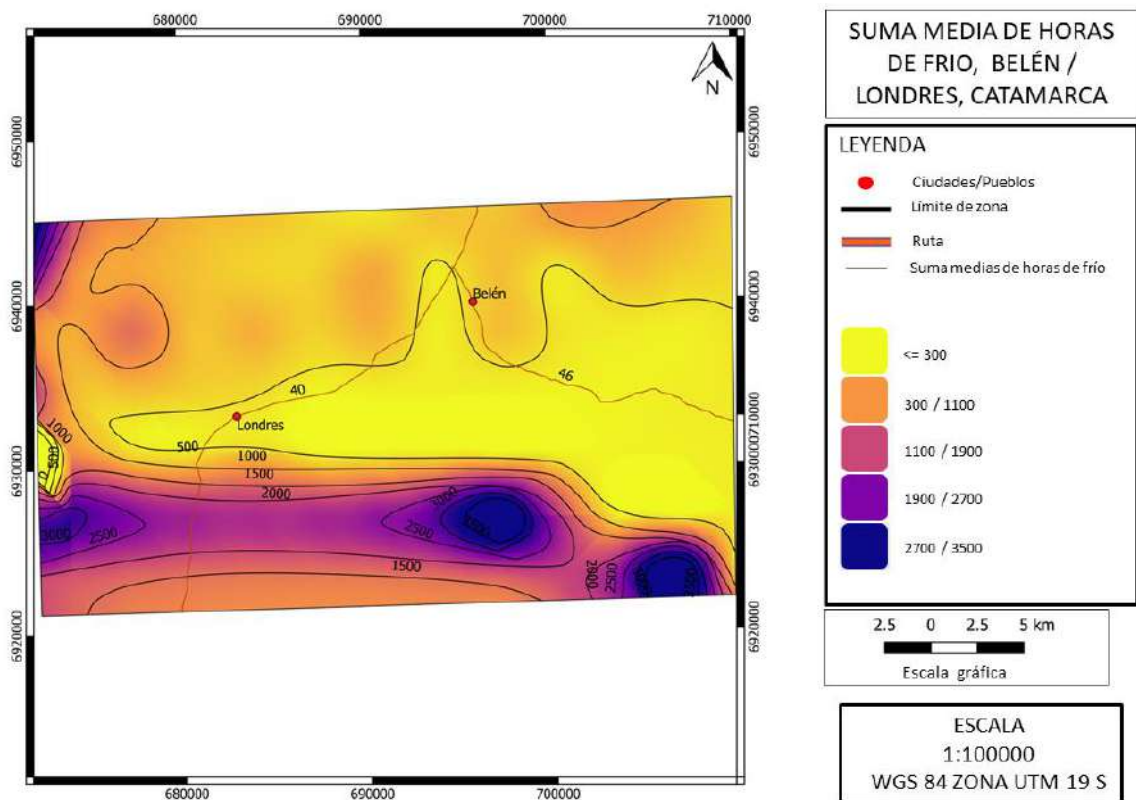
**Figura 18: Temperatura media anual (°C). Localidades de Belén y Londres. Provincia de Catamarca.**



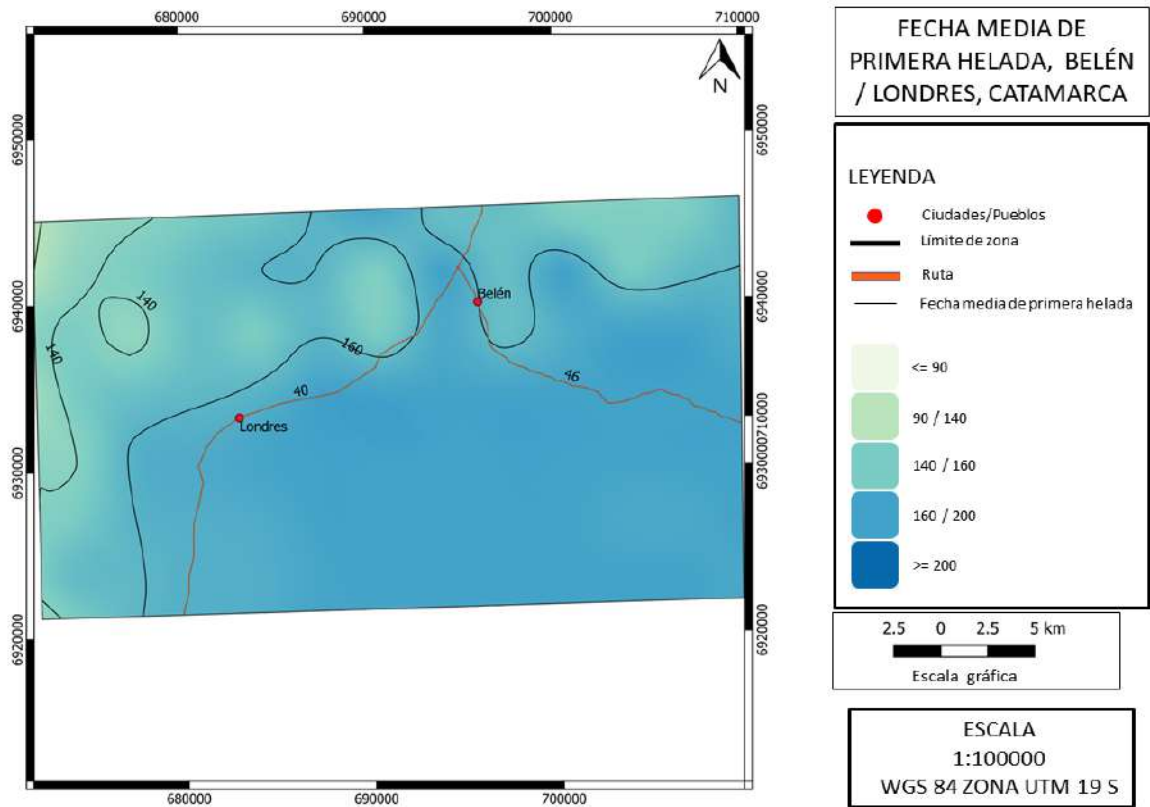
**Figura 19: Amplitud térmica diaria media anual (°C). Localidades de Belén y Londres. Provincia de Catamarca.**



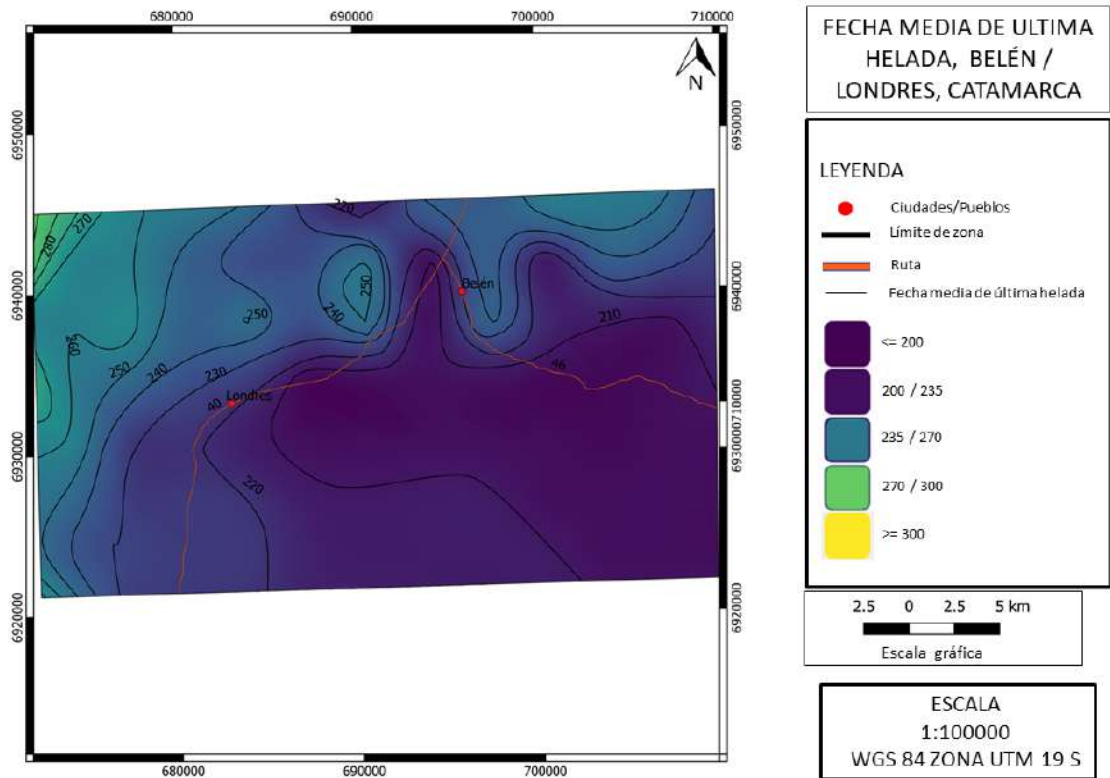
**Figura 20: Precipitación acumulada anual media (mm). Localidades de Belén y Londres. Provincia de Catamarca.**



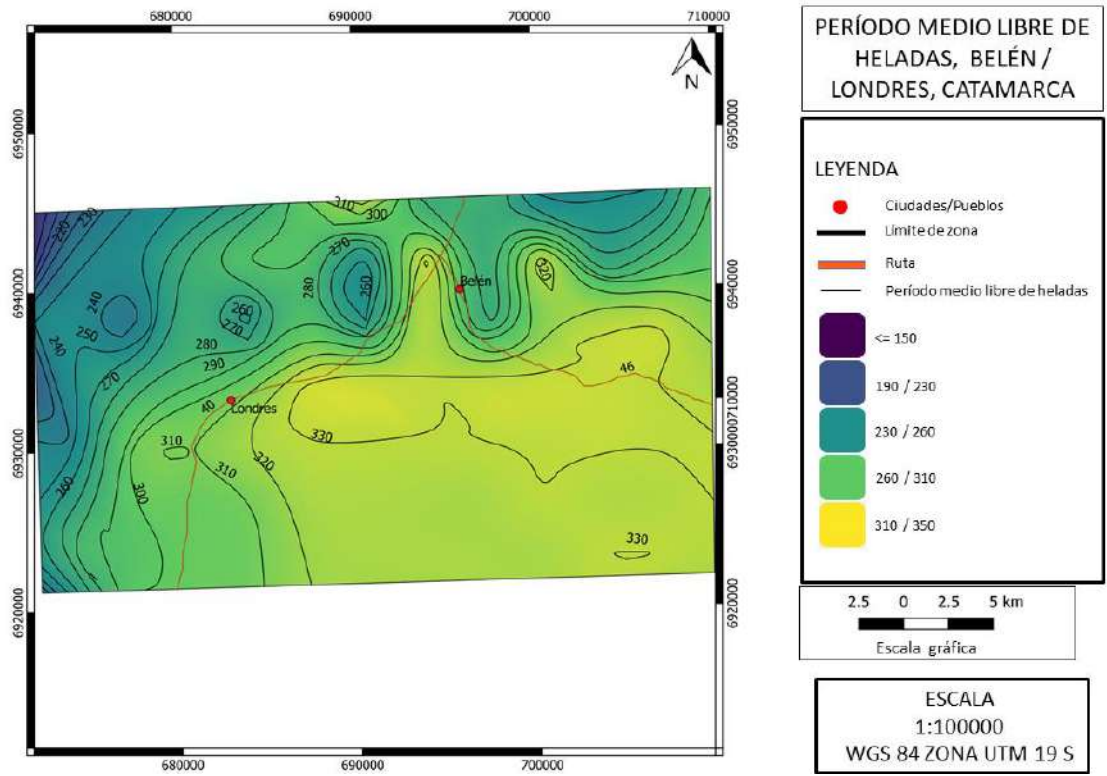
**Figura 29: Horas de frío acumuladas (N° horas). Localidades de Belén y Londres. Provincia de Catamarca.**



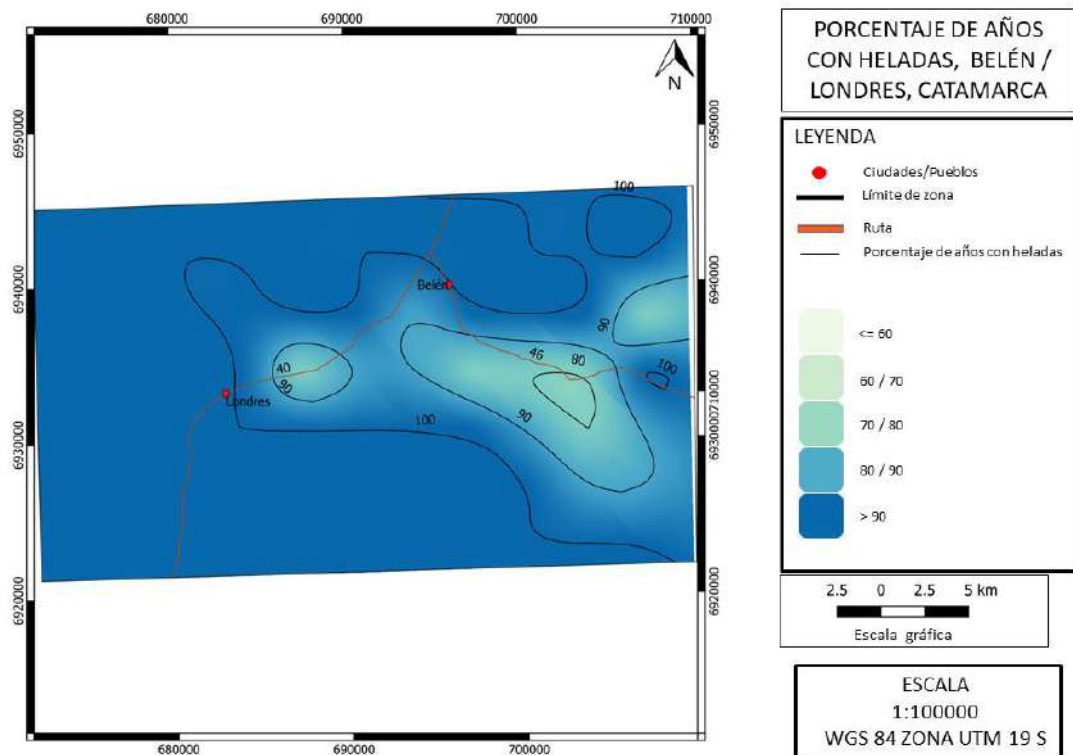
**Figura 30: Fecha media de primera helada (días del año) Localidades de Belén y Londres. Provincia de Catamarca.**



**Figura 23: Fecha media de última helada (días del año). Localidades de Belén y Londres. Provincia de Catamarca.**



**Figura 31: Periodo libre de heladas (días). Localidades de Belén y Londres. Provincia de Catamarca.**



**Figura 25: Cantidad de años con heladas (en %). Localidades de Belén y Londres. Provincia de Catamarca.**

## Fiambalá-Medanitos

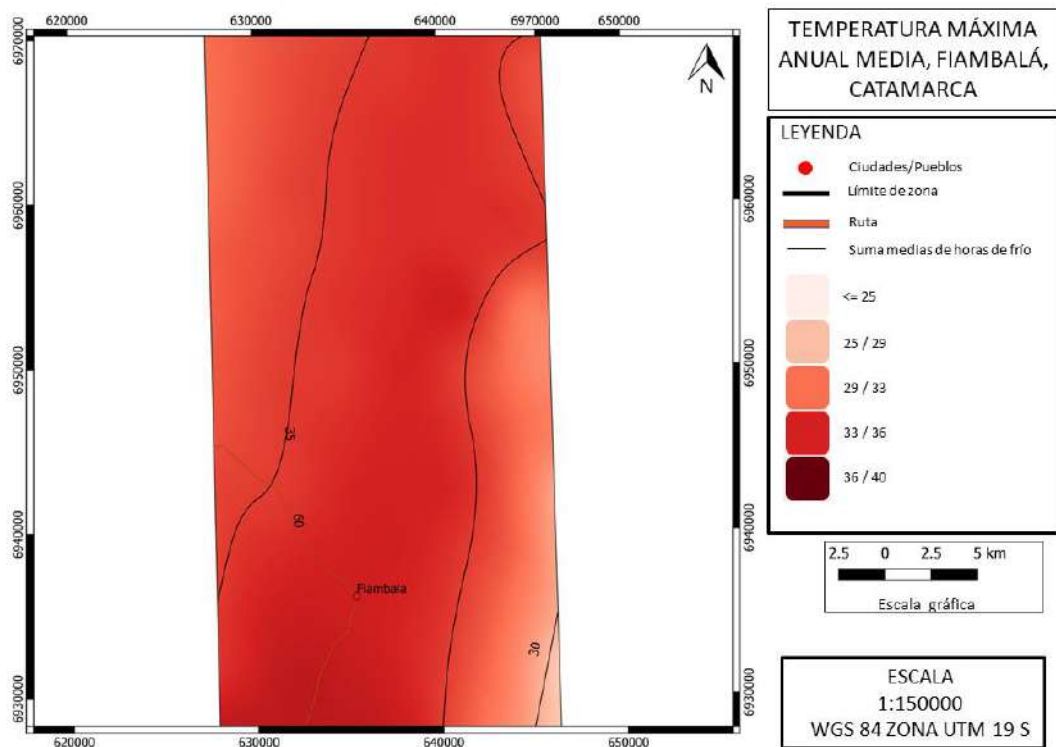


Figura 32: Temperatura máxima media anual (°C). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca.

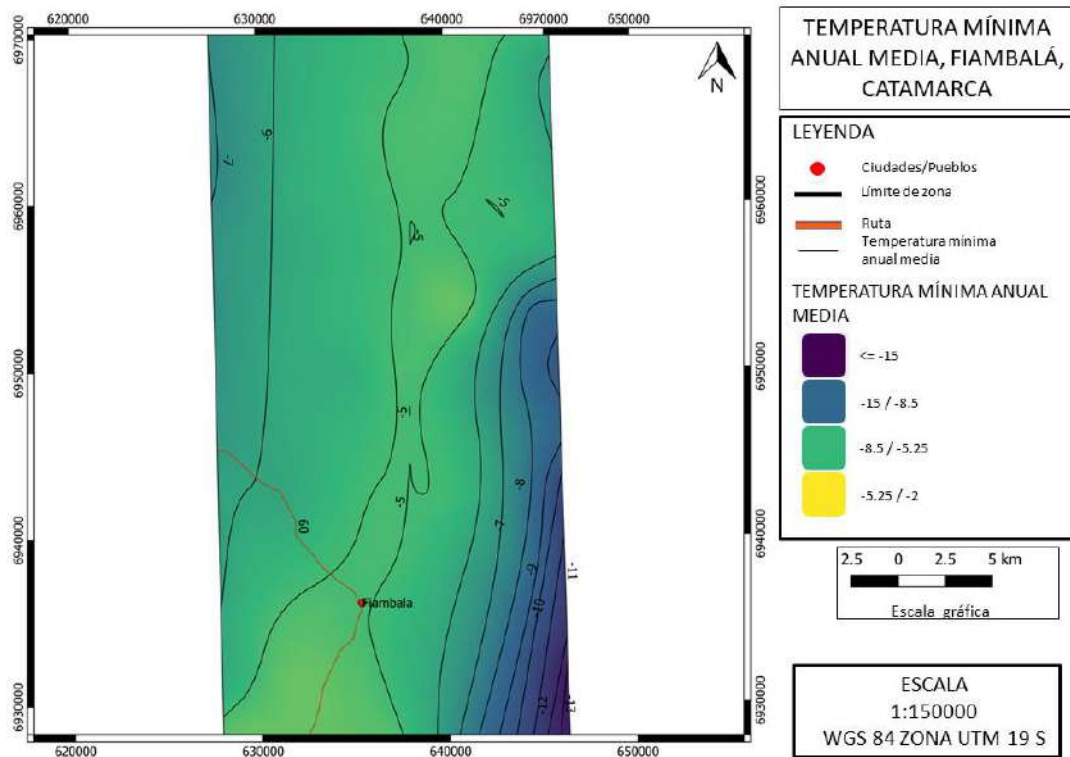
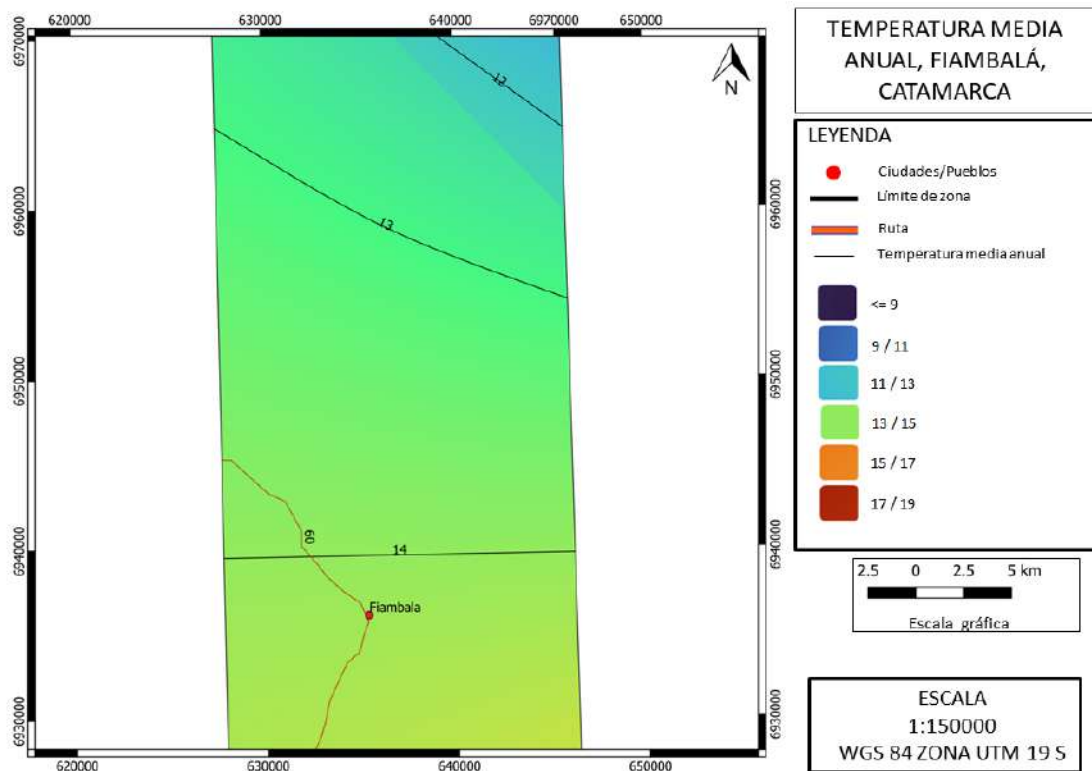
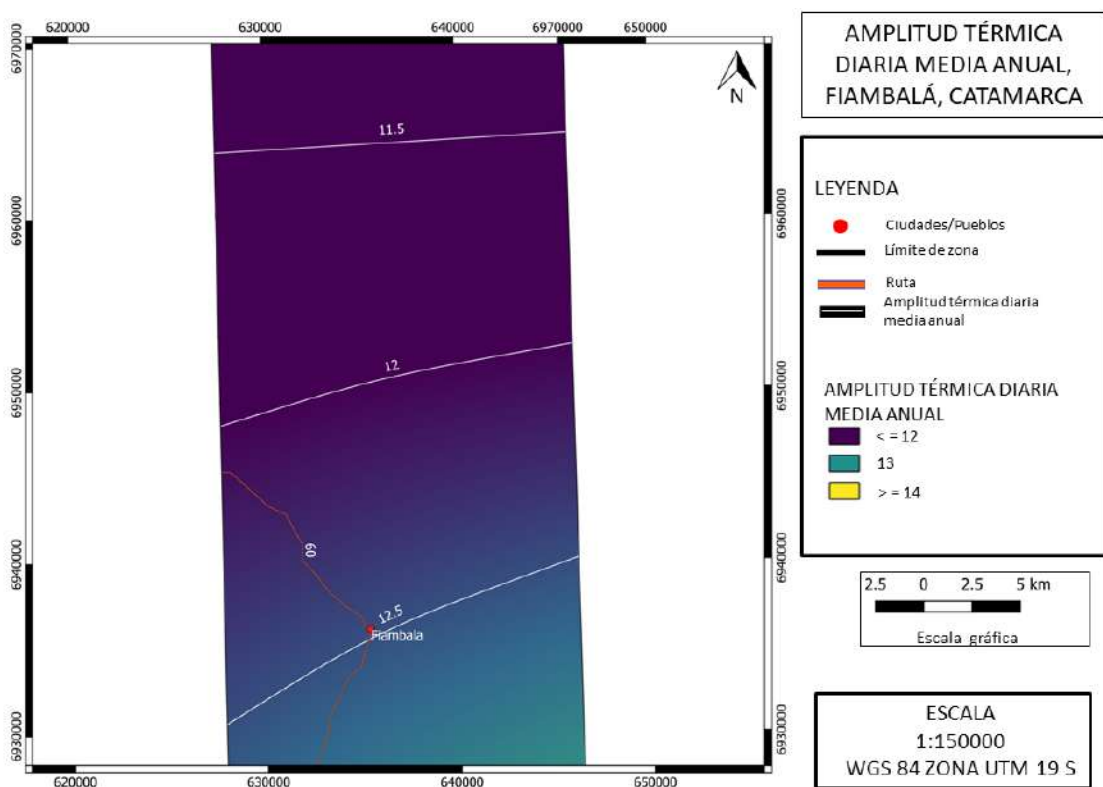


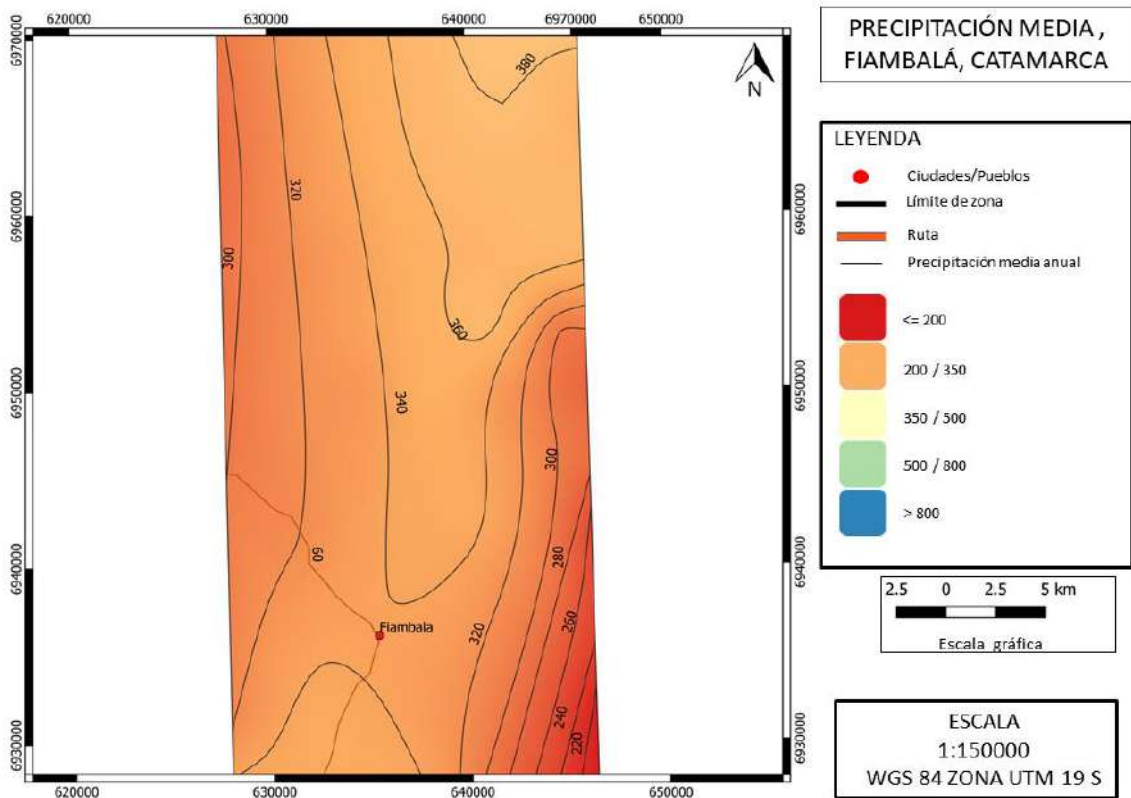
Figura 33: Temperatura mínima media anual (°C). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca.



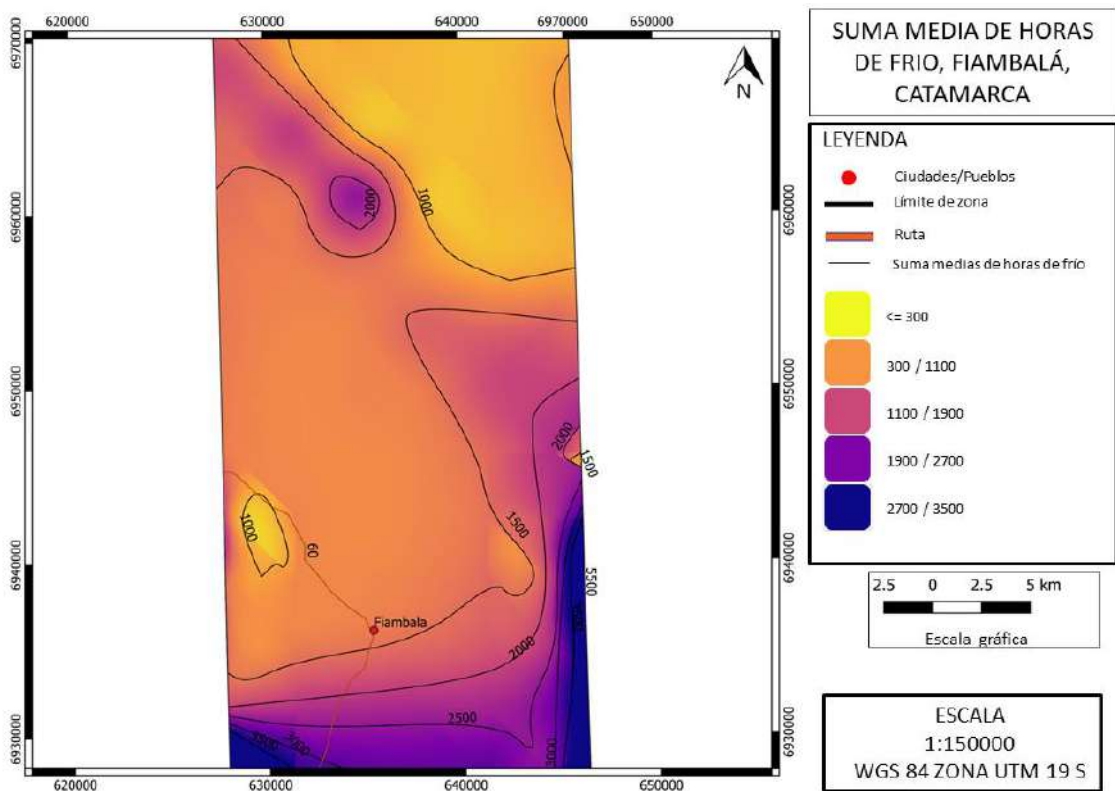
**Figura 34: Temperatura media anual (°C). Valle de Andalgalá. Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca.**



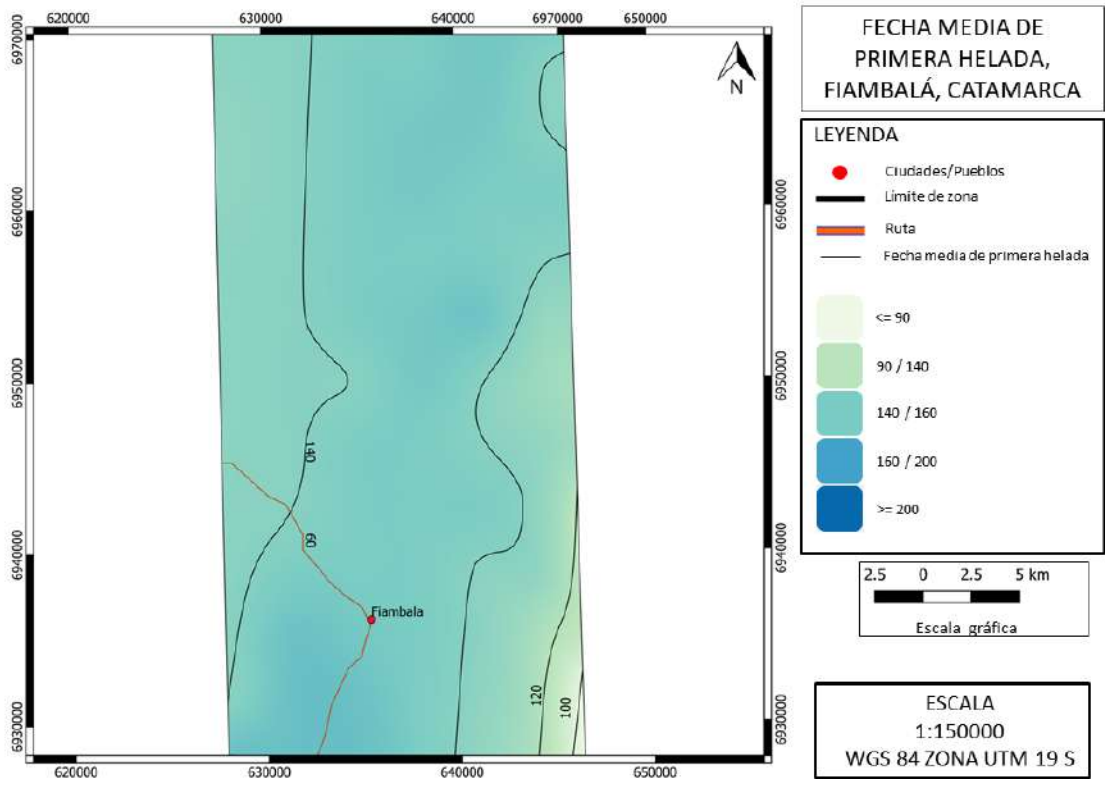
**Figura 35: Amplitud térmica diaria media anual (°C). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca.**



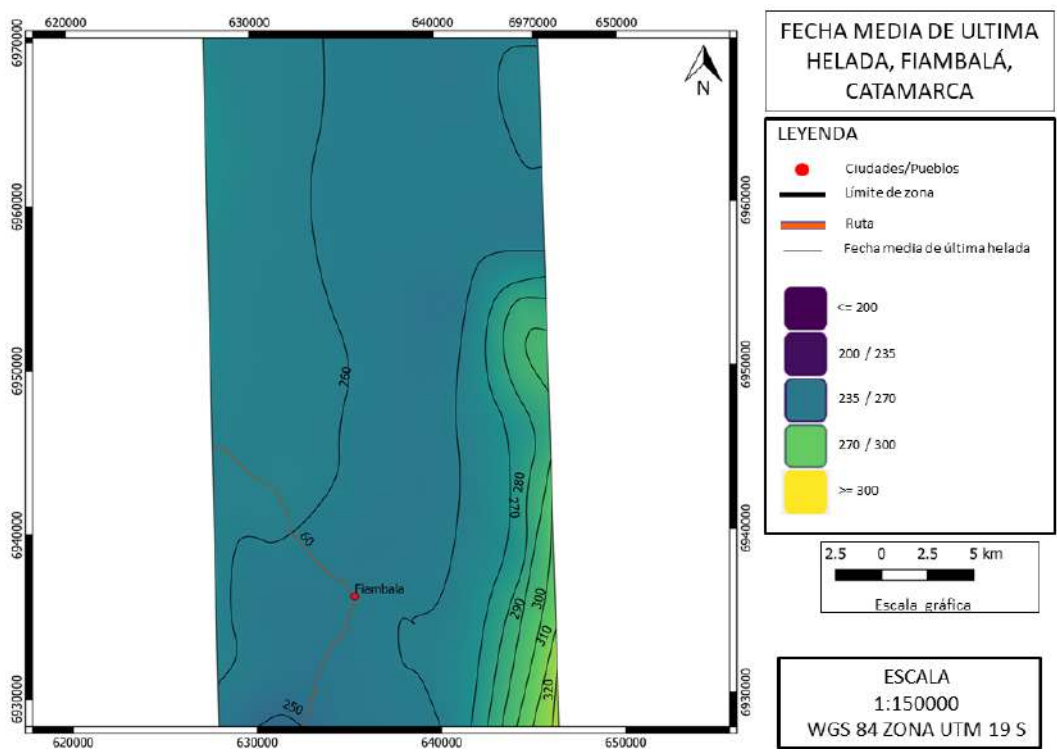
**Figura 36: Precipitación acumulada anual media (mm). Localidades de Fiambalá y Los Medanos. Provincia de Catamarca.**



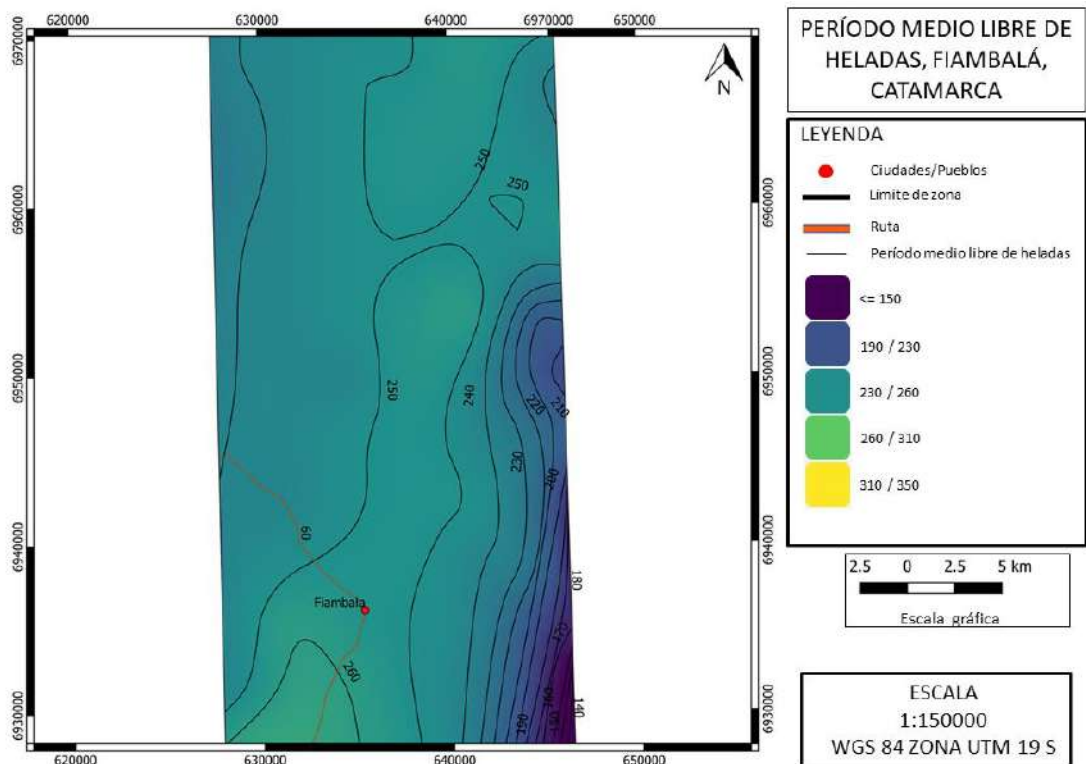
**Figura 37: Horas de frío acumuladas (N° horas). Localidades de Fiambalá y Los Medanos. Provincia de Catamarca.**



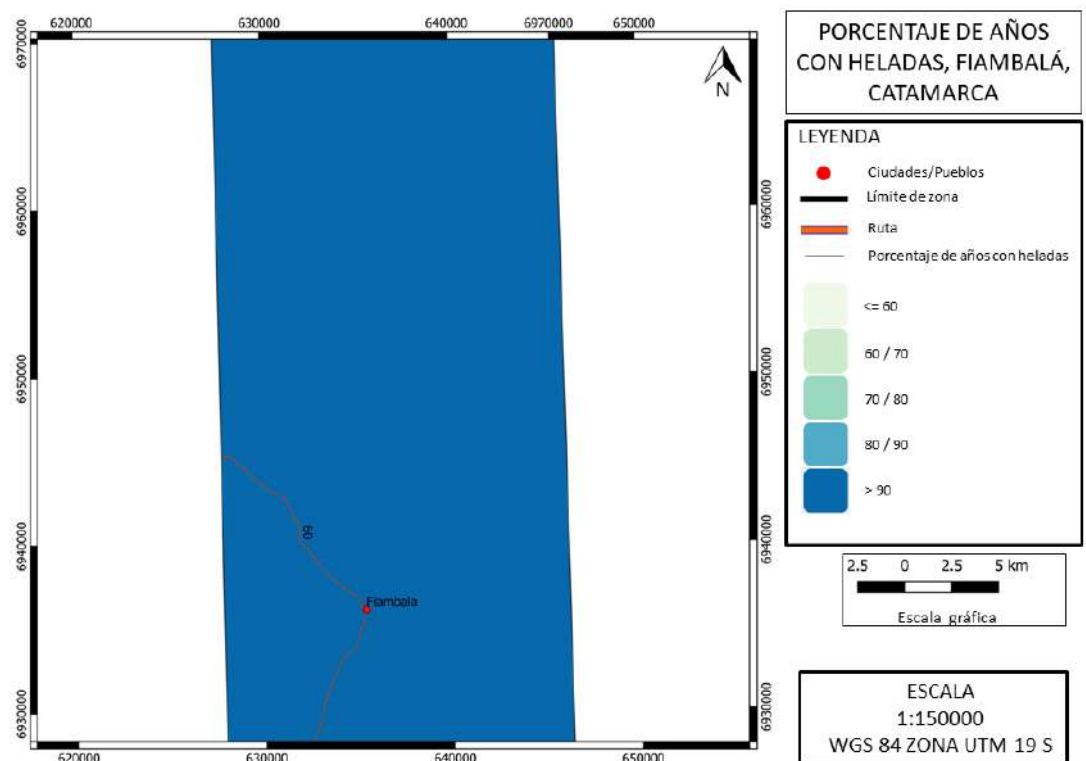
**Figura 38: Fecha media de primera helada (días del año). Localidades de Fiambalá y Los Medanos. Provincia de Catamarca.**



**Figura 39: Fecha media de última helada (días del año). Localidades de Fiambalá y Los Medanos. Provincia de Catamarca.**

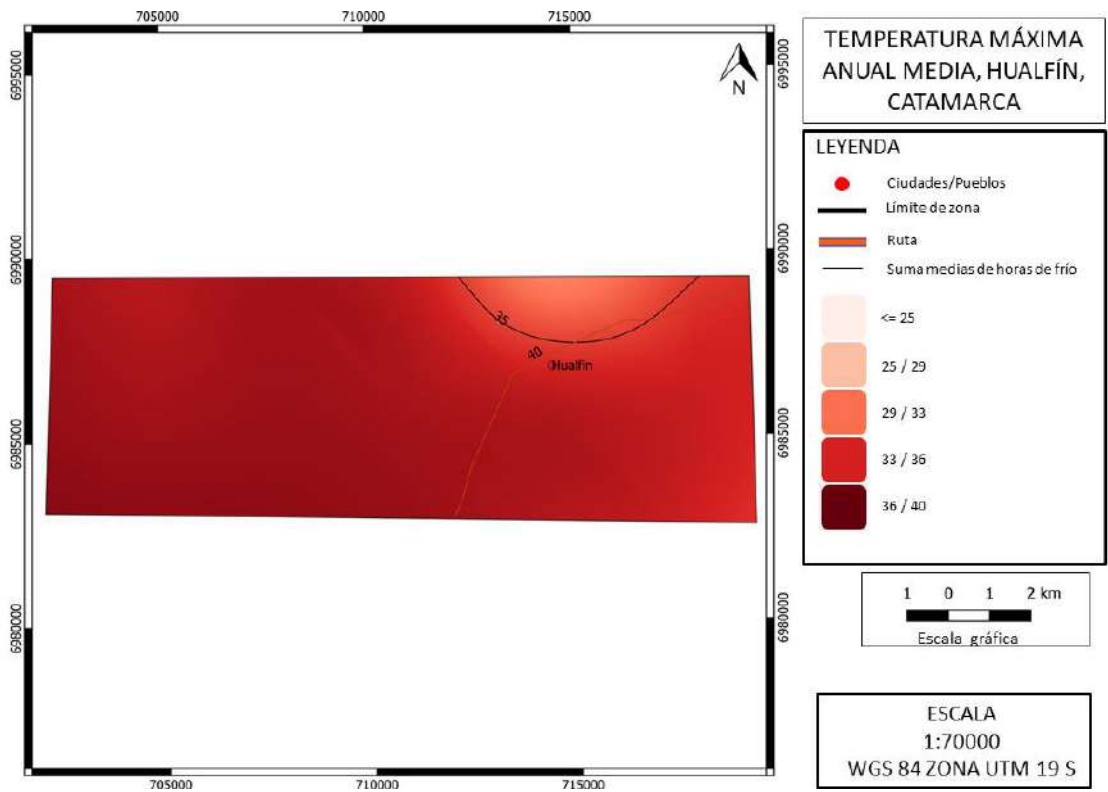


**Figura 34: Periodo libre de heladas (días). Localidades de Fiambalá y Los Medanititos. Provincia de Catamarca.**

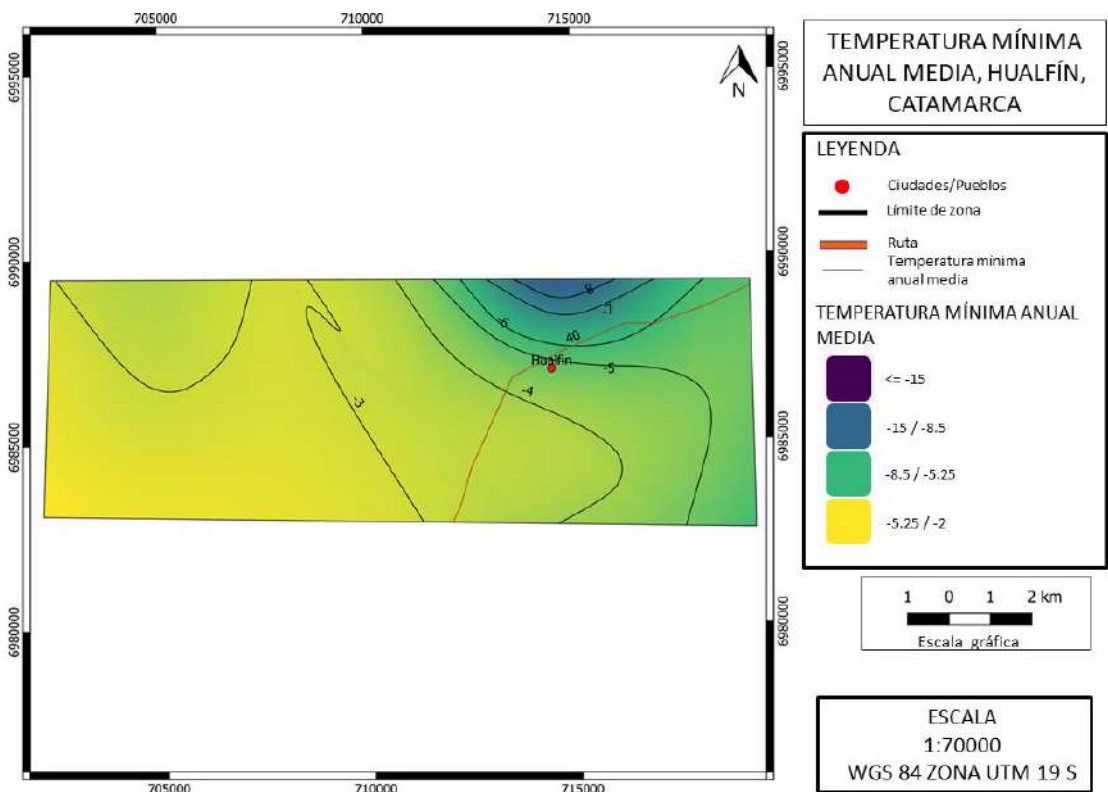


**Figura 35: Cantidad de años con heladas (en %). Localidades de Fiambalá y Los Medanititos. Provincia de Catamarca.**

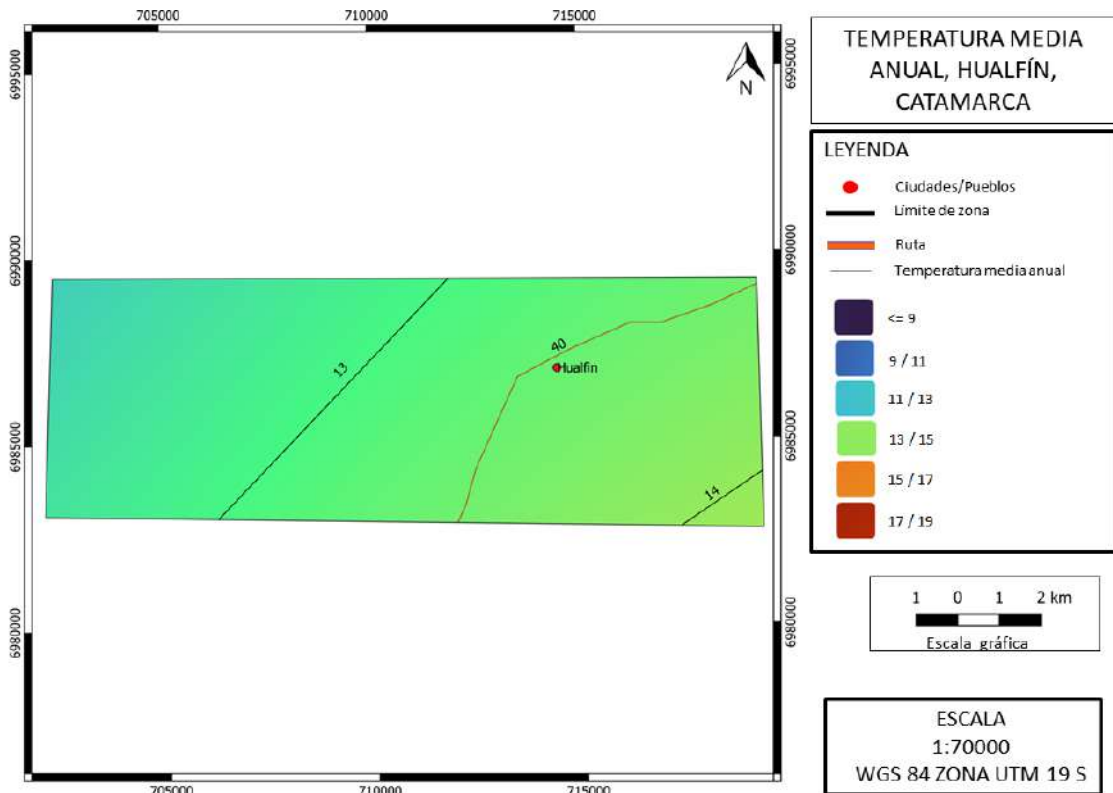
# Hualfín



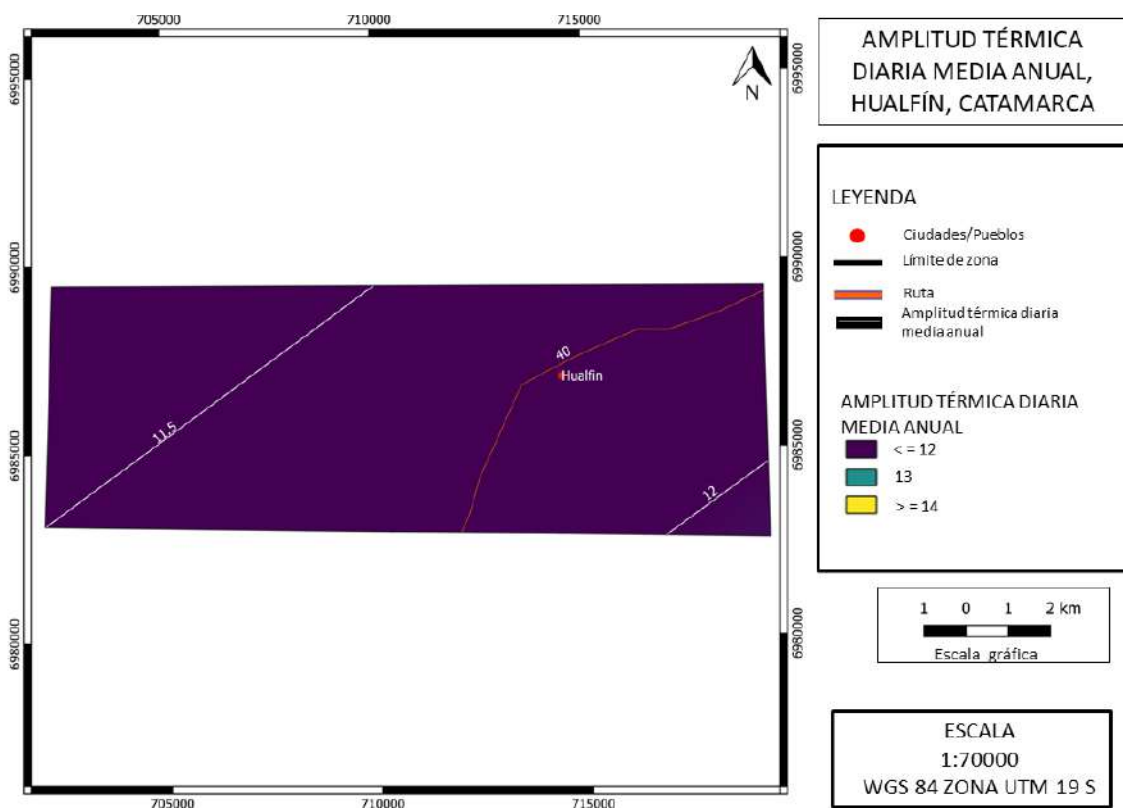
**Figura 40: Temperatura máxima media anual (°C). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca.**



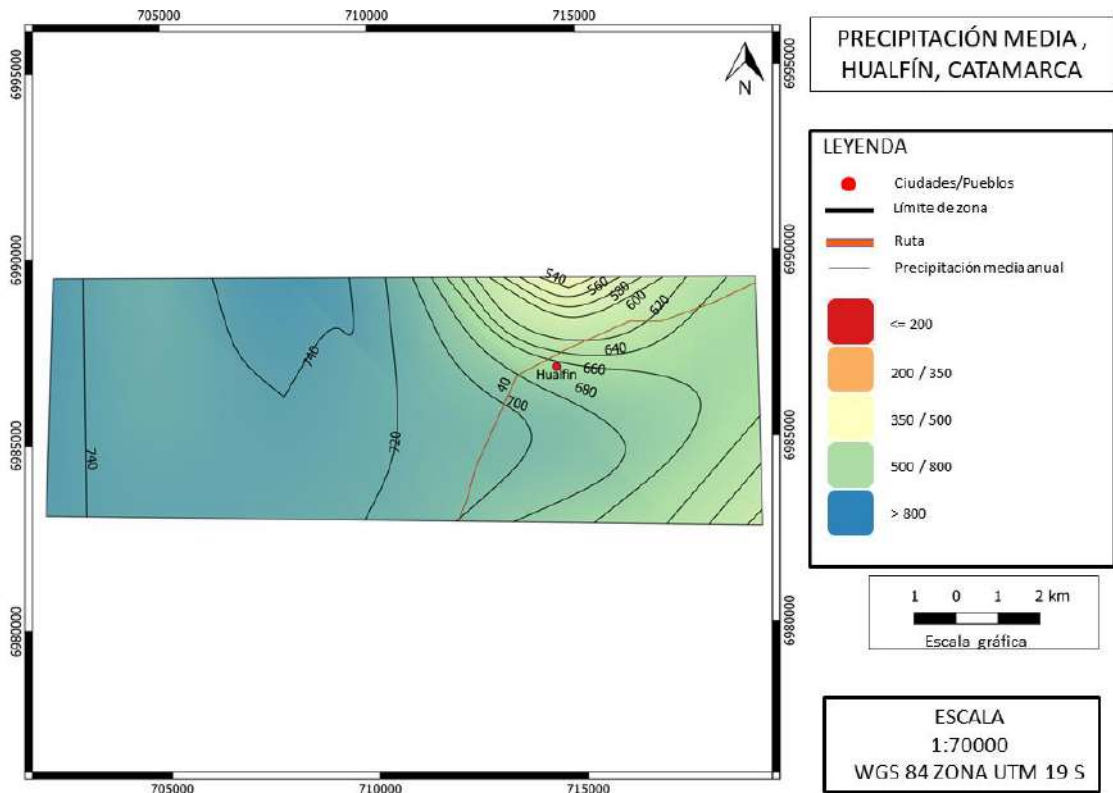
**Figura 37: Temperatura mínima media anual (°C). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca.**



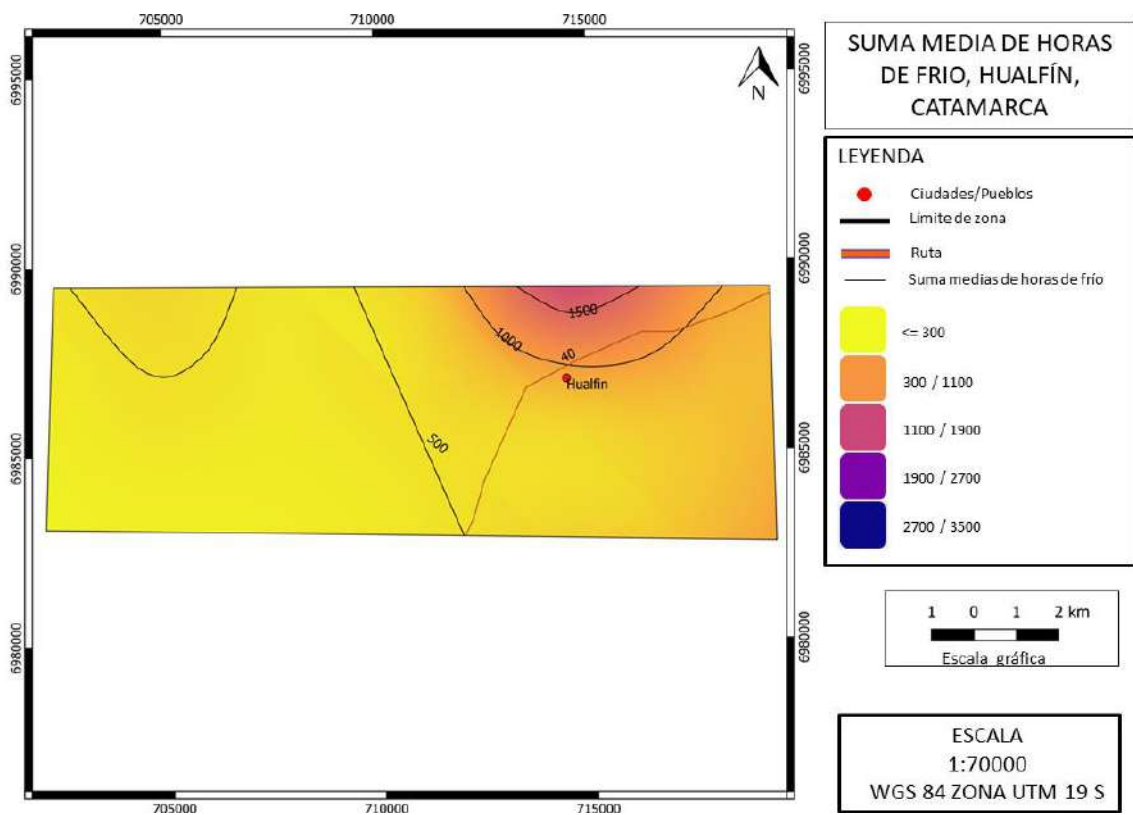
**Figura 41: Temperatura media anual (°C). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca.**



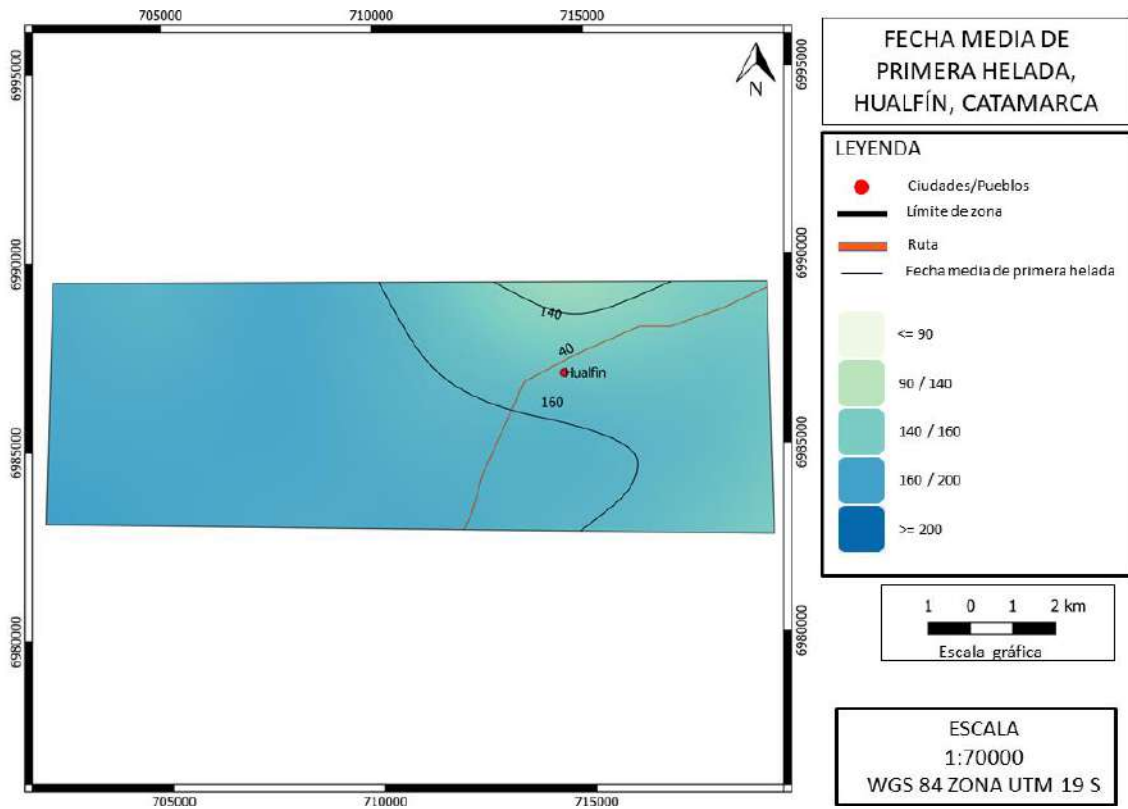
**Figura 42: Amplitud térmica diaria media anual (°C). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca.**



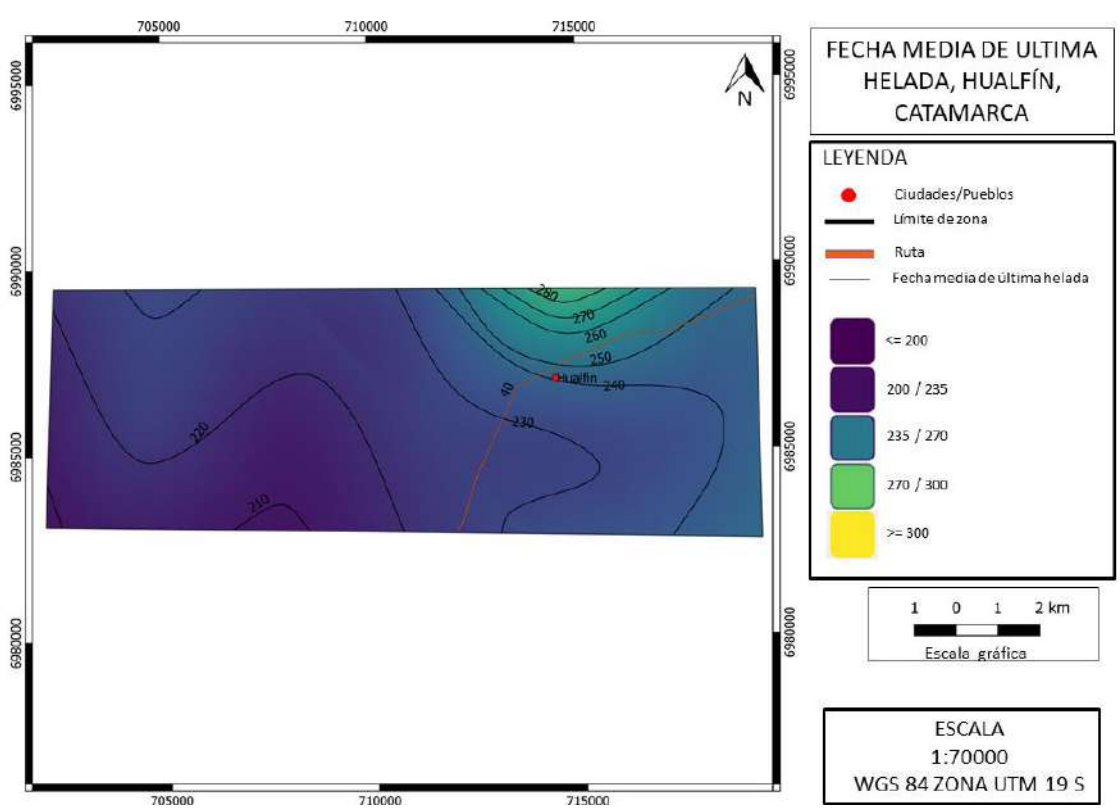
**Figura 43: Precipitación acumulada anual media (mm). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca.**



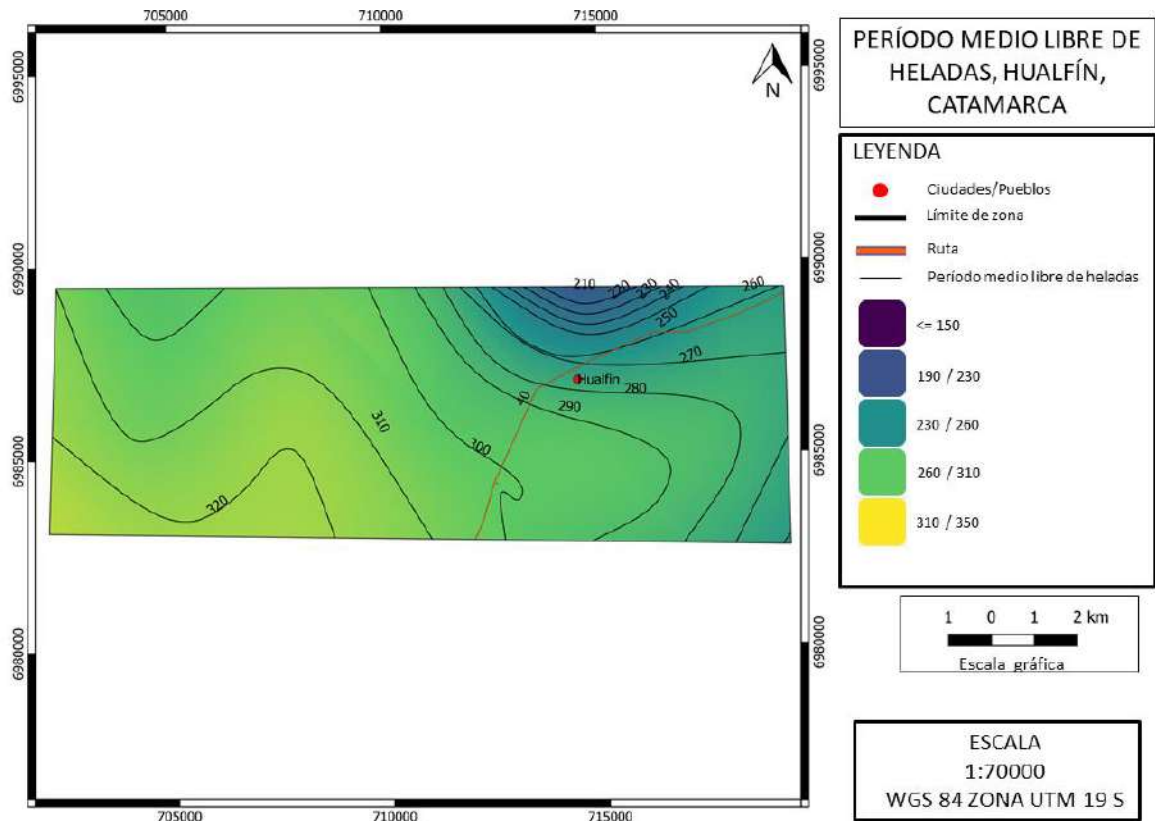
**Figura 44: Horas de frío acumuladas (N° horas). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca.**



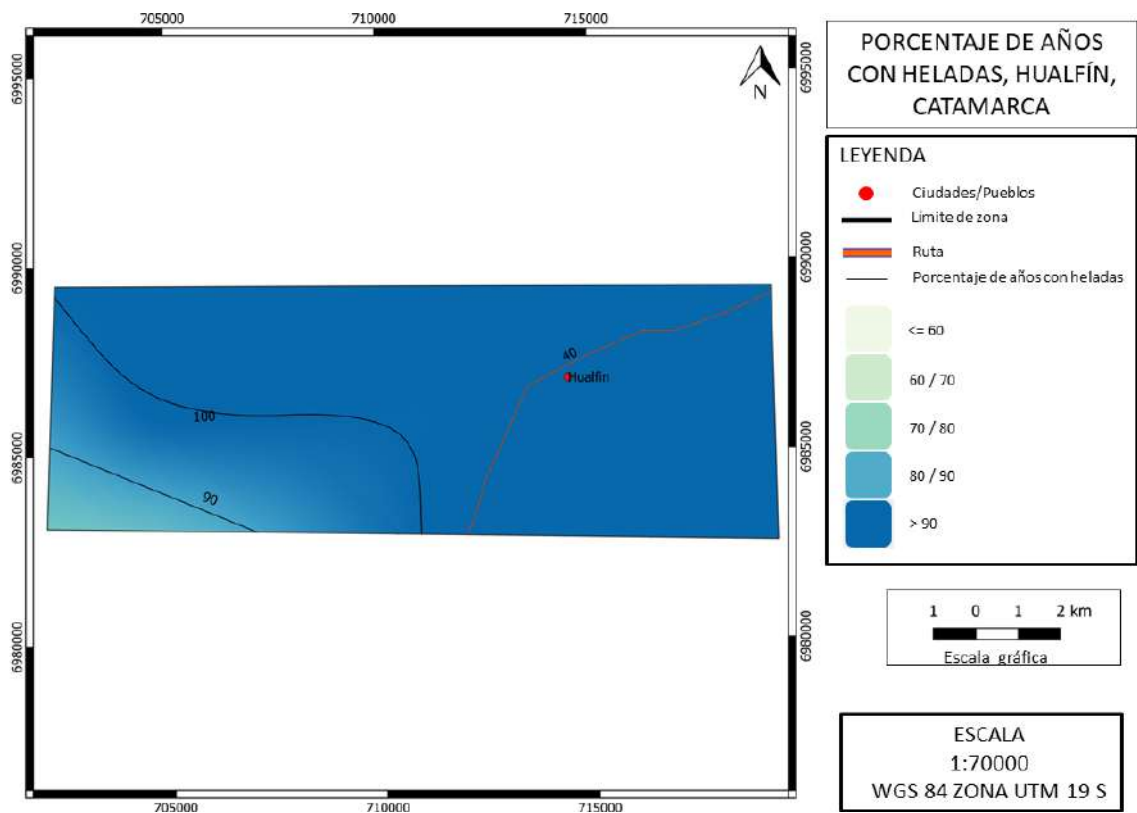
**Figura 42: Fecha media de primera helada (días del año). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca.**



**Figura 45: Fecha media de última helada (días del año). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca.**

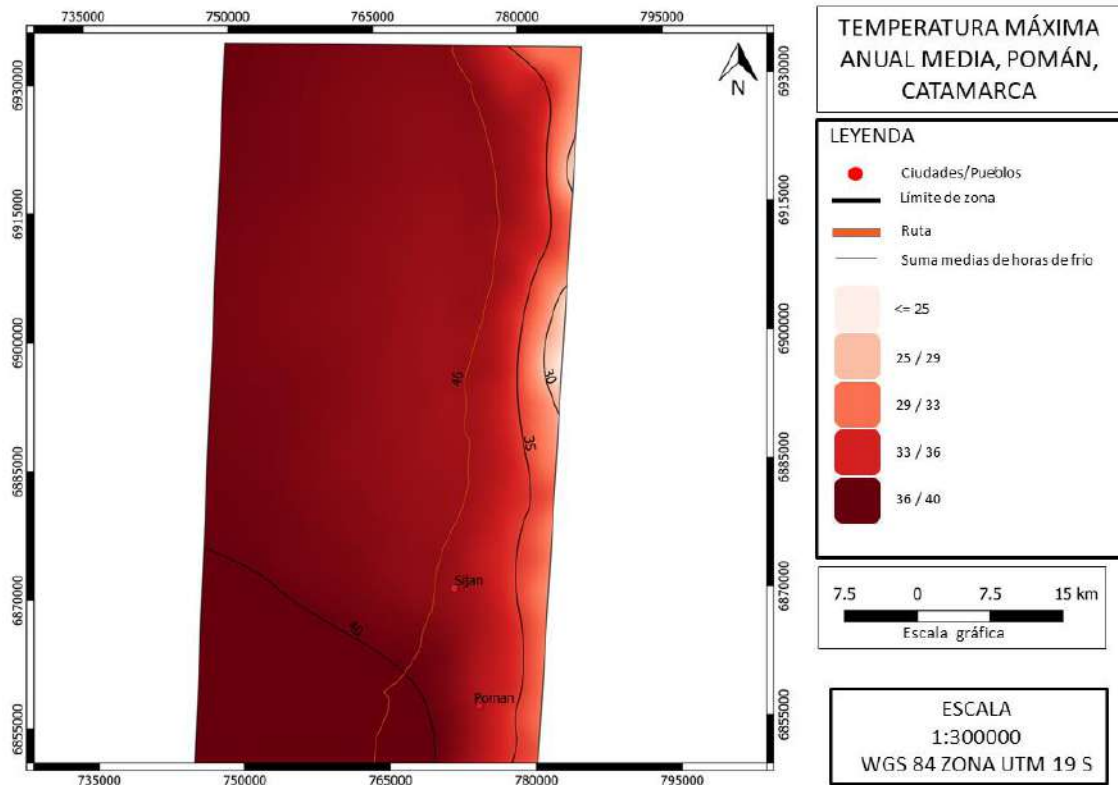


**Figura 44: Periodo libre de heladas (días). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca.**

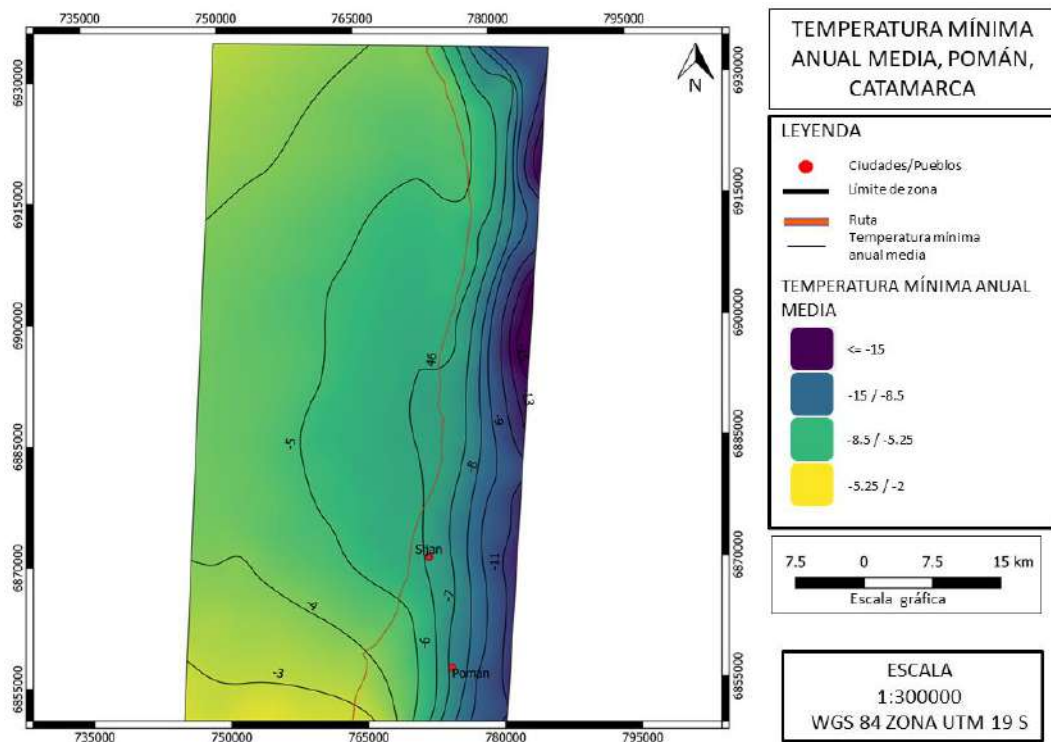


**Figura 45: Cantidad de años con heladas (en %). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca.**

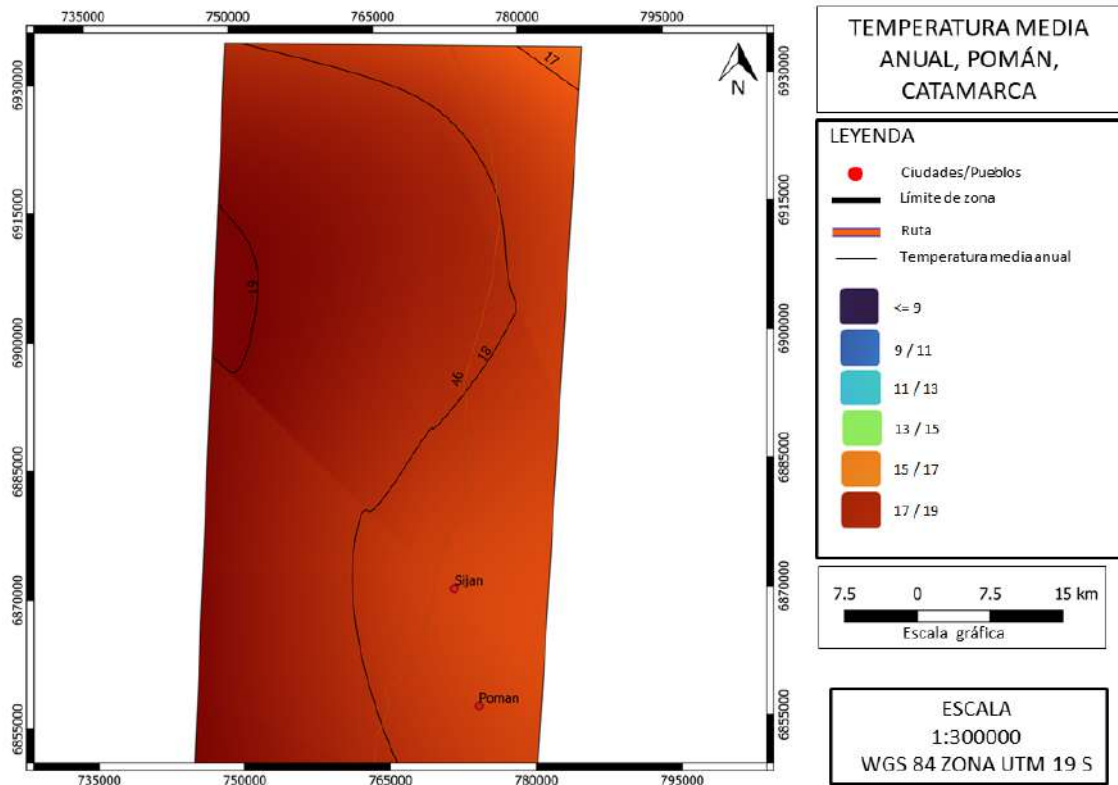
**Pomán-Siján**



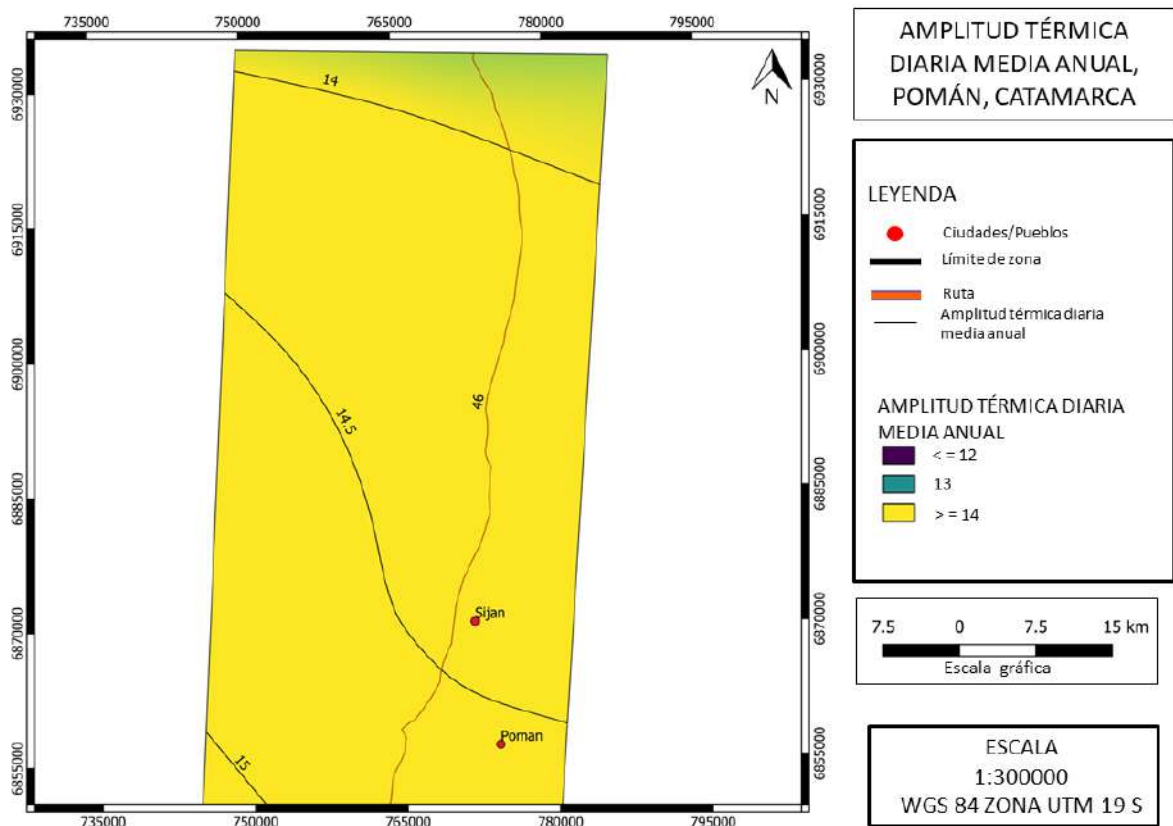
**Figura 46: Temperatura máxima media anual (°C). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca.**



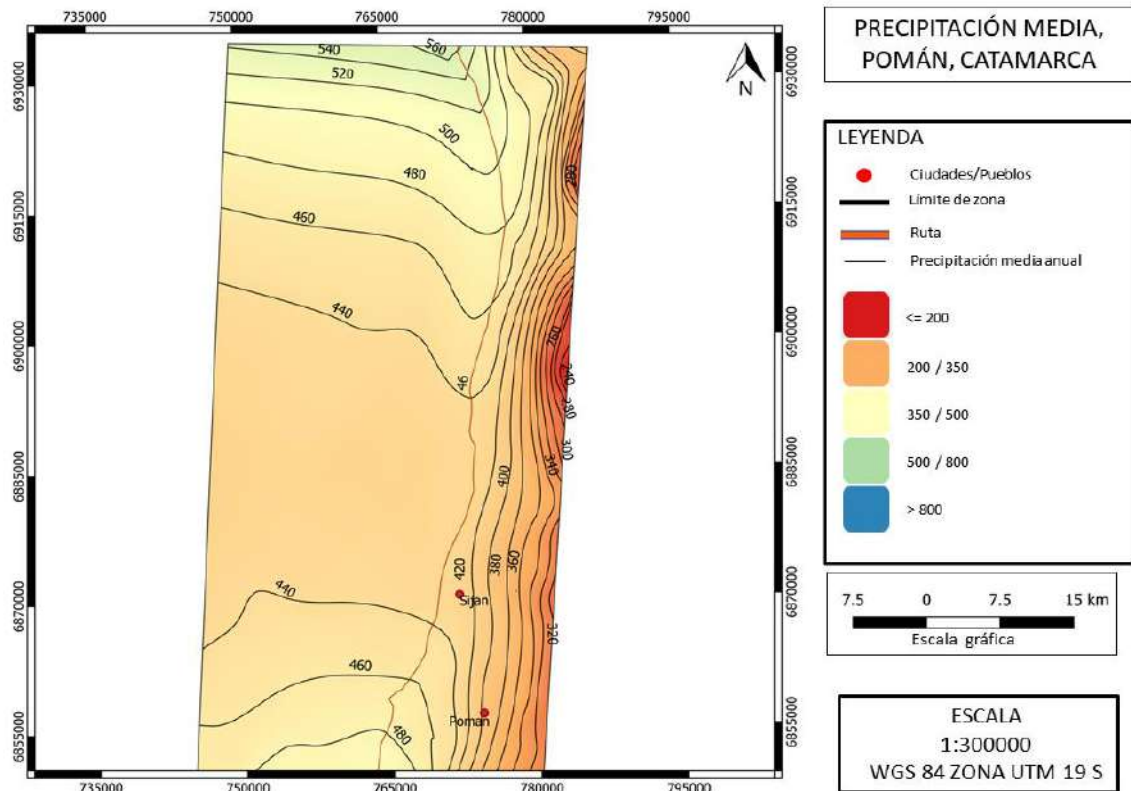
**Figura 47: Temperatura mínima media anual (°C). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca.**



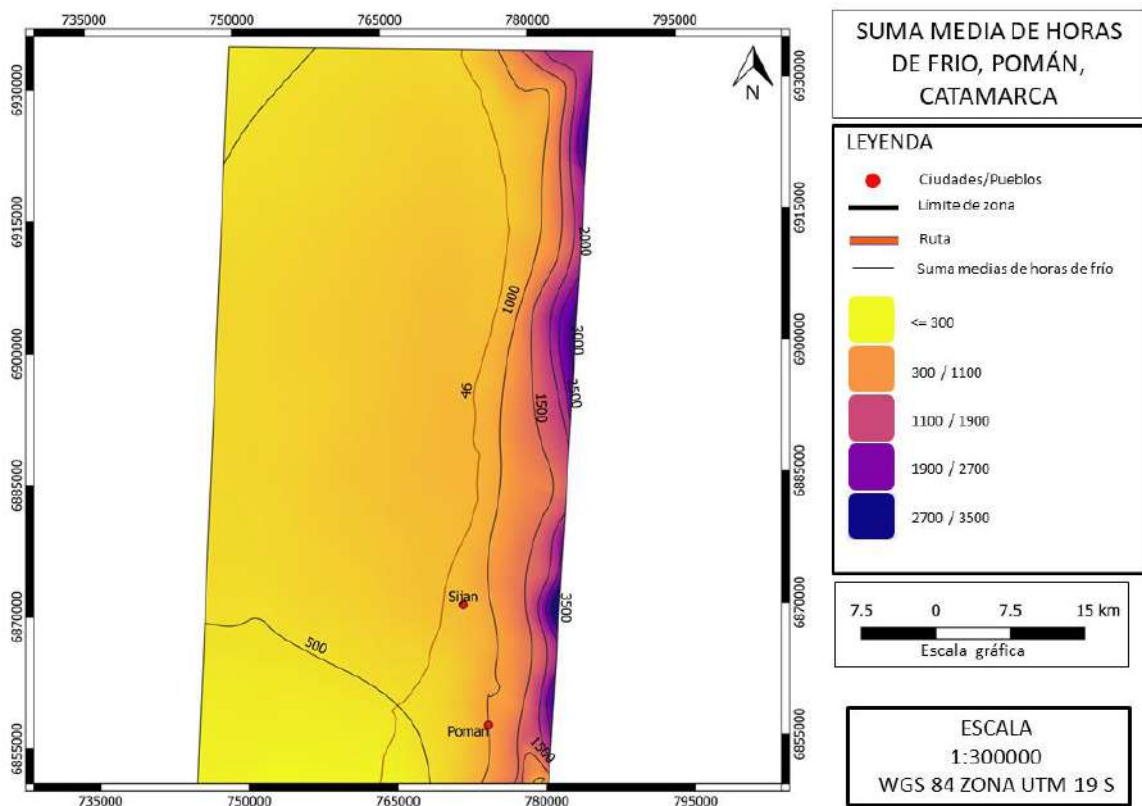
**Figura 47: Temperatura media anual (°C). Localidades de Pomán y Sijan. Provincia de Catamarca.**



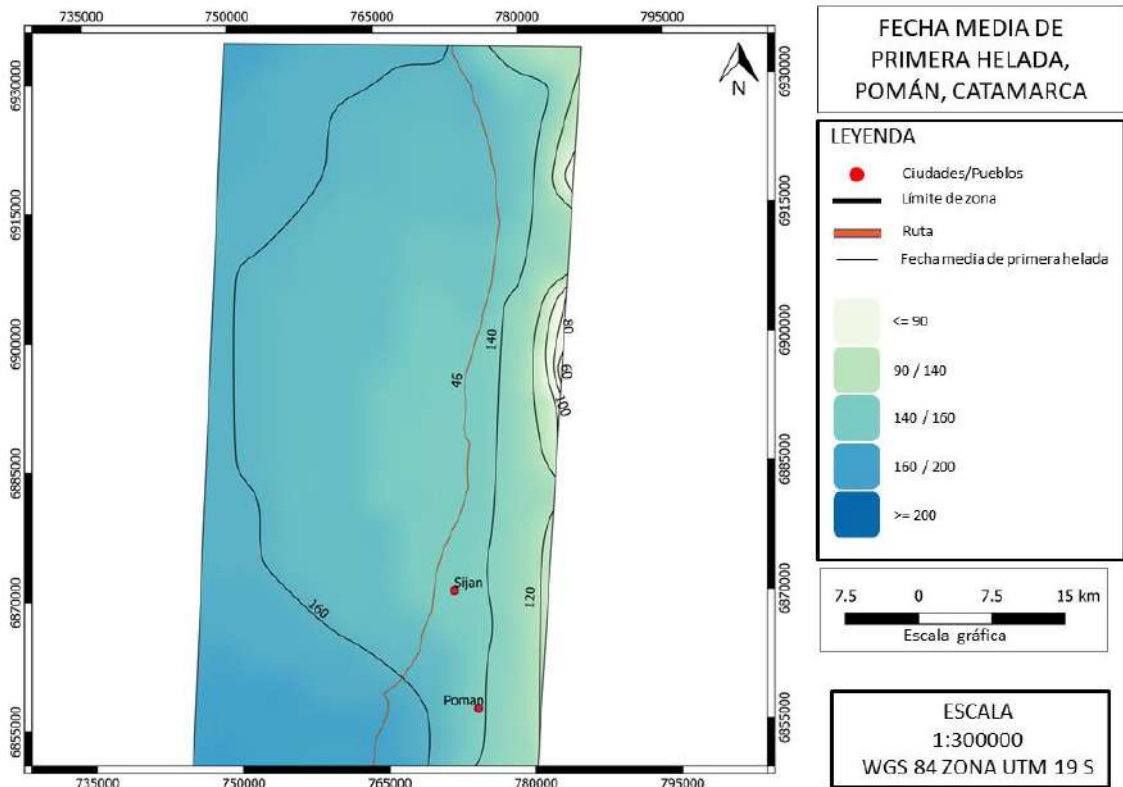
**Figura 49: Amplitud térmica diaria media anual (°C). Localidades de Pomán y Sijan. Provincia de Catamarca.**



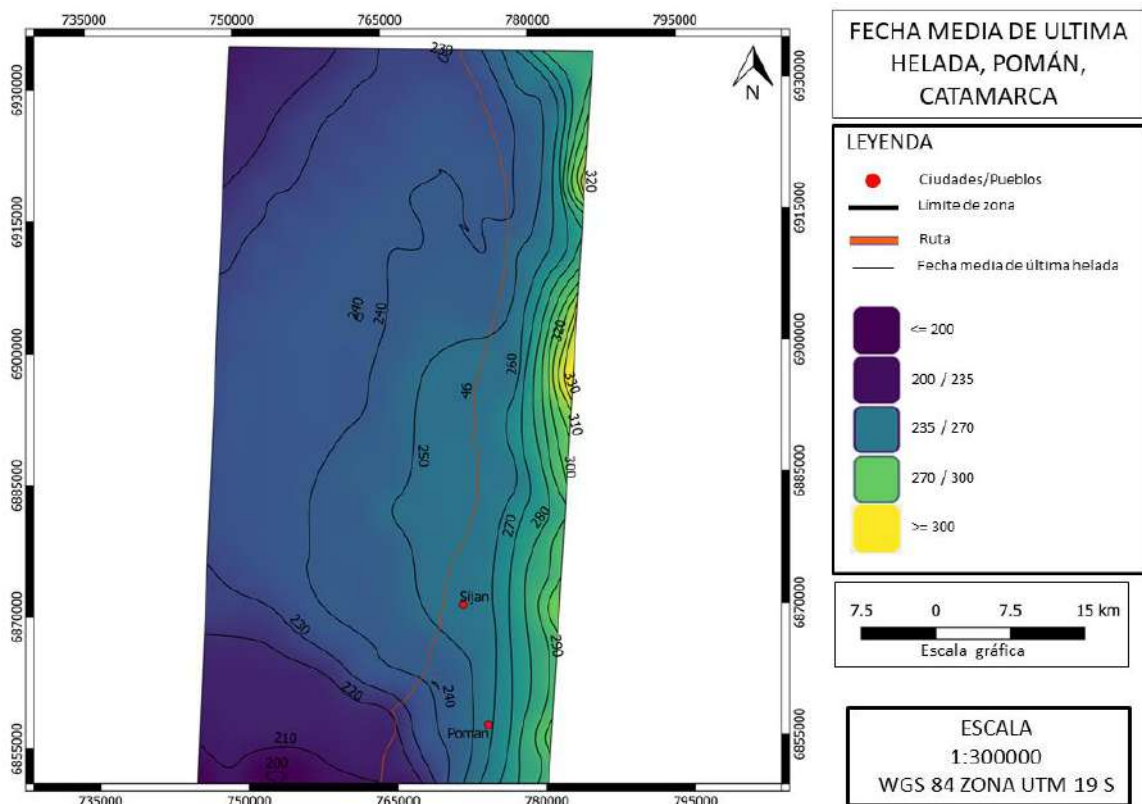
**Figura 48: Precipitación acumulada anual media (mm). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca.**



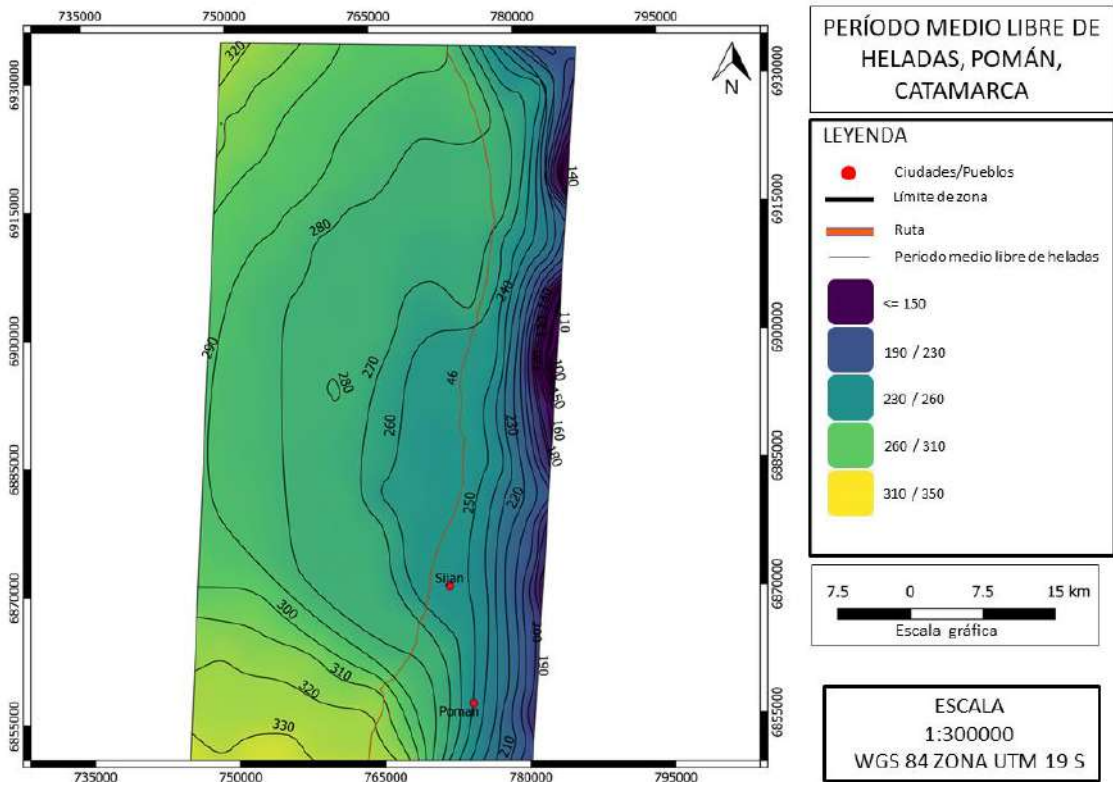
**Figura 49: Horas de frío acumuladas (N° horas). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca.**



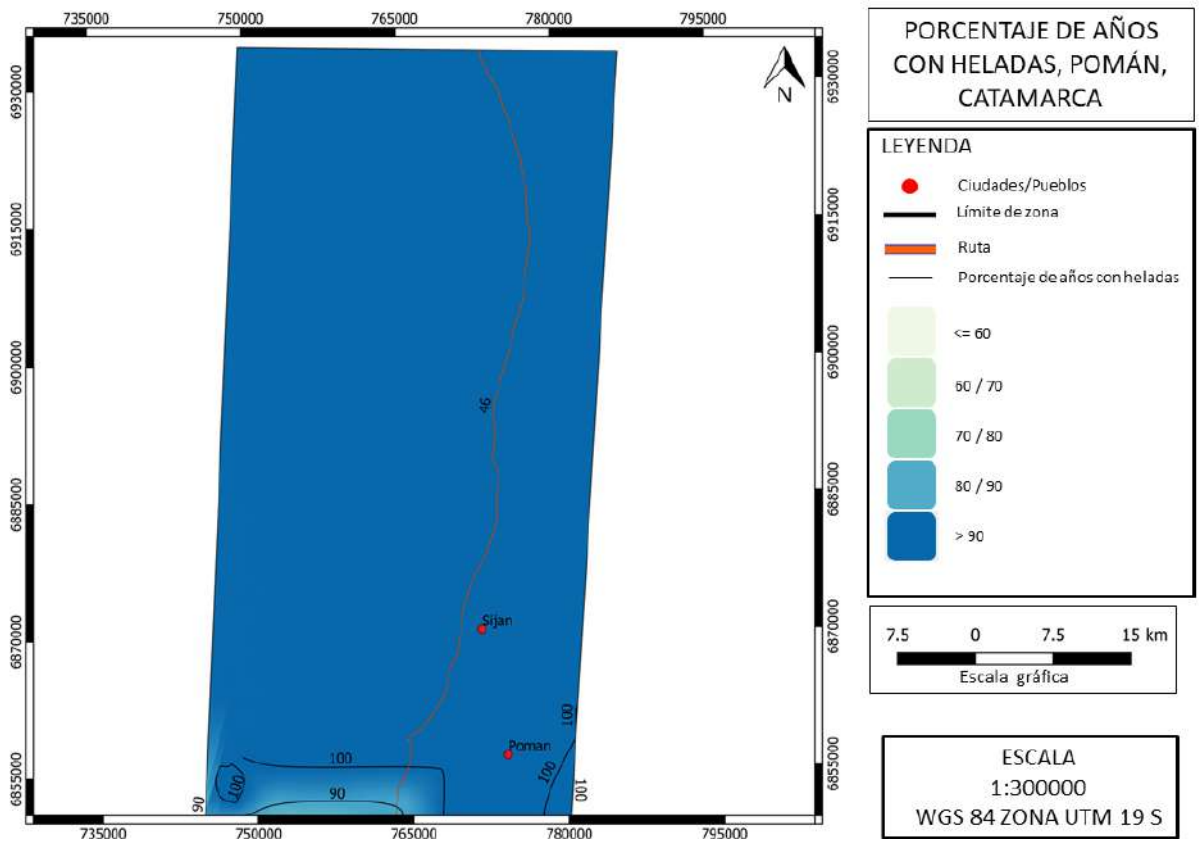
**Figura 50: Fecha media de primera helada (días del año). Localidades de Pomán y Sijan. Provincia de Catamarca.**



**Figura 51: Fecha media de última helada (días del año). Localidades de Pomán y Sijan. Provincia de Catamarca.**



**Figura 52: Periodo libre de heladas (días). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca.**



**Figura 53: Cantidad de años con heladas (en %). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca.**

# Tinogasta

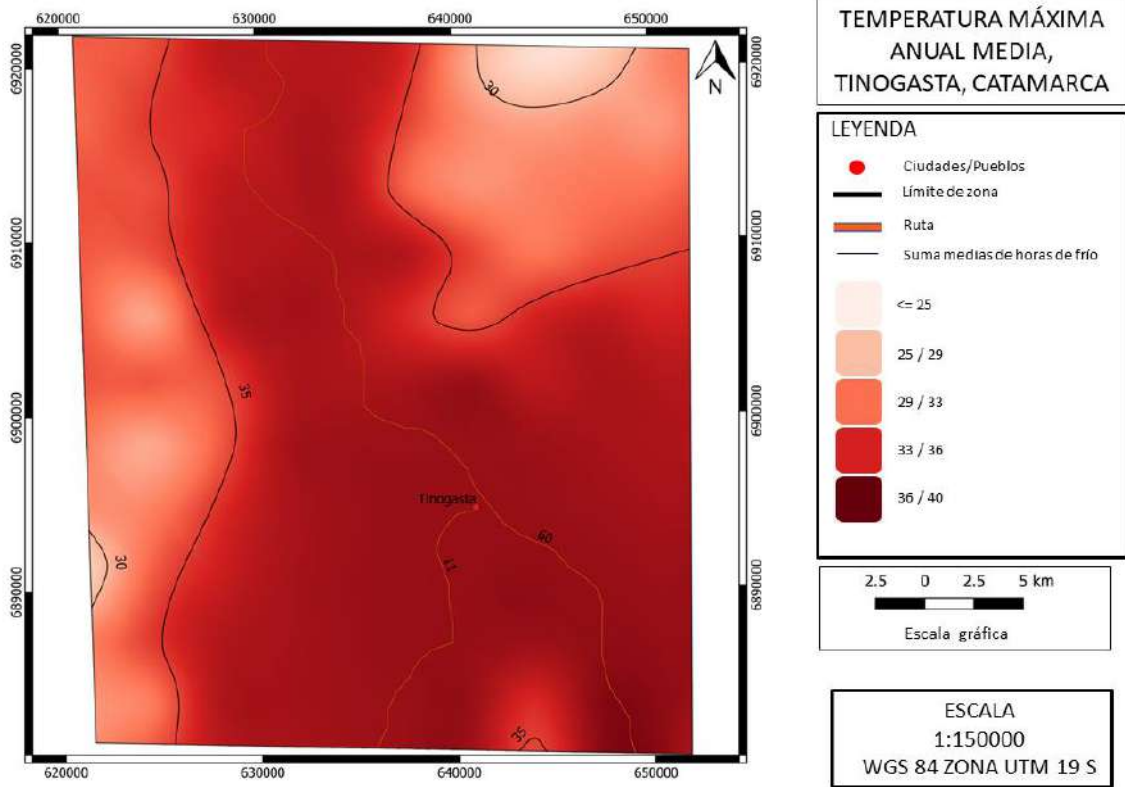


Figura 54: Temperatura máxima media anual (°C). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca.

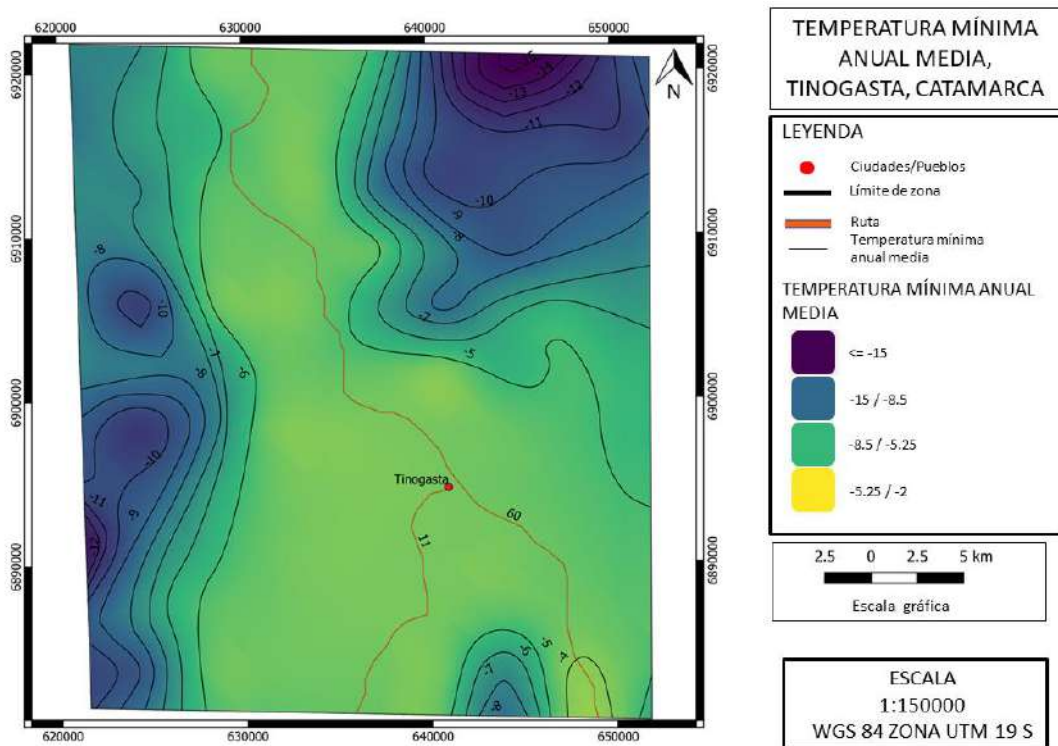
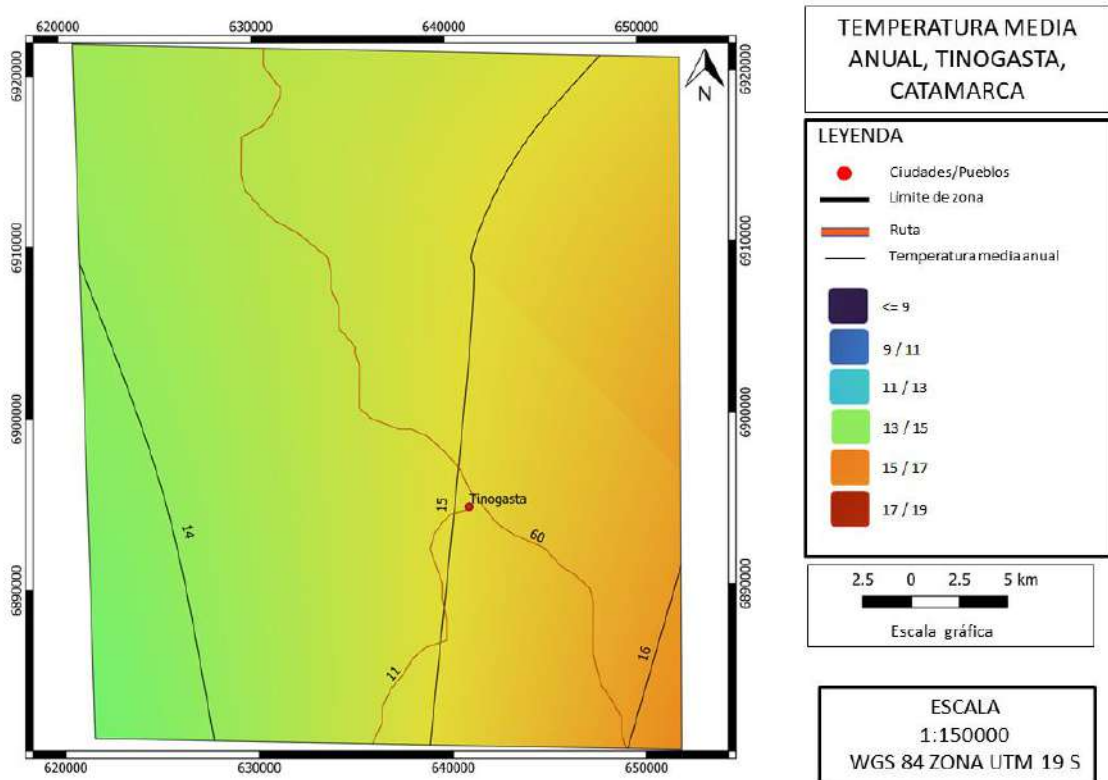
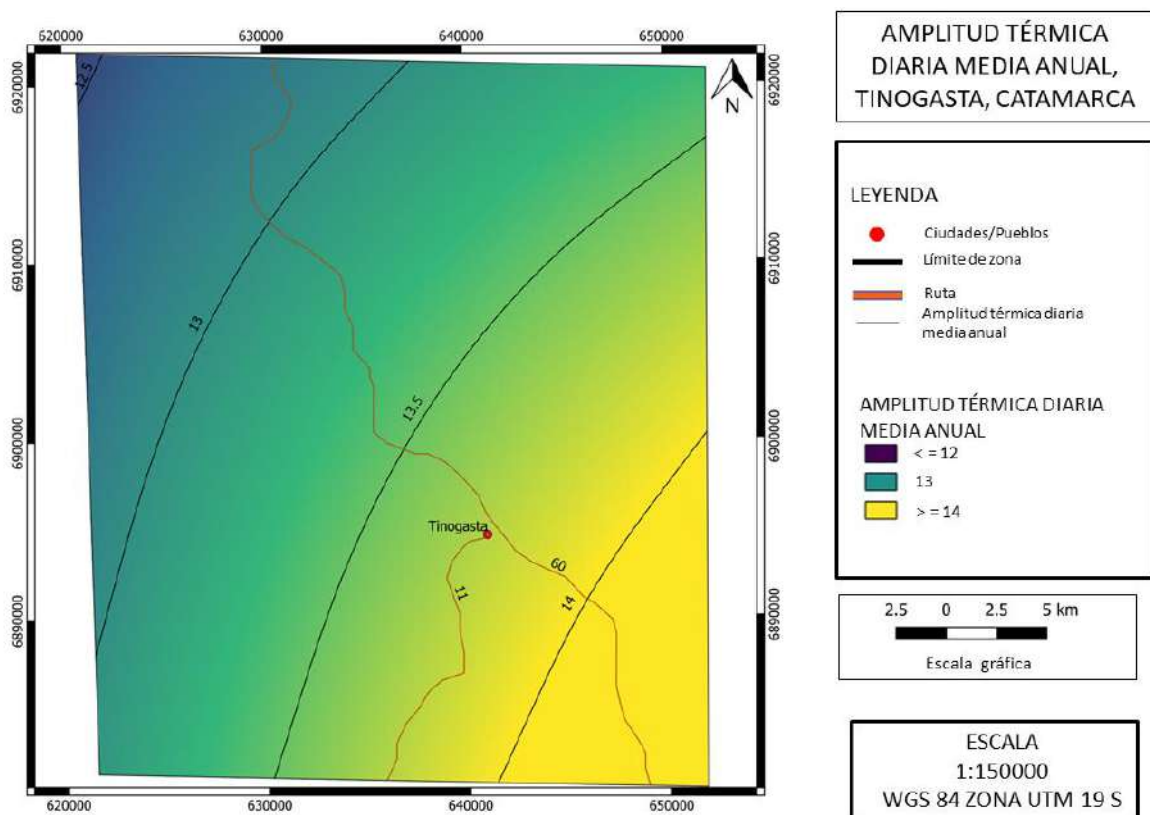


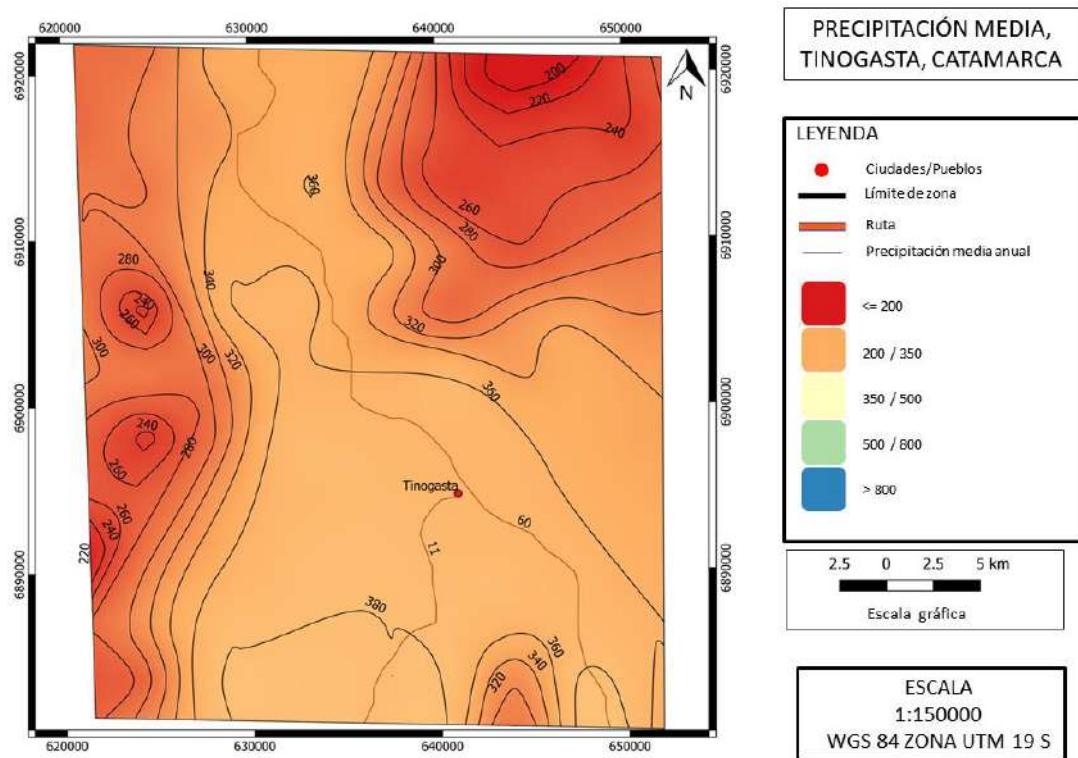
Figura 57: Temperatura mínima media anual (°C). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca.



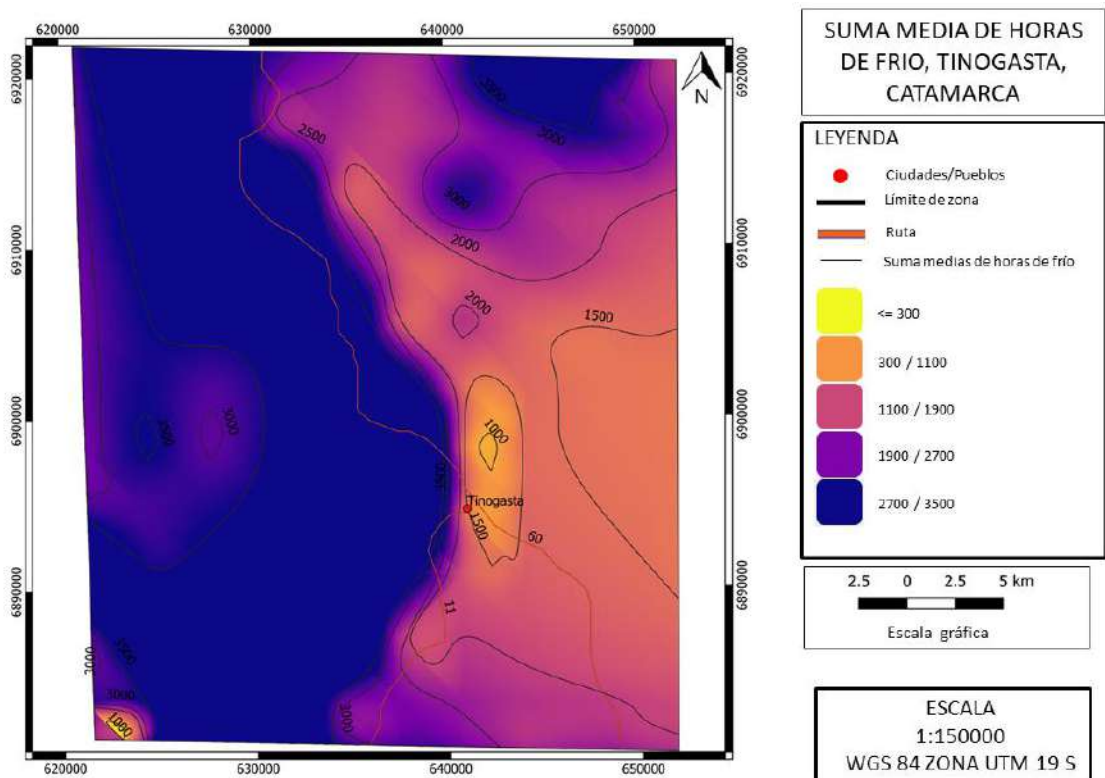
**Figura 55: Temperatura media anual (°C). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca.**



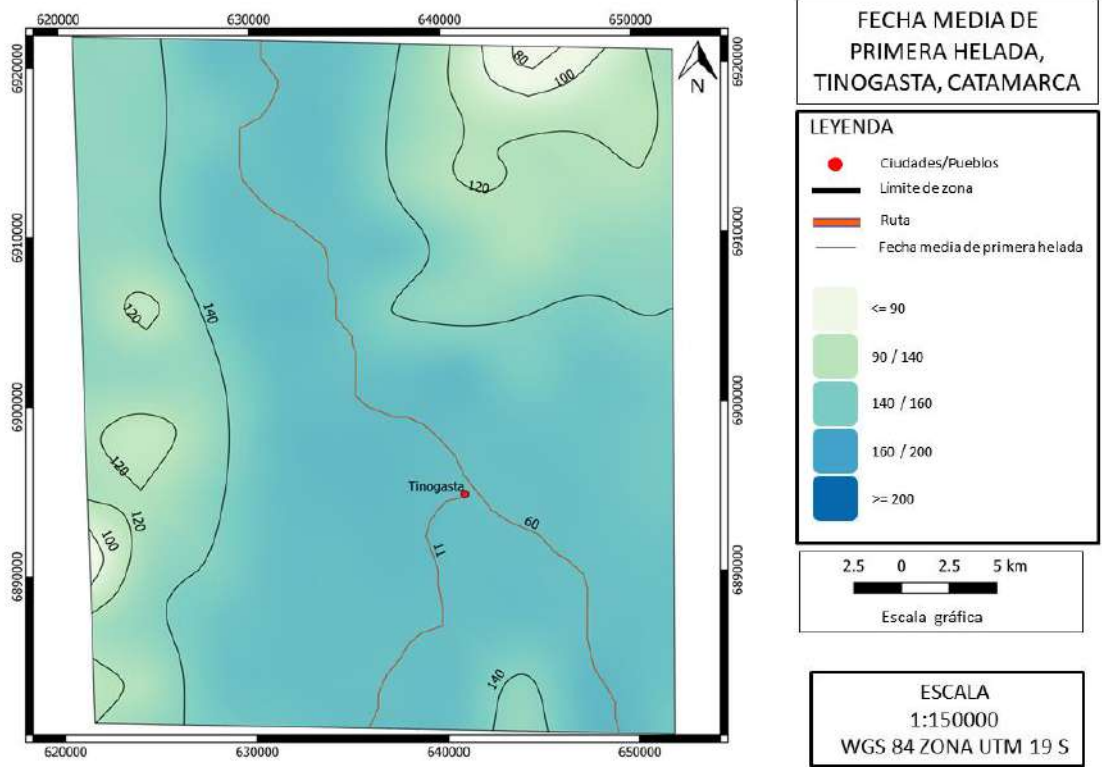
**Figura 56: Amplitud térmica diaria media anual (°C). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca.**



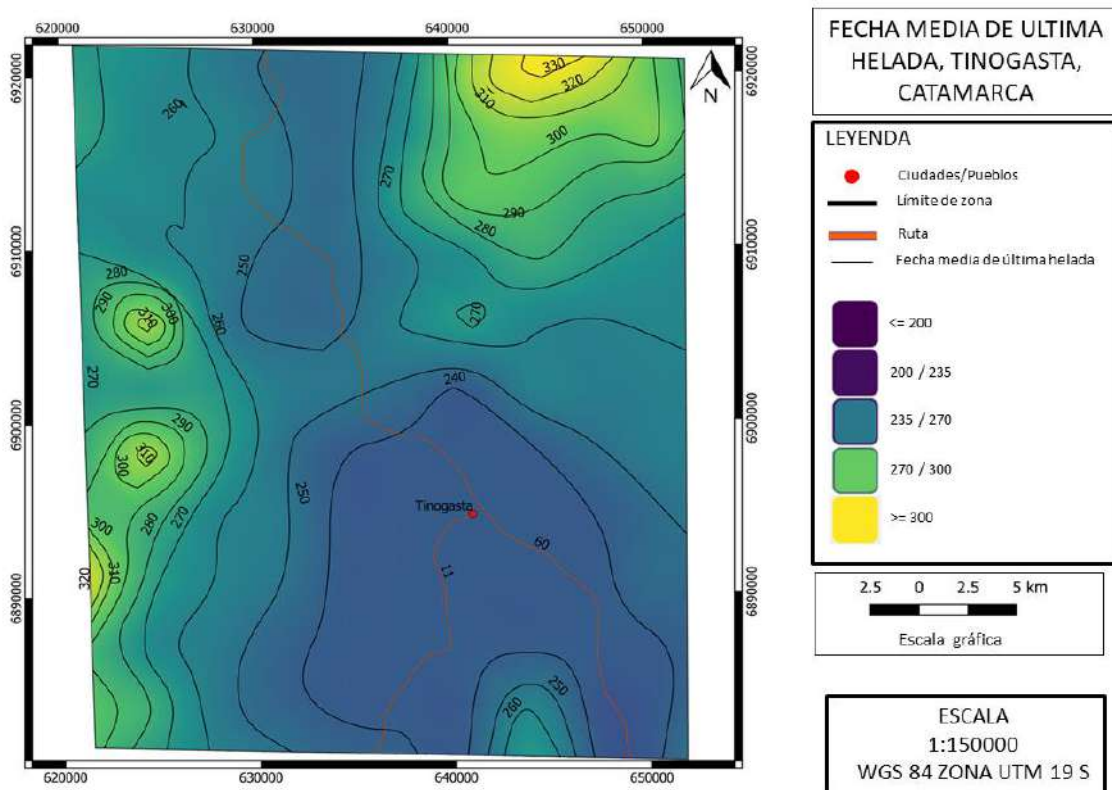
**Figura 57: Precipitación acumulada anual media (mm). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca.**



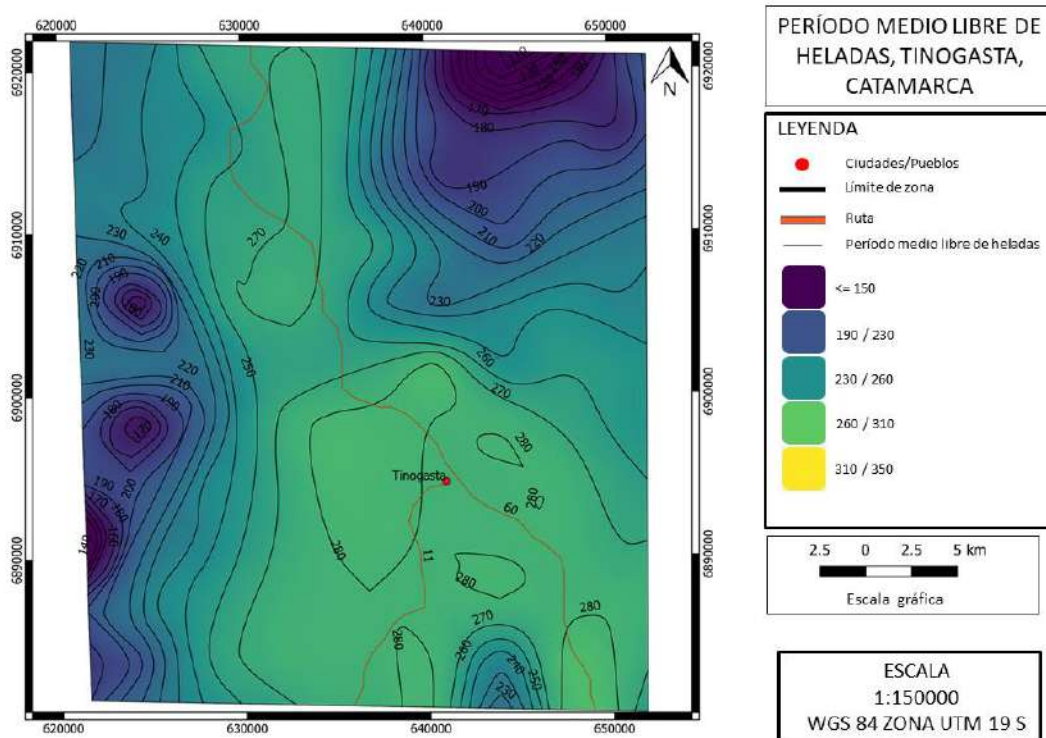
**Figura 58: Horas de frío acumuladas (N° horas). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca.**



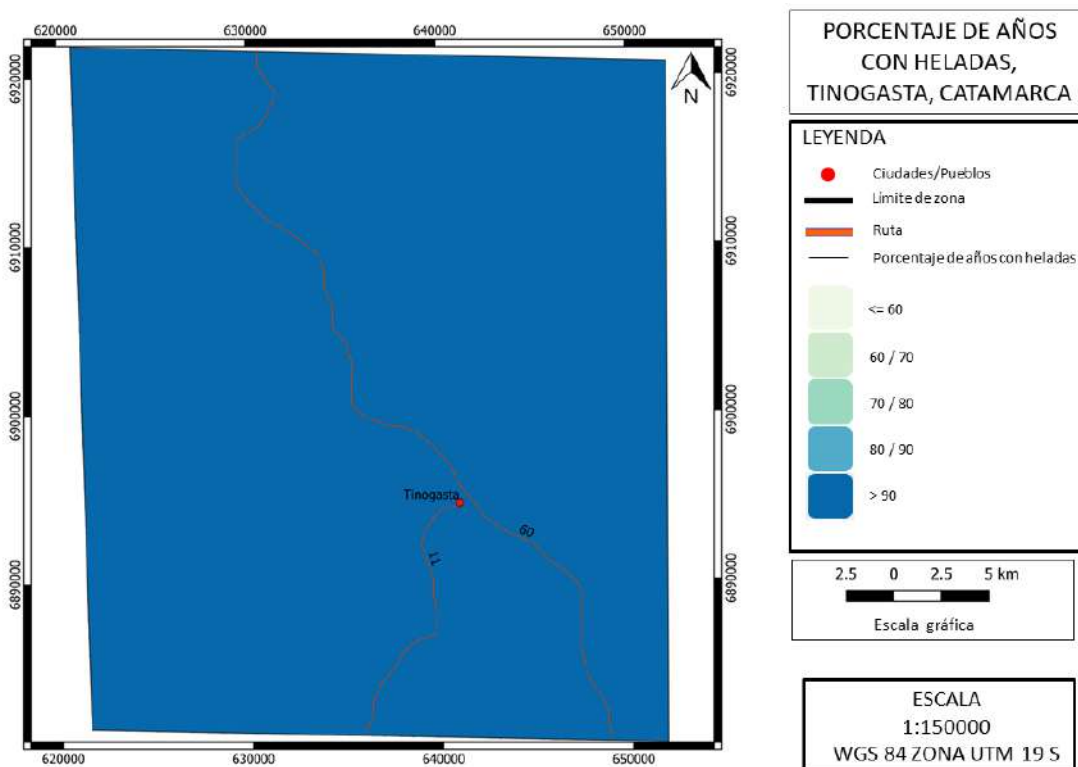
**Figura 59: Fecha media de primera helada (días del año). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca.**



**Figura 63: Fecha media de última helada (días del año). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca.**



**Figura 64: Periodo libre de heladas (días). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca.**



**Figura 60: Cantidad de años con heladas (en %). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca.**

## **ANEXO II**

Índices bioclimáticos

## Andalgalá

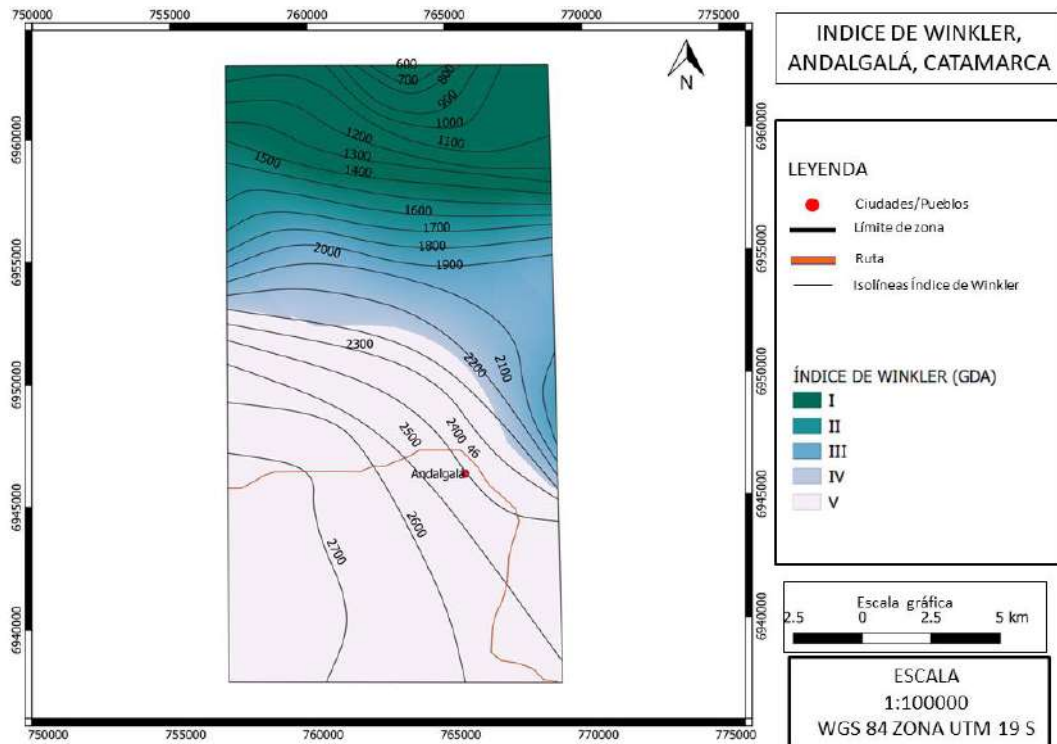


Figura 61: IW – Índice de Winkler (grados-día acumulados). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.

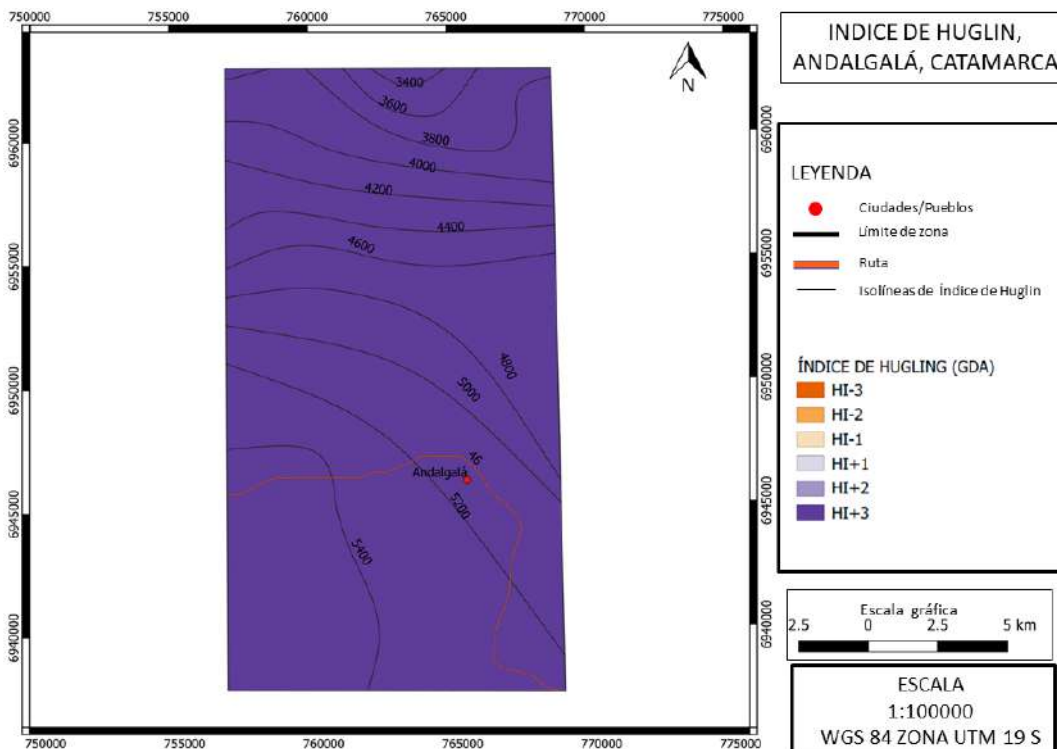
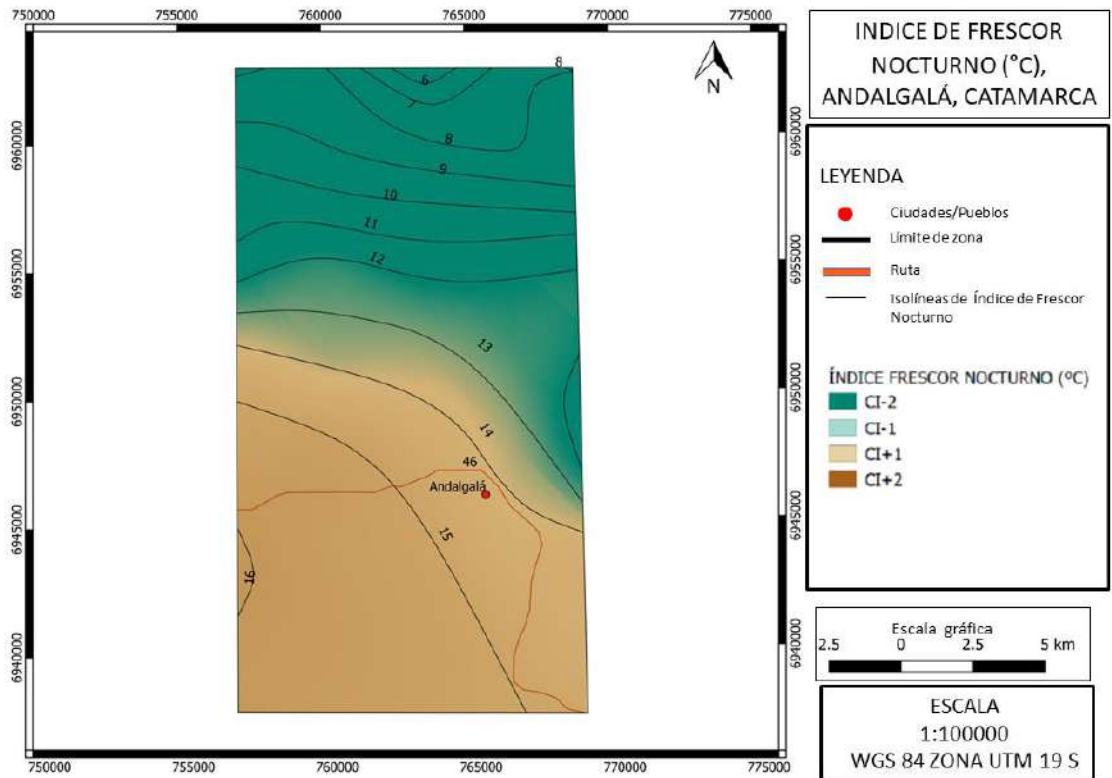
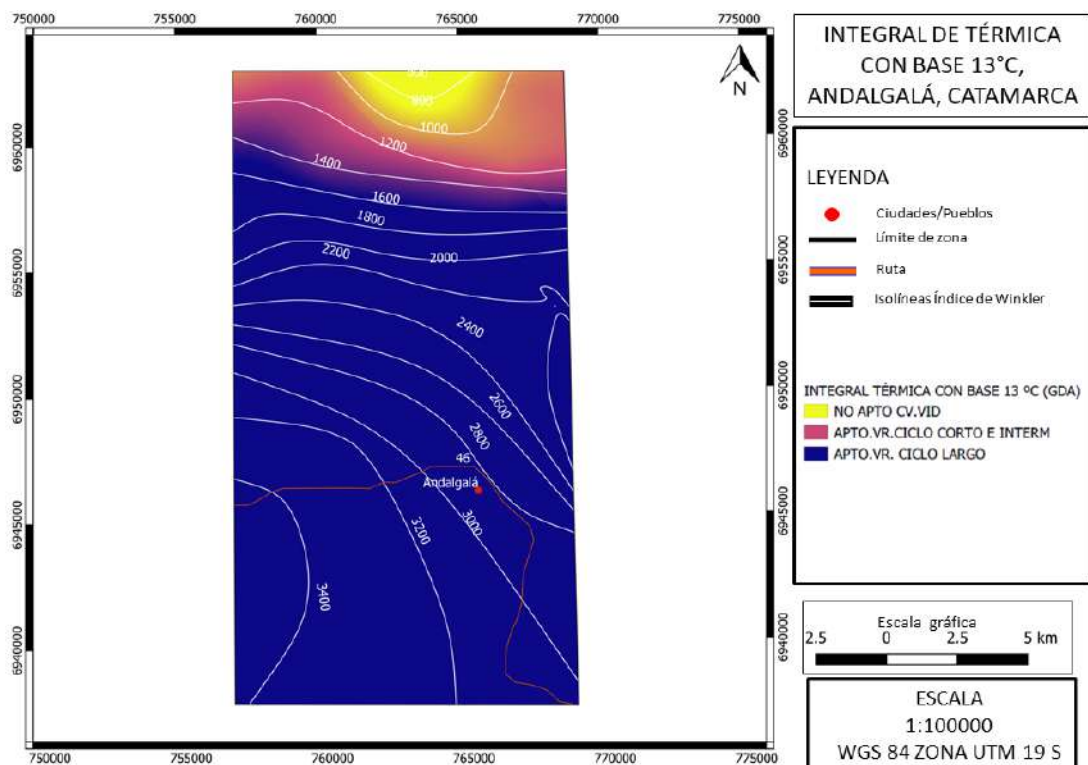


Figura 62: IH – Índice de Huglin (grados-día acumulados). Valle de Andalgalá. Provincia de Catamarca.



**Figura 63: IFN – Índice de Frescor Nocturno (C°). Valle de Andalgala. Provincia de Catamarca.**



**Figura 69: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Valle de Andalgala. Provincia de Catamarca.**

## Belén-Londres

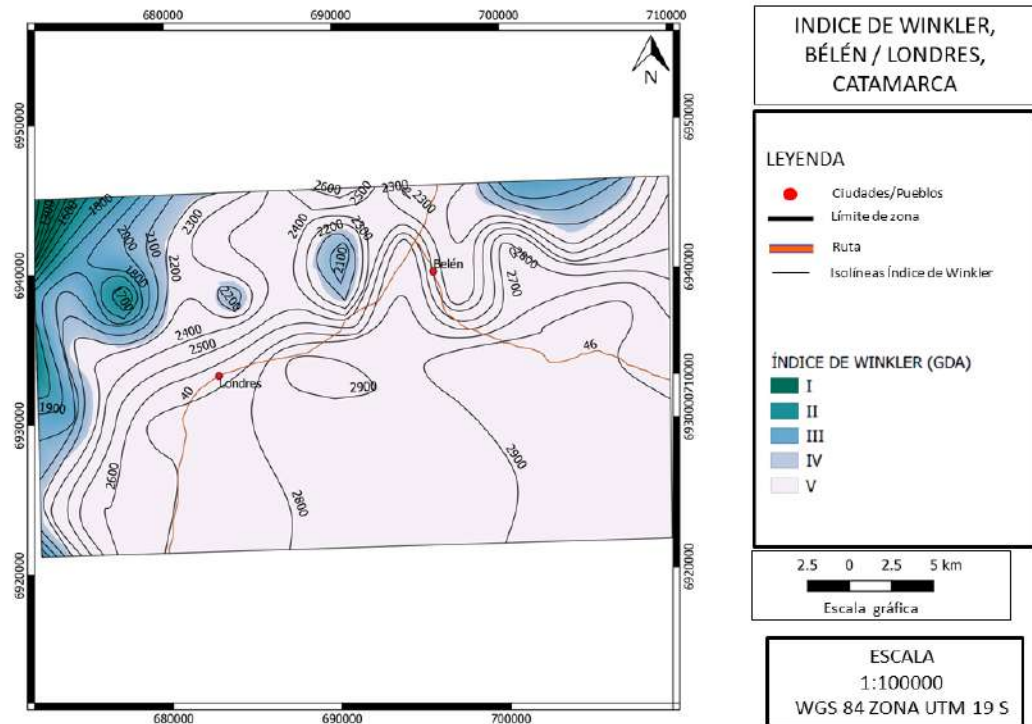


Figura 64: IW – Índice de Winkler (grados-día acumulados). Localidades de Belén y Londres. Provincia de Catamarca.

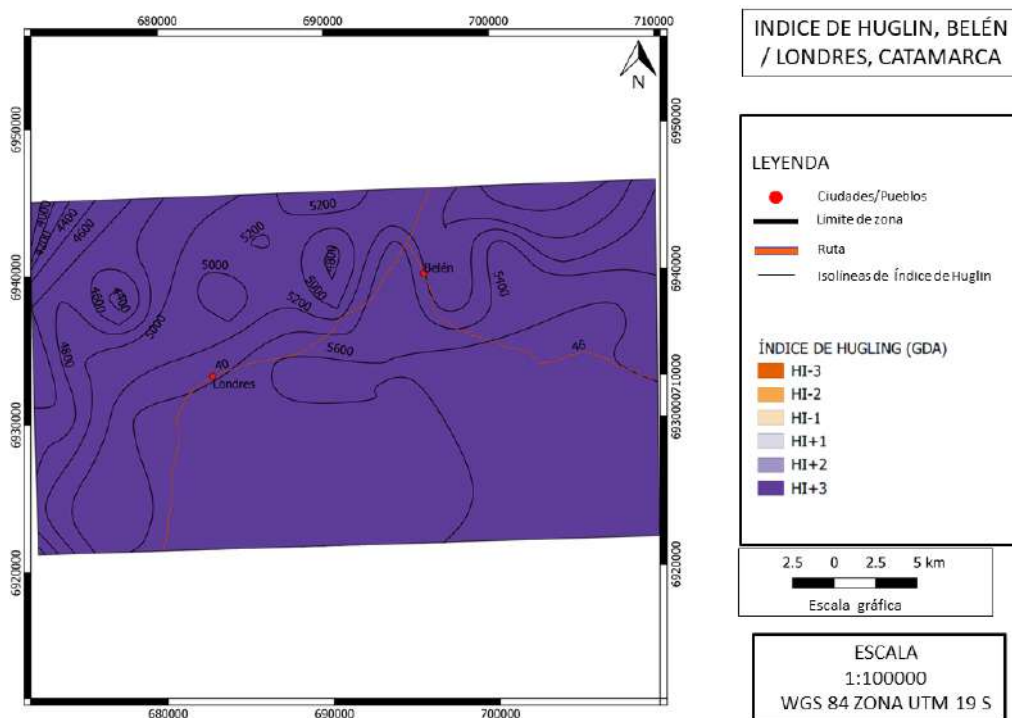
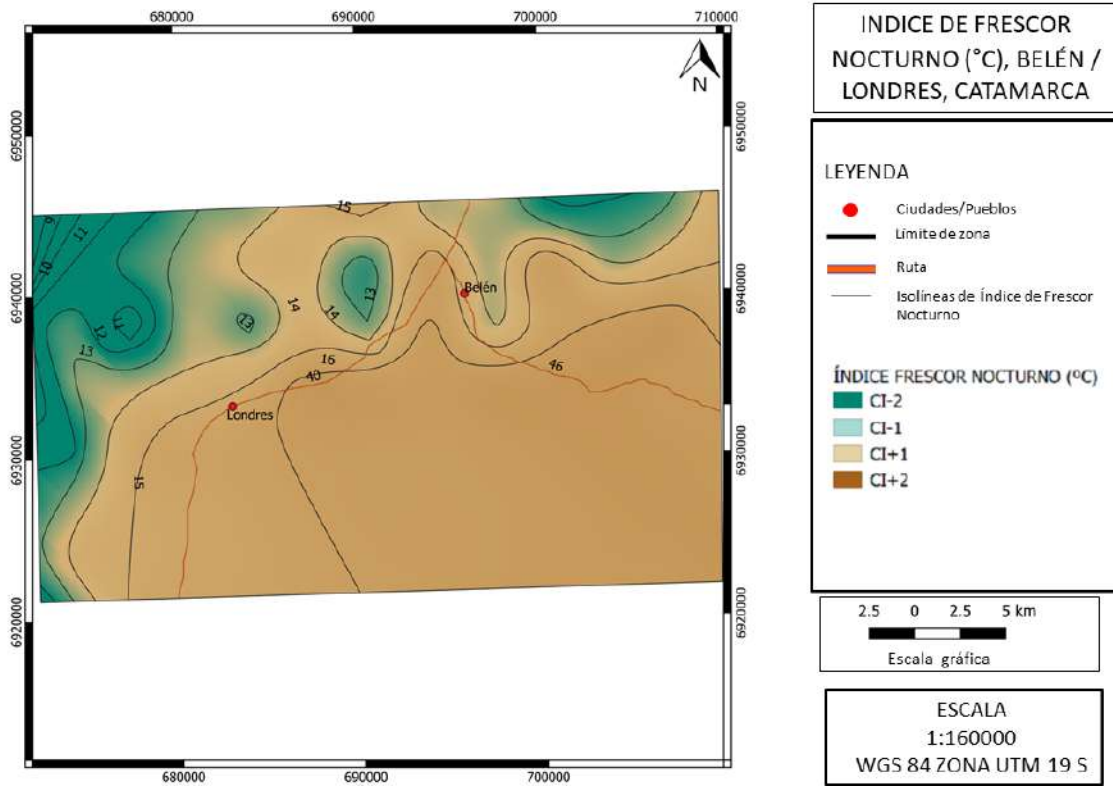
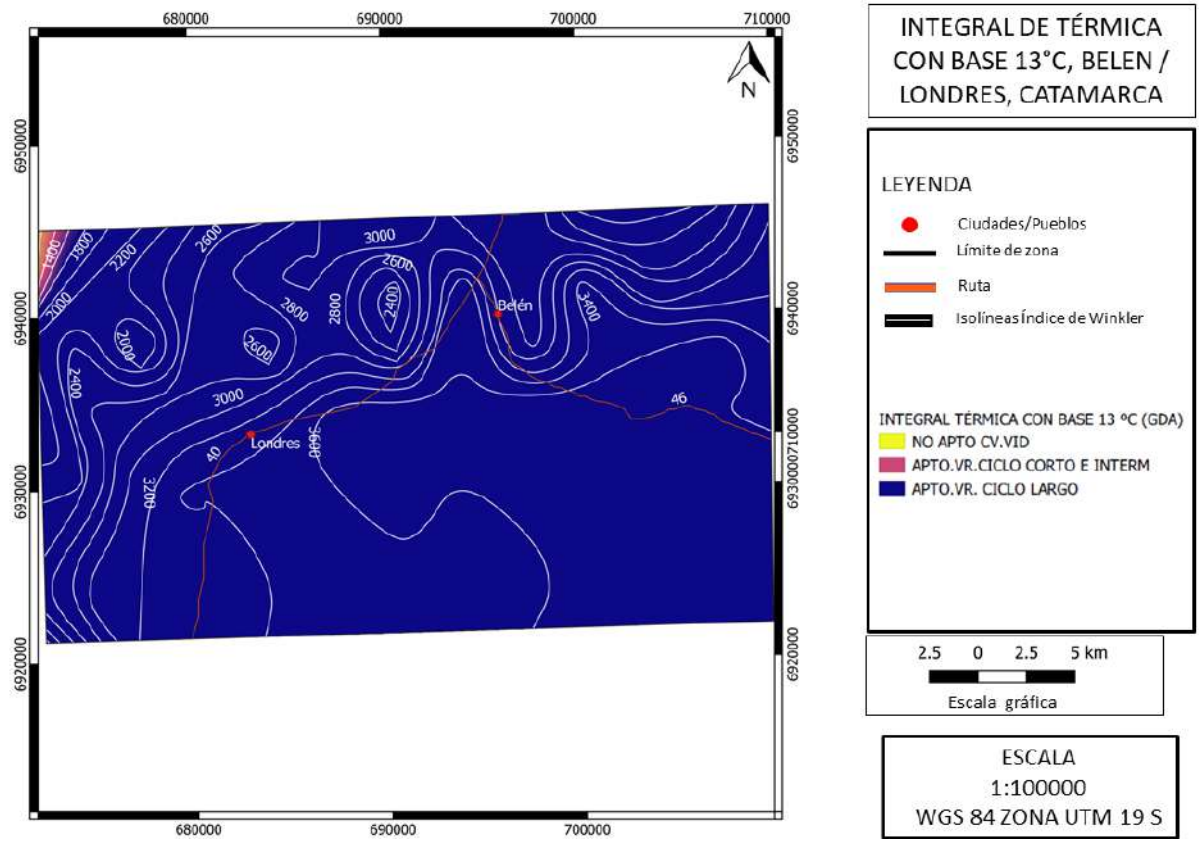


Figura 71: IH – Índice de Huglin (grados-día acumulados). Localidades de Belén y Londres. Provincia de Catamarca.



**Figura 65: IFN – Índice de Frescor Nocturno (C°). Localidades de Belen y Londres. Provincia de Catamarca.**



**Figura 66: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Localidades de Belen y Londres. Provincia de Catamarca.**

## Fiambalá-Medanitos

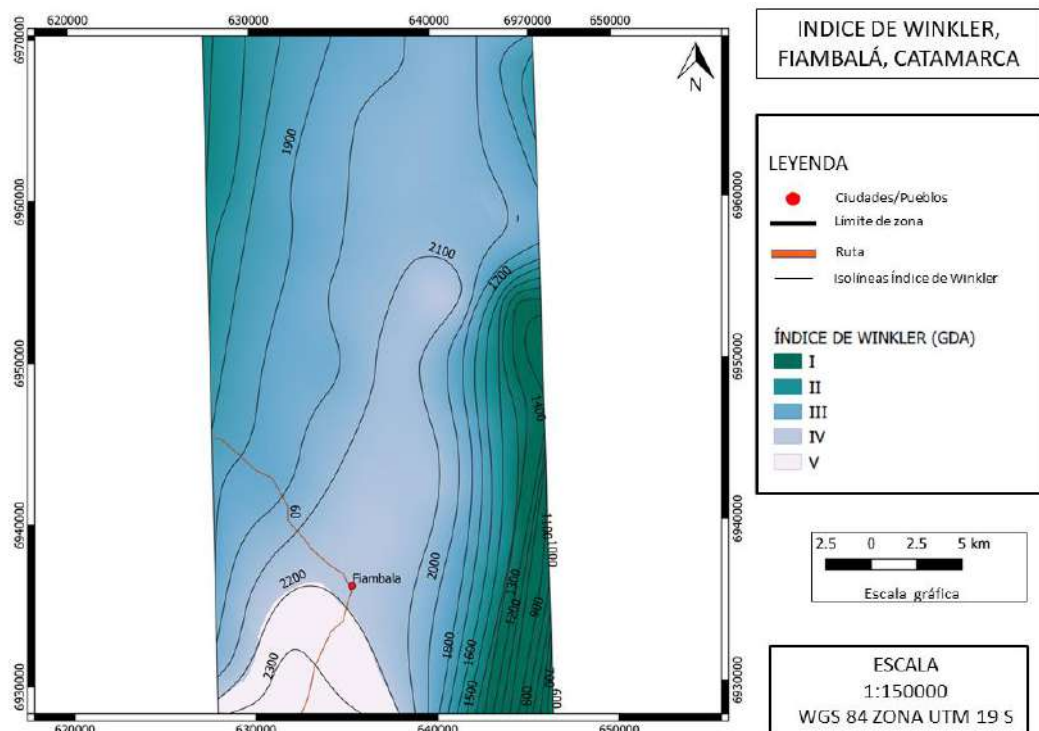


Figura 67: IW – Índice de Winkler (grados-día acumulados). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca.

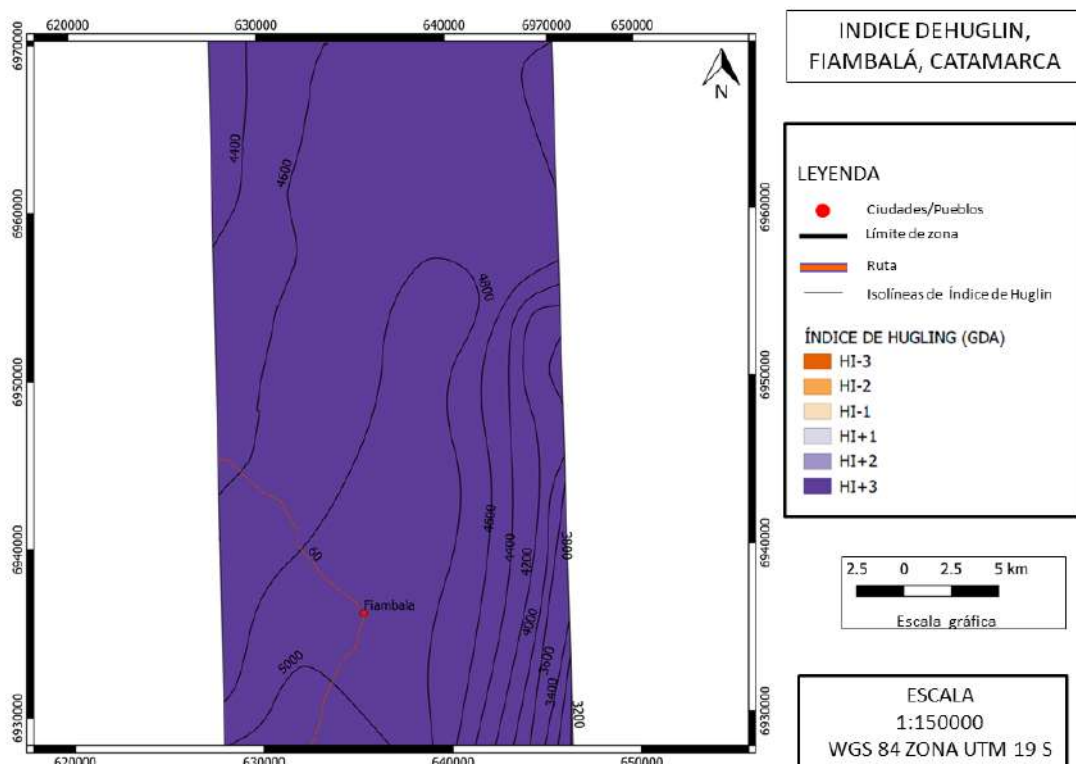
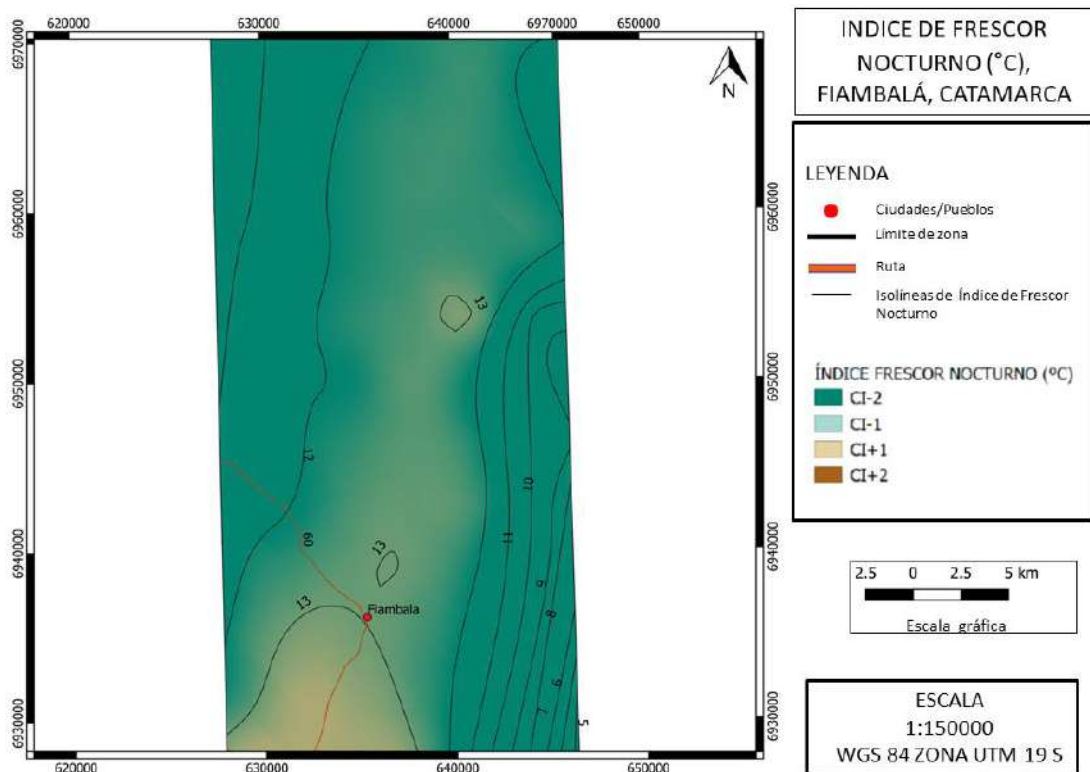
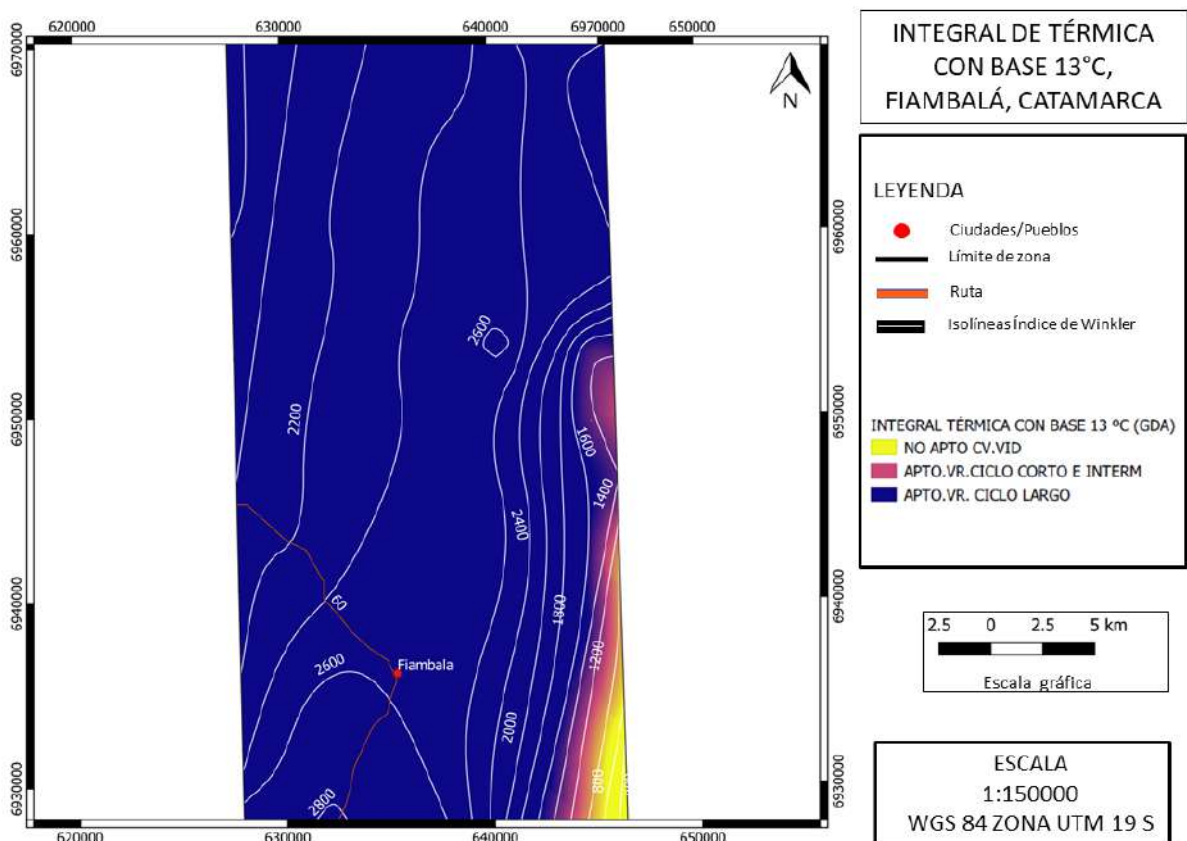


Figura 68: IH – Índice de Huglin (grados-día acumulados). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca.

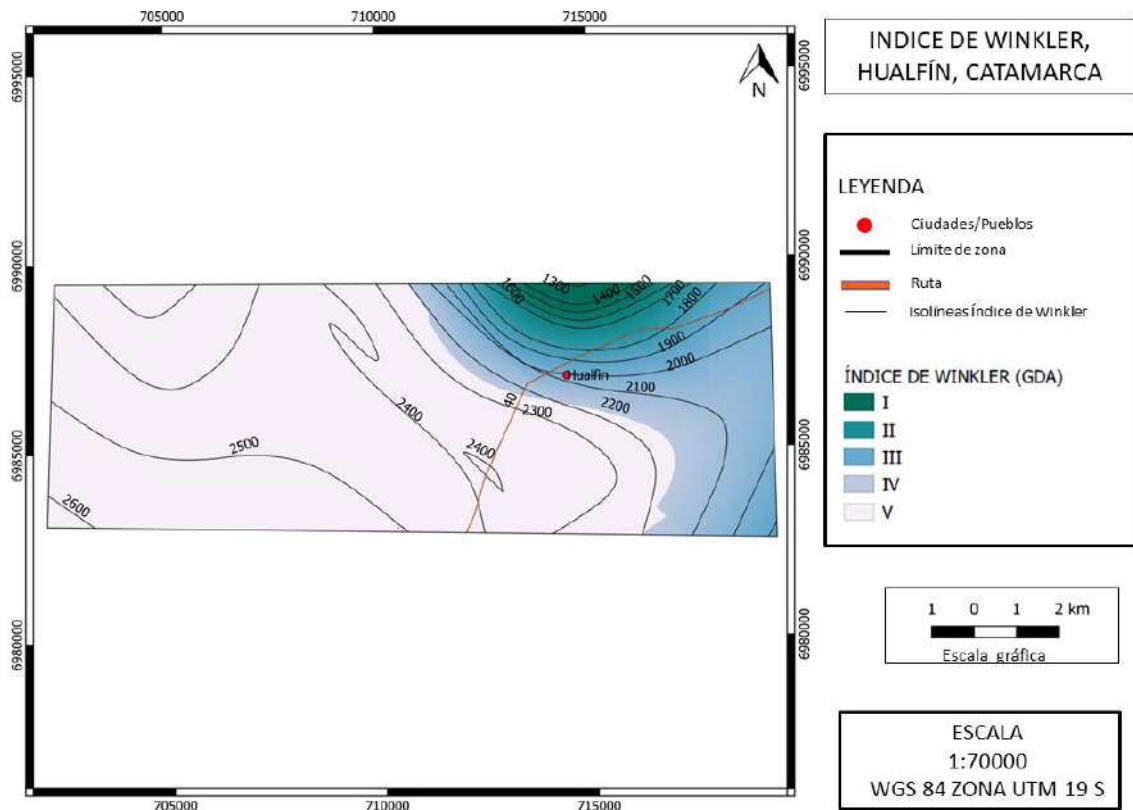


**Figura 69: IFN – Índice de Frescor Nocturno (°C). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca.**

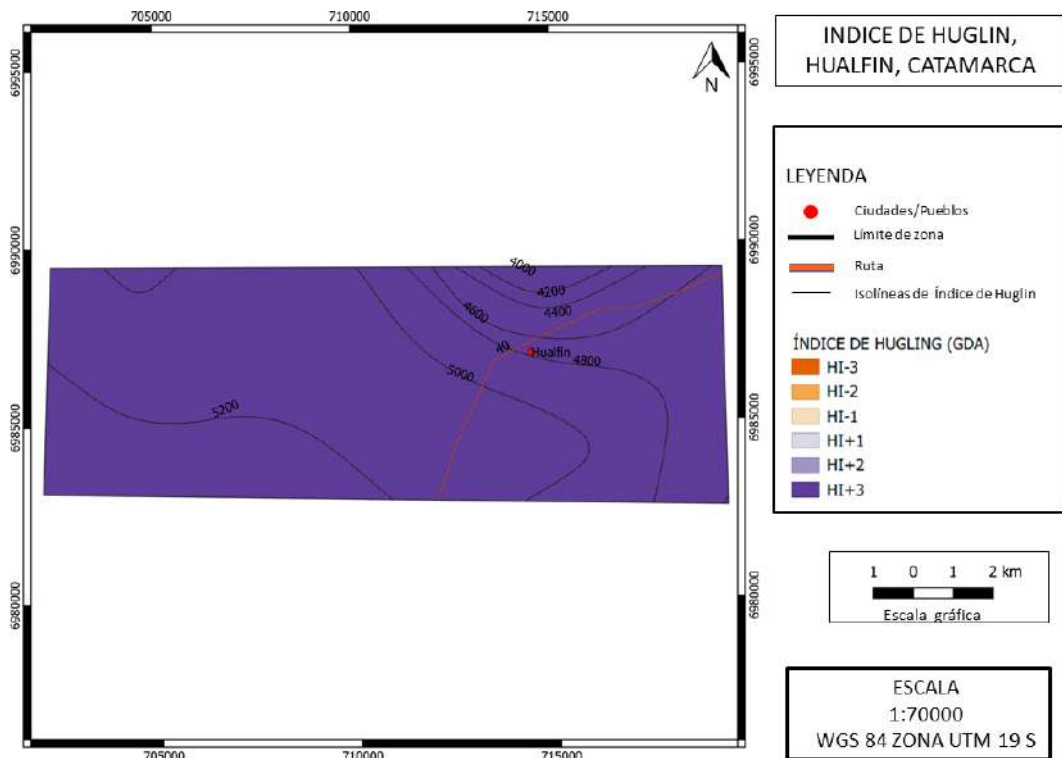


**Figura 70: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Localidades de Fiambalá y Los Medanitos. Provincia de Catamarca.**

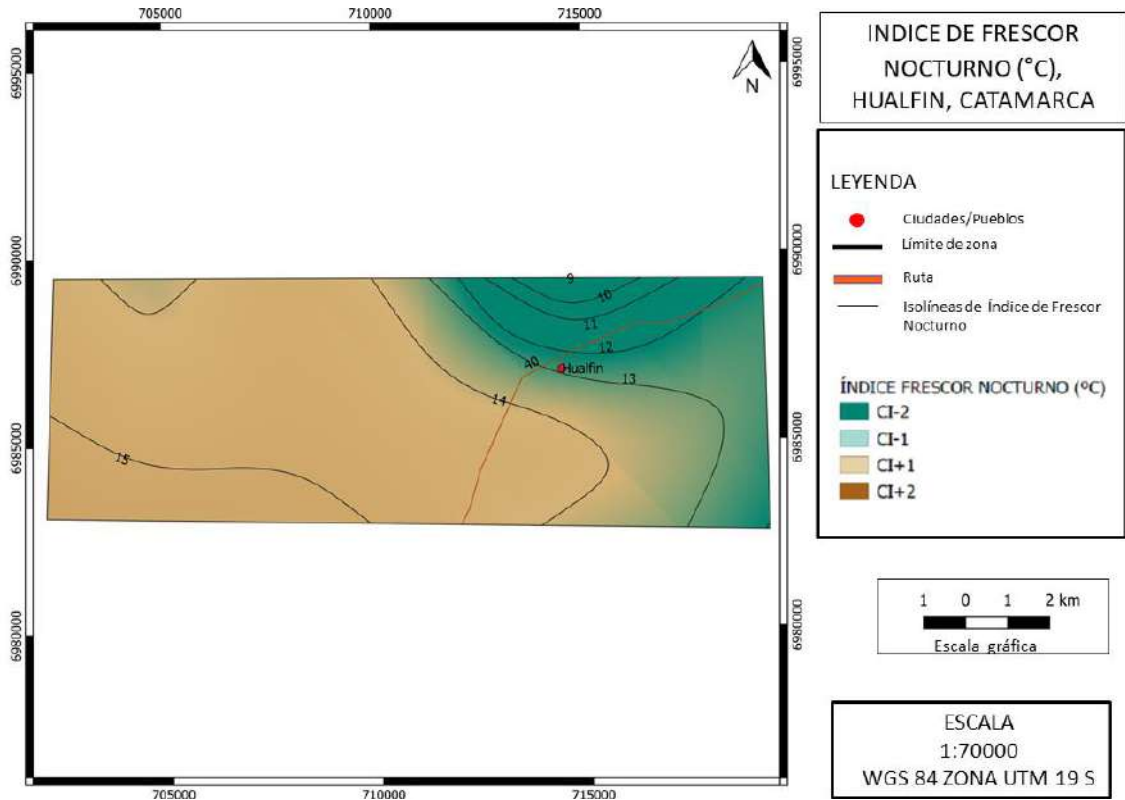
# Hualfín



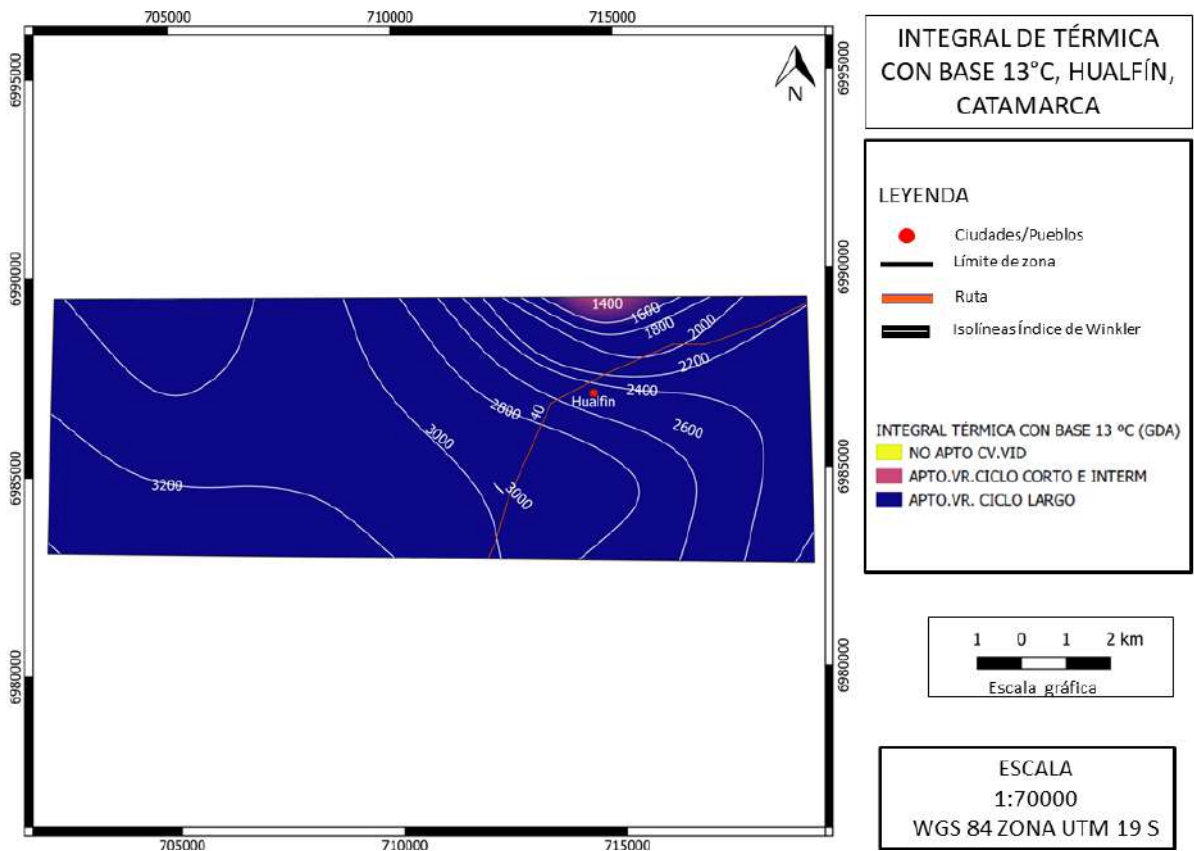
**Figura 71: IW – Índice de Winkler (grados-día acumulados). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca.**



**Figura 79: IH – Índice de Huglin (grados-día acumulados). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca.**



**Figura 72: IFN – Índice de Frescor Nocturno (C°). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca.**



**Figura 73: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Valle de Hualfín. Provincia de Catamarca.**

# Pomán-Siján

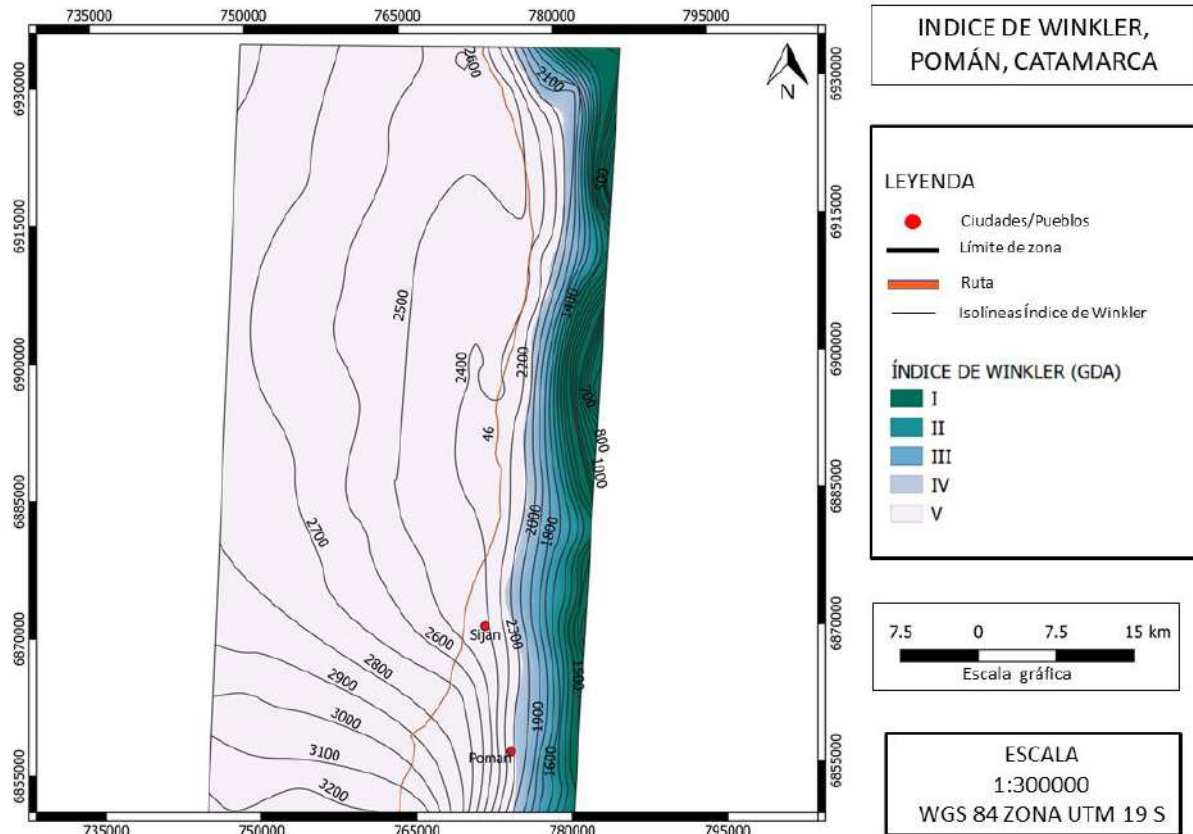
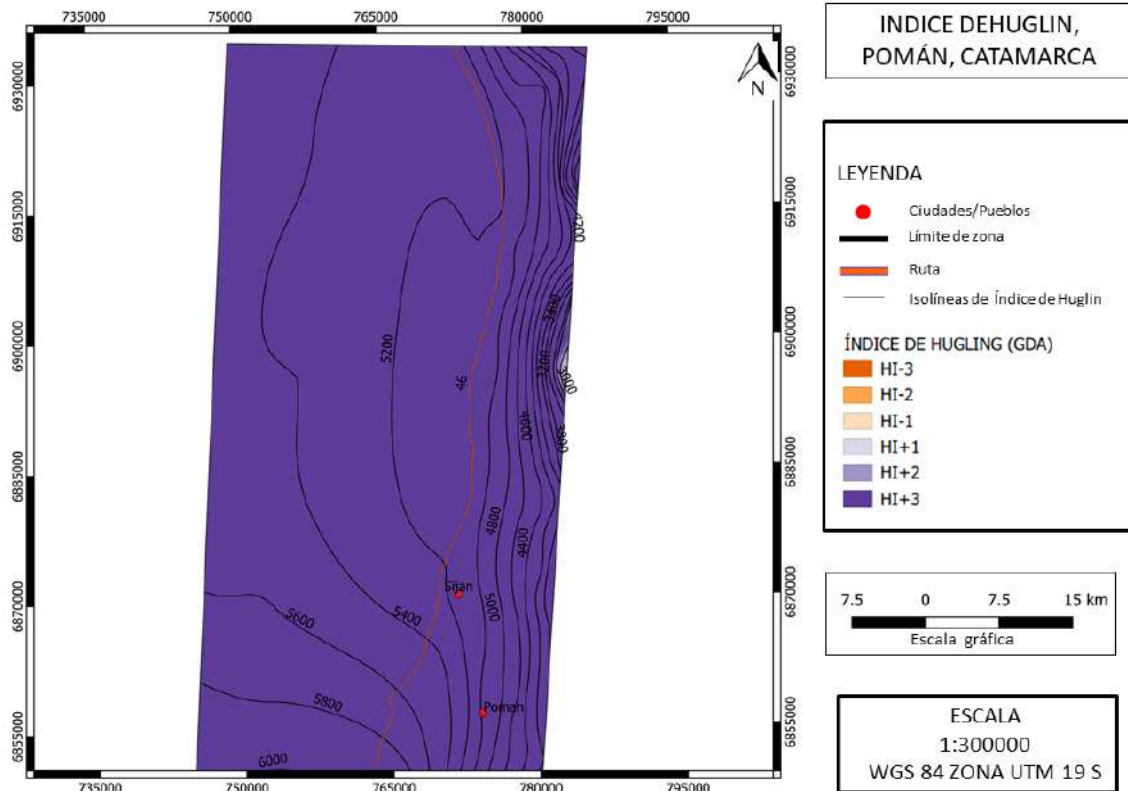
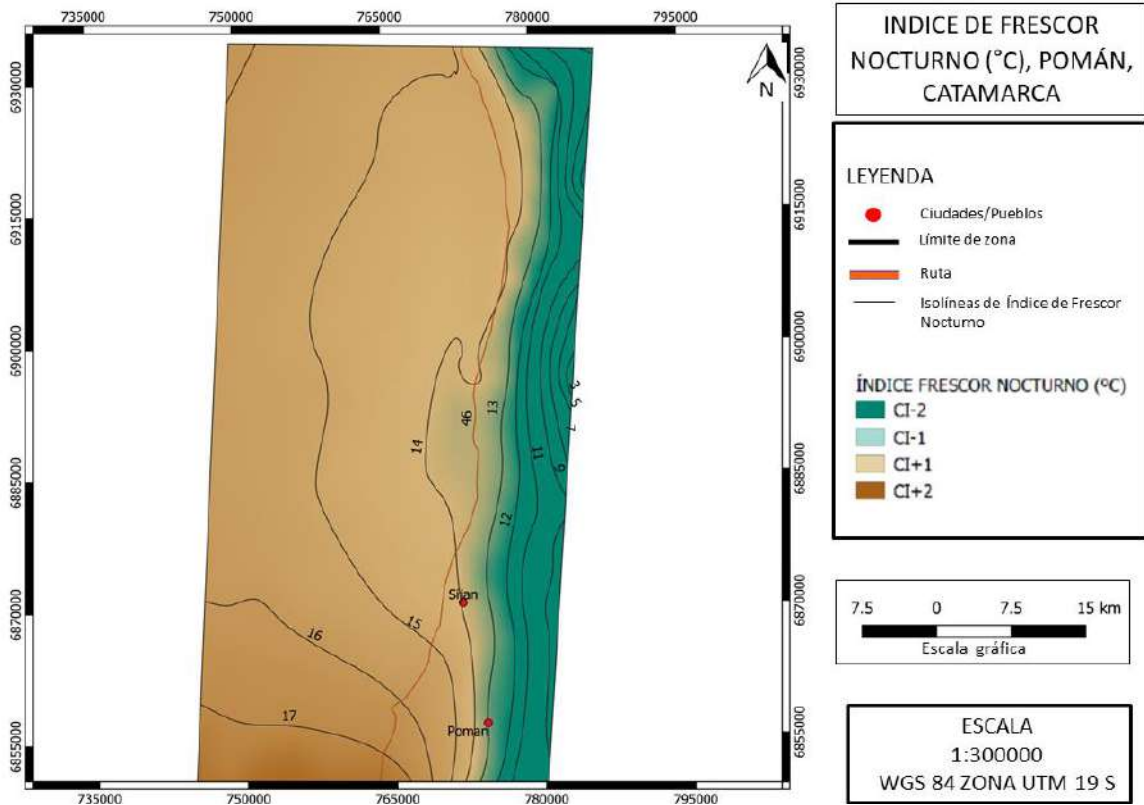


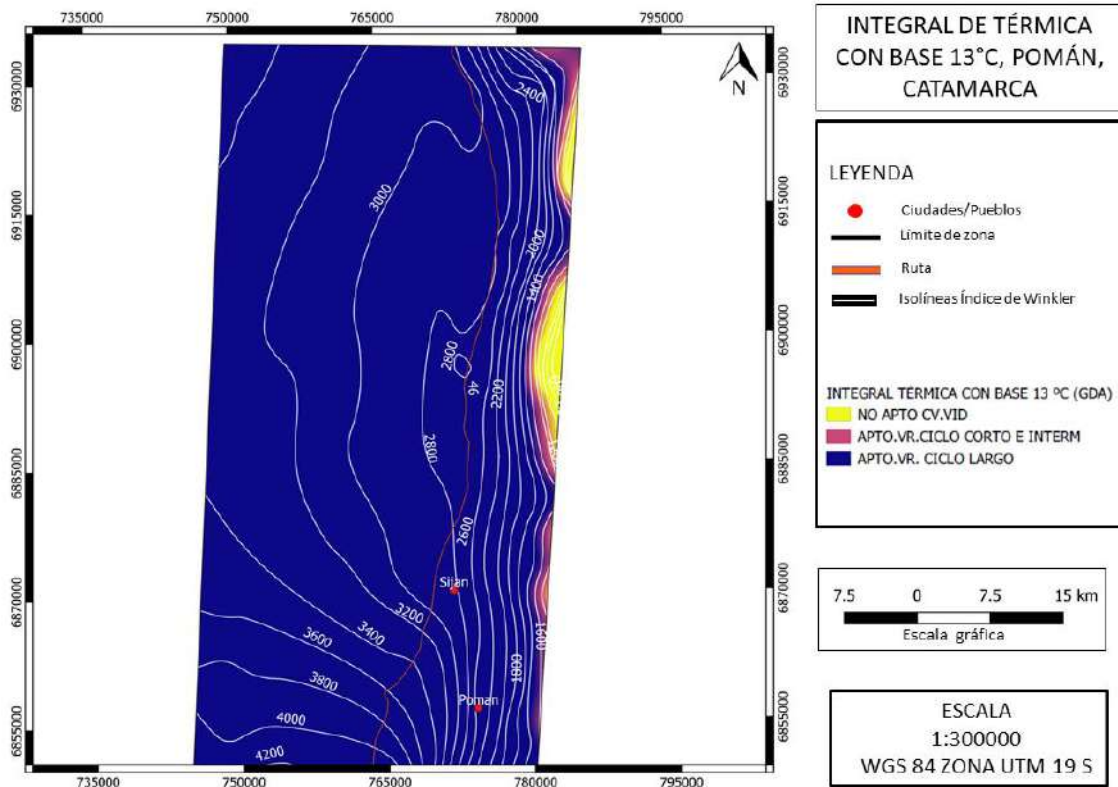
Figura 74: IW – Índice de Winkler (grados-día acumulados). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca.



**Figura 75: IH – Índice de Huglin (grados-día acumulados). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca.**



**Figura 84: IFN – Índice de Frescor Nocturno (C°). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca.**



**Figura 85: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Localidades de Pomán y Siján. Provincia de Catamarca.**

# Tinogasta

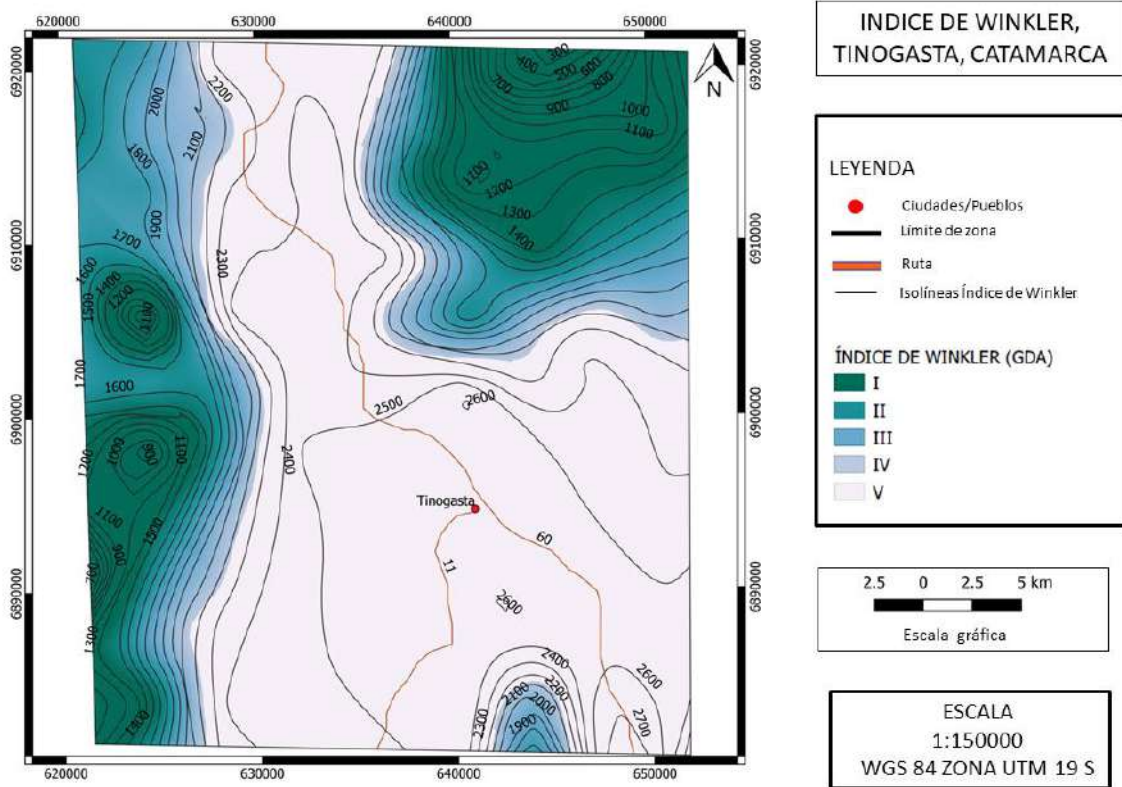


Figura 76: IW – Índice de Winkler (grados-día acumulados). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca.

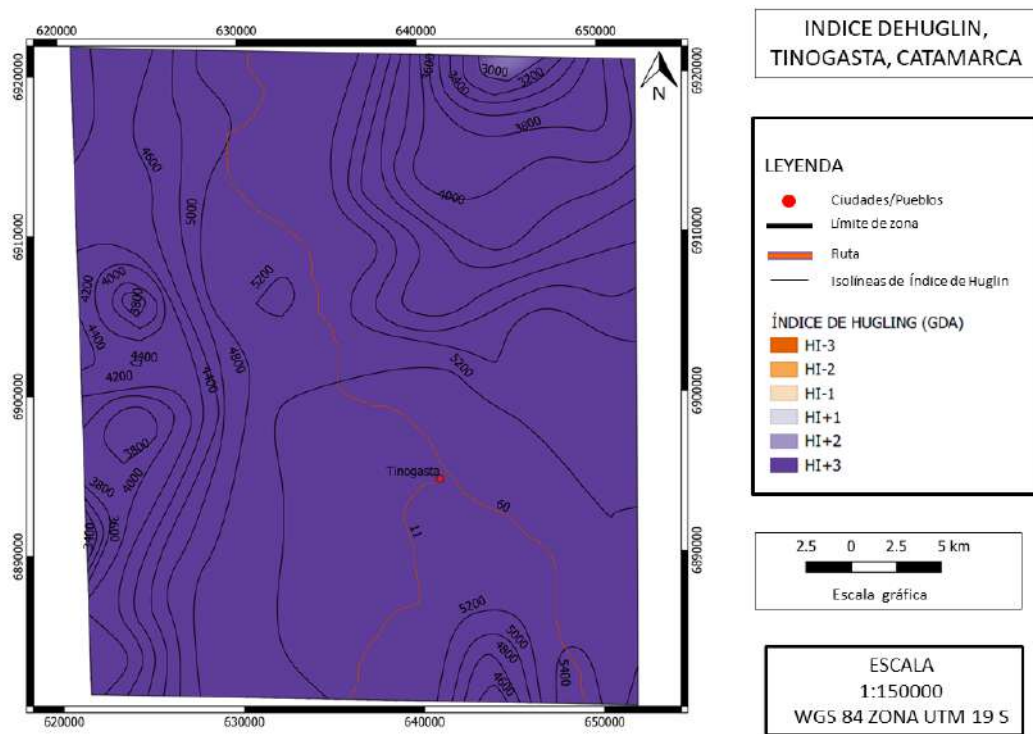
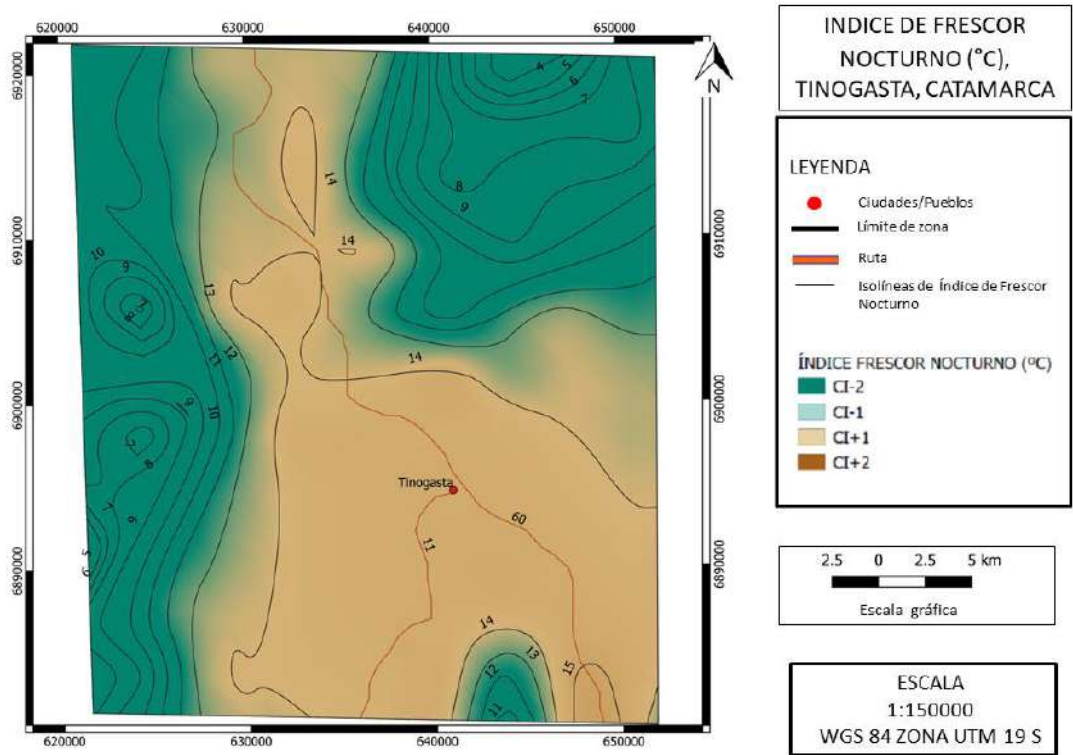
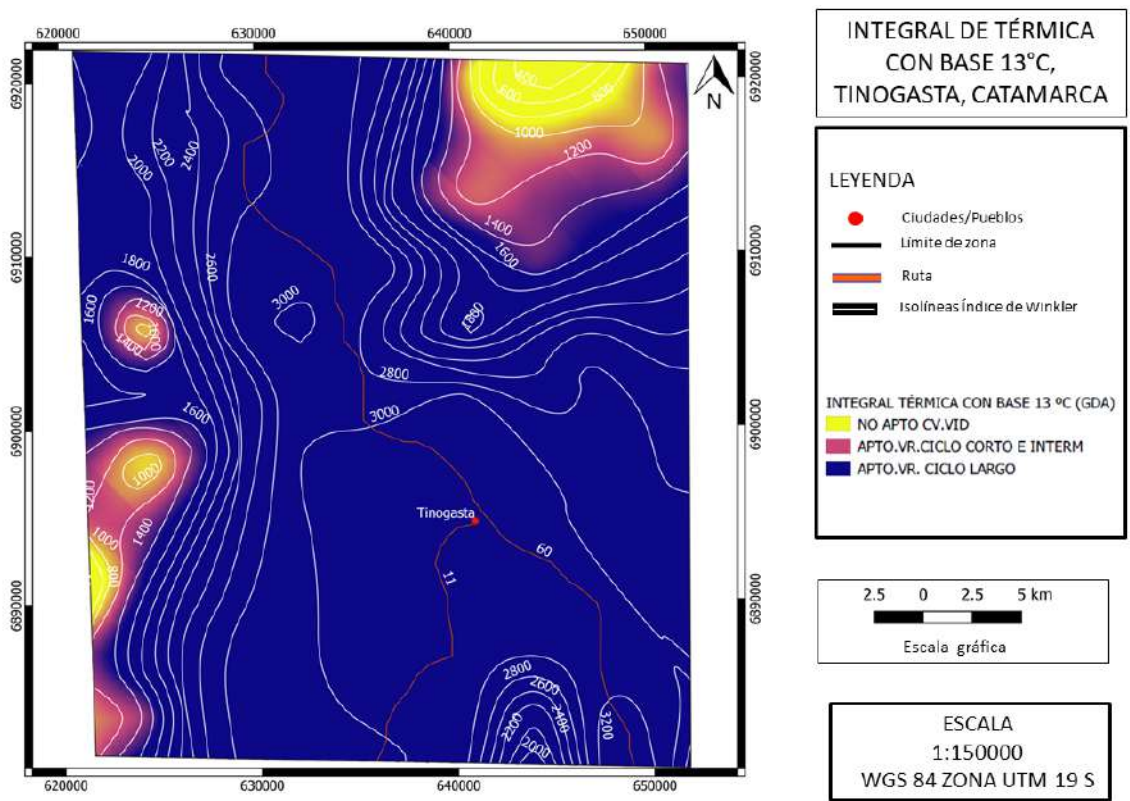


Figura 77: IH – Índice de Huglin (grados-día acumulados). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca..



**Figura 78: IFN – Índice de Frescor Nocturno (C°). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca.**



**Figura 79: ITB13 – Integral Térmica Base 13°C (grados-día acumulados). Valle de Tinogasta. Provincia de Catamarca.**



# CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA Y EDAFOLÓGICA

de zonas vitícolas de la Argentina

**PROVINCIA DE CATAMARCA**

---

**Informe Final**  
FEBRERO 2024



CONSEJO FEDERAL  
DE INVERSIONES



**Coviar**  
CORPORACIÓN VITIVINÍCOLA  
ARGENTINA

**AUTORES**

**Germán Babelis**

**Stella Moreiras**

**CO-AUTORES**

**Luis Bueno**

**Guillermo Schulz**

**Raul Tapia**

**Mónica Morvillo**

**Emanuel Delfino**

**Silvana Castro**

**Gabriel Muñoz**

**AUTORIDADES**

**SECRETARIO GENERAL DEL CFI: LIC. IGNACIO LAMOTHE**

**PRESIDENTE COVIAR: MARIO GONZÁLEZ**

## RESUMEN

En la actualidad la zonificación vitícola es una herramienta muy útil para poder estructurar un sector, sobre todo basado en las características y similitudes de las diferentes áreas identificadas. Estas áreas presentan una tipicidad sobre la base de sus características climáticas, de suelo y el comportamiento de las diferentes variedades en dicho ambiente, lo que permite encontrar la máxima expresión de sus productos con técnicas de vinificación precisas.

Esta herramienta de identidad territorial otorga tanto a los países del viejo como del nuevo mundo vitivinícola una posición más consolidada y diferencial en los mercados. Argentina, sanciona la Ley N° 25.163/99 y su decreto reglamentario N°54/2004 Vinos y Bebidas Espirituosas de Origen Vínico, que autoriza incluir en sus etiquetas la mención de “Indicación de Procedencia” (IP), “Indicación Geográfica” (IG) o de “Denominación de Origen Controlada” (DOC) como un modo de sumarse a la corriente mundial de legislaciones al respecto. Actualmente, la IG es la forma de identificación territorial que está funcionando para delimitar los viñedos, pero depende sólo del tipo de trabajo que realicen los particulares, pero aún los criterios de abordaje de los estudios no han sido debidamente explicitados y las metodologías y detalles de estudio han sido muy disímiles. No hay en Argentina, publicaciones de caracterización y/o compendio técnico-científico de regiones vitícolas que incluyan conjuntamente los factores suelo, relieve, clima y geo situación. Los escasos aportes en el NOA, están dispersos y en muchas zonas, la escala de estudio presenta poco detalle y de difícil acceso para los usuarios interesados en esa información.

Ante lo arriba expuesto, los objetivos de la consultoría son:

- Estudiar los suelos, geología y geomorfología de las principales regiones vitivinícolas de la provincia de Catamarca
- Aportar al desarrollo de una infraestructura de datos espaciales y estudios técnicos de expertos a través de la compilación de la compilación de información existente, relevamientos complementarios y procesamientos geomáticos, accesible tanto para la industria como para los gestores de políticas vitivinícolas.

De estos estudios surgieron hallazgos y particularidades únicas de cada región vitivinícola analizada. El ambiente geomorfológico de las regiones estudiadas de Catamarca se corresponde a valles intermontanos que conforman depocentros limitados por el Sistema de Famatina y Sierras Pampeanas donde predominan los niveles fluviales y pedemontanos muchas veces acotados por niveles volcánicos característico de la región con cuerpos volcánicos importantes.

En cuanto a los suelos, el valle de Tinogasta presenta suelos profundos en general, los sectores bajos son afectados por napa freática y sales solo en ocasiones de crecida del río Abaucán, Altos de Hualfín se presenta con texturas medias a gruesas y pocas capas no calcáreas ligeramente salinas. Las vides de Andalgalá se disponen en comarcas de altura donde los suelos son arenogrillosos, no salinos y ricos en materia orgánica. Los suelos de Siján se desarrollaron en un ambiente dinámico no salino, su relieve normal y alto escurrimiento se refleja en las múltiples capas descritas en los perfiles cuya profundidad está acotada por la presencia de roca. Se caracterizaron 40 perfiles de suelos y se extrajeron 138 muestras.

## ÍNDICE DEL INFORME

1. UBICACIÓN CONTEXTO GEOGRÁFICO .....	13
1.1. Caracterización Físico Natural Provincial	13
1.2. Caracterización Físico Natural Departamental	15
1.2.1. Subzona Tinogasta/Fiambalá/Medanitos – Departamento Tinogasta	16
1.2.2. Subzona Hualfín – Departamento Belén	19
1.2.3. Subzona Andalgalá, Departamento Homónimo	20
1.2.4. Subzona Siján – Departamento Pomán	22
1.3. Características Hidrológicas Generales	24
1.3.1. Recursos superficiales	26
1.3.2. Recursos subterráneos	30
2. .... MARCO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO	32
2.1. Marco Geológico Regional	32
2.2. Unidades Morfoestructurales	34
2.2.1. Estratigrafía regional	37
3. GEOMORFOLOGÍA DE LAS ZONAS DE ESTUDIOS .....	43
3.1. Geomorfología del valle del Abaucán	43
3.2. Geomorfología del valle de Hualfín	49
3.3. Geomorfología del valle de Andalgalá	50
3.4. Geomorfología del valle de Siján	52
3.1. Modelo digital de elevación (DEM)	54
3.2. Índices Morfométricos	55
4. INTEGRACIÓN DE LA GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y PEDOLOGÍA EN ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN O ZONIFICACIÓN VITIVINÍCOLA.....	57
5. SUELOS DE CATAMARCA .....	58
5.1. Origen Y Características De Los Suelos De La Provincia	58
5.2 Relevamientos de suelos en los Valles Vitícolas.	60
6. .... METODOLOGÍA DE ESTUDIO	64
6.1 Estudios Geológicos y Geomorfológicos	64
6.2. Estudios de suelo	66
7. .... RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS	73
7.1. Estudios geológicos y geomorfológicos	73
7.2. Modelo Digital de Elevación	93
7.3. Índices Morfométricos	96

7.3.1 Aspecto	96
7.3.2. Índice de Curvatura	98
7.3.3. Índice de Convergencia	100
7.3.4. Longitud de la Pendiente (L-S Factor).	102
7.3.5. Índice de humedad topográfica	104
7.3.6. Distancia vertical a la red de drenaje	106
7.3.7. Índice multiresolución de fondo de valle	108
7.3.8. Índice de acumulación de flujo superficial.	110
7.4 Estudio de Suelos	112
7.4.1. Características generales de los suelos y su composición granulométrica.	112
Características químicas de los suelos.	129
Salinidad (0-100 cm):	129
pH (0-100 cm):	133
Relación de Absorción de Sodio (RAS) (0-100 cm):	135
Calcáreo y yeso total (0-100 cm):	138
7.5. Unidades Edáficas y Perfiles Modales	148
7.6. Descripción de las Unidades Edáficas Identificadas	153
8. ....BIBLIOGRAFÍA	158
9. ....ANEXO. Fichas de campo	163

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 . Mapa físico de la provincia de Catamarca (tomado de IGN).	14
Figura 2 . Mapa orográfico de la provincia de Catamarca (Fuente: Sauzuk, Stefan).	15
Figura 3 . Mapa de los diferentes departamentos de la provincia de Catamarca señalando la ubicación de las diferentes subzonas analizadas en el presente estudio.	17
Figura 4 . Mapa de división distrital del Dpto. Tinogasta. Catamarca. Fuente: <a href="https://tinogasta.tur.ar/distritos.html">https://tinogasta.tur.ar/distritos.html</a>	18
Figura 5 . Paisaje vitícola de la localidad de Fiambalá. Vista hacia la Sierra de Fiambalá y sus llamativos depósitos de arena volcánica. Dpto. Fiambalá. Catamarca. Fuente: Babelis, G.	19
Figura 6 . Paisaje vitícola de la localidad de Hualfín. Dpto. Belén, Catamarca. Fuente: Babelis, G.	20
Figura 7 . Departamento Andalgalà con sus comunas y zona seleccionada para el estudio, Catamarca. Fuente de imagen base: <a href="http://www.catamarcaguia.com.ar">www.catamarcaguia.com.ar</a> .	21
Figura 8 . Paisaje vitícola de la Bga. El Symbol. Distrito el Potrero de Santa Lucía. Dpto. Andalgalá. Catamarca. Fuente: Babelis, G.	22
Figura 9 . Departamento Pomàn con sus comunas y zona seleccionada para el estudio (Siján), Catamarca.	23

Figura 10 . Paisaje vitícola de un establecimiento en Siján. Al fondo vista del cordón del Ambato. Dpto. Pomán. Catamarca. Fuente: Babelis, G. ....	24
Figura 11 . Hidrografía de la provincia de Catamarca Fuente: Sauzuk, Stefan .....	26
Figura 12 . Caudales del río Abaucán tomado de Ciccioli et al. 2021.....	28
Figura 13 . Caudales del río Andalgalà Cuenca Salar del Pipanaco. Serie 1920-1961. Elaboración: Babelis G. a partir de series de datos del Sistema Nacional de Información Hídrica .....	30
Figura 14 . Principales unidades morfoestructurales de la región. ....	33
Figura 15 . Principales unidades litológicas asociadas a las orogenias Famatiniana y Pampeana conformando las diferentes unidades morfoestructurales de la región (Alasino et al., 2017).....	35
Figura 16 . Esquema estructural del valle de Flambalá desarrollado entre el Sistema de Famatina y las Sierras Pampeanas Noroccidentales. ....	36
Figura 17 . Esquema de las litologías aflorantes en la zona de estudio, el recuadro indica sector estudiado en el presente informe. ....	38
Figura 18 . Mapa geológico tomado de la hoja geológica de SEGEMAR (Rubio et al., 2003), ver litología indicada por número en la descripción estratigráfica de esta misma sección. ....	43
<i>Figura 19 . Unidades morfoestructurales de la región de Fiambalá tomadas de hoja geológica Fiambalá (SEGEMAR, 2003).....</i>	<i>44</i>
Figura 20 . Mapa geomorfológico tomado de la hoja geológica de SEGEMAR (Rubio et al., 2003).....	45
Figura 21. Mapa geomorfológico del sector boreal del Bolsón de Fiambalá con dominio eólico rico en material volcánico. ....	48
Figura 22 . Mapa geomorfológico tomado del informe de Arsenal (CFI, 2023).....	51
Figura 23 . Disposición actual del río Andalgalá tomado del informe de Arsenal (CFI, 2023). ....	52
Figura 24 . Contexto geomorfológico de la localidad de Siján (tomado de Barbeito et al., 2016). ....	54
Figura 25 . Modelo Digital de elevaciones previo a nuestro trabajo (tomado de Gobierno de Catamarca).....	55
Figura 26 . (a) Mapa de unidades edáficas de la Pcia. de Catamarca (Panigatti, 2010; SAGyP-INTA, 1990).....	59
Figura 27 . (b) Leyenda del mapa de unidades edáficas de la Pcia. de Catamarca (Panigatti, 2010; SAGyP-INTA, 1990).....	60
Figura 28 . Clasificación Taxonómica de los órdenes (IZQ) y subgrupos de suelos identificados en el Dpto. Tinogasta, Provincia de Catamarca (Atlas de Suelos INTA 1990) .....	61
Figura 29 . Clasificación Taxonómica de los órdenes (IZQ) y subgrupos de suelos identificados en el Dpto. Belén, Provincia de Catamarca (Atlas de Suelos INTA 1990) .....	63
Figura 30 . Clasificación Taxonómica de los órdenes (IZQ) y subgrupos de suelos identificados en el Dpto. Andalgalá, Provincia de Catamarca (Atlas de Suelos INTA 1990).....	64

Figura 31 . Clasificación Taxonómica de los órdenes (IZQ) y subgrupos de suelos identificados en el Dpto. Pomán, Provincia de Catamarca (Atlas de Suelos INTA 1990) .....	64
Figura 32 . Conteo de bloques en el caso de suelos gruesos para determinar la composición litológica en los suelos. Subzona Tinogasta .....	66
Figura 33 . Detalle de las áreas seleccionadas para el estudio geomorfoedáfico. Tinogasta (IZQ) y Saujil - Medanitos (DER). .....	67
Figura 34 . Detalle de las áreas seleccionadas para el estudio geomorfoedáfico. Hualfin (arriba), Andalgalà (centro) y Sijàn (abajo).....	68
Figura 35 . Presentación de los alcances del estudio en las agencias de extensión de INTA en Tinogasta (Ago 22- IZQ) y Andalgalà (Mayo 23 - DER).....	70
Figura 36 . Descripción de perfil de suelos en calicatas. Tinogasta (IZQ) y Andalgalà (DER). .....	70
Figura 37 . Descripción de suelos en diferentes zonas mediante barrenados y calicatas. ....	71
Figura 38 . Determinación del color del suelo con la Tabla de Munsell (IZQ) y extracción de muestras de suelo no alteradas con penetrómetro (DER). Fuente de archivo: Babelis, G.....	71
Figura 39 . Mapa geomorfológico de la subzona Tinogasta. ....	73
Figura 40 . Paisajes de Medanito: a. curso del río Grande con material piroclástico, b. Rodados de la Puna levantados por la falla Saujil, y c. desarrollo de paisaje eólico sobre toda la comarca .....	75
Figura 41 . Sector Los Nacimientos asociado a surgencias que generan un ambiente de humedales (a) en donde se constata un nivel del agua subterránea superficial (b). ....	75
Figura 42 . Típico paisaje del valle de Fiambalá con desarrollo de una planicie aluvial restringida y controlada por depósitos aluviales de las bajadas de las sierras que rodean al valle y el desarrollo de médanos debido a la intensificación de los procesos eólicos. ....	77
Figura 43 . Foto de los niveles finos distales y de barreal o lacustres en el sector sur y medio de Fiambalá. ....	78
Figura 44 . a. Flujos de detritos del río Apocango en el sector de La Ramadita, b. detalle del tipo de depósito aluvial.....	79
Figura 45 . a. Bajada pedemontana de la Sierra de Las Planchadas, b. planicies aluviales y c. detalle del depósito grueso y matriz arenosa típicos de estos niveles (sector Ramadita). ....	80
Figura 46 . a. Corte de la terraza del río Abaucán con niveles conglomeráticos de rocas metamórficas intercalados con niveles de arenas que evidencian una mayor energía del río en el pasado, b. depósitos fluviales finos del curso y la llanura de inundación actual del río Abaucán. ....	81
Figura 47 . a. Vista panorámica de la bajada de la Sierra de Fiambalá exponiendo rocas metamórficas, principalmente esquistos micáceos en este sector, b. detalle de las superficies aluviales cubierta por material fino con pómez proveniente del riego del río Abaucán (Finca Perro Guardián). ....	82

Figura 48 . a. Vista panorámica de los terrenos de Cachiyuyo en cono aluvial proveniente de la Sierra de Fiambalá, b. detalle de la degradación del paisaje con el desarrollo marcado de depósitos eólico que avanzan sobre la falda de la Sierra de Fiambalá.....	83
Figura 49 . Mapa geomorfológico de la subzona Hualfin, Belén.....	84
Figura 50 . Sierras que rodean el valle de Hualfín desarrollado principalmente a lo largo de la calle Saravia, donde se encuenrta la Bodega Centenario. Se observan grandes bloques provenientes de la Sierra de Hualfin (Fotografías S. Moreiras).....	85
Figura 51 . Fotografía de la planicie del río Hualfin asociado a dos terrazas relicíticas preservadas a diferentes alturas, se observa terraza inferior con flora autóctona en donde se ha desarrollado cultivos (fotografías S. Moreiras).....	87
Figura 52 .Mapa geomorfológico de la subzona Andalgala. ....	88
Figura 53 . Superficies aluviales antiguas y relicíticas del río Andalgala que proviene de la Sierra de Aconquija (Fotografia S. Moreiras). ....	89
Figura 54 . Mapa geomorfológico de la subzona Sijan, Pomán.....	90
Figura 55 . Sector del río Potrero en Andalgala donde se observan diferentes tipos de ambientes, por un lado, la llanura aluvial del río donde el desarrollo de los viñedos y sobre viñedos ubicados en las laderas de los cerros de menor altura en donde se observa una cubierta de material coluvial, aunque también hay sectores de viñedos ubicados sobre depósitos aluviales de quebradas de menor desarrollo. (Fotografías S. Moreiras).....	91
Figura 56. Imágenes panorámicas de la Sierra de Ambato, indicando los conos aluviales en sus sectores más activos y los sectores más estabilizados. ....	92
Figura 57 . Modelo digital de Elevación de las localidades de Medanitos (polig rojo) y Fiambalá (polig azul) norte (IZQ) y de El Puesto-Tinogasta (DER). Subzona Tinogasta.....	93
Figura 58 . Mapa de pendientes para las subzonas Medanitos-Fiambalá (IZQ) y Tinogasta (DER). ....	94
Figura 59 . Modelo digital de Elevación para las subzonas Hualfin (arriba), Andalgala (centro) y Sijan (abajo).....	95
Figura 60 . Mapa de pendientes para las subzonas Hualfin (arriba), Andalgala (centro) y Sijan (abajo). el área de estudio. ....	96
Figura 61. Mapa de aspecto u orientaciones de laderas obtenidos mediante MDE. Subzona Medanitos-Fiambalá (IZQ) y Tinogasta (DER). ....	97
Figura 62 . Mapa de aspecto u orientaciones de laderas obtenidos mediante MDE para las subzonas Hualfín (arriba), Andalgala (centro) y Sijan (abajo). ....	98
Figura 63 . Mapa de índice de curvatura obtenido mediante MDE. Subárea Medanitos-Fiambalá (IZQ) y Tinogasta (DER).....	99
Figura 64 . Mapa de índice de curvatura obtenido mediante MDE para las subzonas Hualfín (arriba), Andalgala (centro) y Sijan (abajo). ....	100
Figura 65 .Mapa de Índice de convergencia obtenido mediante MDE. Subárea Medanitos-Fiambalá (IZQ) y Tinogasta (DER).....	101
Figura 66 . Mapa de Índice de convergencia obtenido mediante MDE para las subzonas Hualfin (arriba), Andalgala (centro) y Sijan (abajo). ....	102

Figura 67 . Mapa de Longitud de pendiente obtenido con MDE. Subárea Medanitos-Fiambalá (IZQ) y Tinogasta (DER).....	103
Figura 68 . Mapa de Longitud de pendiente obtenido con MDE para las subzonas Hualfín (arriba), Andalgalá (centro) y Siján (abajo).....	104
Figura 69 . Índice de humedad topográfica. Subárea Medanitos-Fiambalá (IZQ) y Tinogasta (DER). .....	105
Figura 70 . Índice de humedad topográfica para las subzonas Hualfín (arriba), Andalgalá (centro) y Siján (abajo).....	106
Figura 71 . Distancia vertical a la red de drenaje. Subárea Medanitos-Fiambalá (IZQ) y Tinogasta (DER). .....	107
Figura 72 . Distancia vertical a la red de drenaje para las subzonas Hualfín (arriba), Andalgalá (centro) y Siján (abajo). .....	108
Figura 73 . Índice multiresolución del fondo de valle. Subárea Medanitos-Fiambalá (IZQ) y Tinogasta (DER). .....	109
Figura 74 . Índice multiresolución del fondo de valle para las subzonas Hualfín (arriba), Andalgalá (centro) y Siján (abajo). .....	110
Figura 75 . Índice de acumulación de flujo superficial. Subárea Medanitos-Fiambalá (IZQ) y Tinogasta (DER). .....	111
Figura 76 . Índice de acumulación de flujo superficial para las subzonas Hualfín (arriba), Andalgalá (centro) y Siján (abajo). .....	112
Figura 77 . Ubicación de los sitios relevados en la subzona Tinogasta (IZQ) y Medanitos-Fiambalá (DER). .....	113
Figura 78 . Ubicación de los sitios relevados en la subzona Hualfín. ....	114
Figura 79 . Ubicación de los sitios relevados en las subzonas Andalgalá (IZQ) y Siján (DER). .....	114
Figura 80 . Triángulo textural americano para las tres localidades estudiadas dentro de la subzona Tinogasta en la provincia de Catamarca.....	115
Figura 81 . Fraccionamiento de arenas obtenido en los 40 sitios relevados en las subzonas relevadas. ....	116
Figura 82 . Modelización de la composición textural de los suelos en la en la sub área Tinogasta. Secciones 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER). .....	116
Figura 83 . Modelización de la composición textural de los suelos en la en la sub área Medianitos y Fiambalá, Dpto. Tinogasta. Secciones 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER). .....	117
Figura 84 . Modelización de la composición textural de los suelos en la en la subzona Hualfín. Secciones 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER). .....	117
Figura 85 . Modelización de la composición textural de los suelos en la en la subzona Andalgalá. Secciones 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER). .....	118
Figura 86 . Modelización de la composición textural de los suelos en la en la subzona Siján. Secciones 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER). .....	118
Figura 87 . Permeabilidad Kd (mm/h). Gráfica descriptiva determinada en las subzonas relevadas de la provincia de Catamarca. ....	119

Figura 88 . Modelización de la permeabilidad de los perfiles de suelos en Tinogasta (IZQ) y en Medianitos-Fiambalá (DER), Dpto. Tinogasta. Sección 0-200 cm. ....	120
Figura 89 . Modelización de la permeabilidad de los perfiles de suelos. Subzonas Hualfin (arriba), Andalgalá (centro) y Siján (abajo). Sección 0-200 cm. ....	121
Figura 90 . Modelización de la profundidad efectiva de los suelos en Tinogasta (IZQ) y en Medianitos-Fiambalá (DER), Dpto. Tinogasta. Sección 0-200 cm.....	122
Figura 91 . Modelización de la profundidad efectiva de los suelos Subzonas Hualfin (arriba), Andalgalà (centro) y Sijàn (abajo). Sección 0-200 cm. ....	123
Figura 92 . Modelización del riesgo de anegamiento del perfil edáfico en Tinogasta (IZQ) y en Medianitos-Fiambalá (DER), Dpto. Tinogasta. ....	124
Figura 93 . Modelización del riesgo de anegamiento del perfil edáfico. Subzonas Hualfin (arriba), Andalgalà (centro) y Sijàn (abajo).....	124
Figura 94 . Modelización del drenaje natural de los suelos en Tinogasta (IZQ) y en Medianitos-Fiambalá (DER), Dpto. Tinogasta.....	125
Figura 95 . Modelización del drenaje natural de los suelos en Subzonas Hualfin (arriba), Andalgalà (centro) y Sijàn (abajo).....	125
Figura 96 . Capacidad de almacenaje de los suelos. Gráfica descriptiva que integra todas las zonas evaluadas. ....	126
Figura 97 . Modelización de la capacidad de almacenaje de los suelos en Tinogasta (IZQ) y en Medianitos-Fiambalá (DER). ....	127
Figura 98 . Modelización de la capacidad de almacenaje de los suelos en Hualfin (arriba), Andalgalà (centro) y Sijàn (abajo).....	127
Figura 99 . Modelización del factor escurrimiento superficial en Tinogasta (IZQ) y en Medianitos-Fiambalá (DER), Dpto. Tinogasta. ....	128
Figura 100 . Modelización del factor escurrimiento superficial en Hualfin (arriba), Andalgalà (centro) y Sijàn (abajo).....	129
Figura 101 . Distribución espacial modelizada de la salinidad de los suelos de la subzona Tinogasta. Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Tinogasta. ....	130
Figura 102 . Distribución espacial modelizada de la salinidad de los suelos de la subzona Medianitos-Fiambalá. Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Tinogasta.....	131
Figura 103 . Distribución espacial modelizada de la salinidad de los suelos de la subzona Hualfín. Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Belén. ....	131
Figura 104 . Distribución espacial modelizada de la salinidad de los suelos de la subzona Andalgalá. Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Homónimo.....	132
Figura 105 . Distribución espacial modelizada de la salinidad de los suelos de la subzona Siján. Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Pomán. ....	132
Figura 106 . Distribución espacial modelizada del pH de los suelos de la sub área Tinogasta sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Tinogasta. ....	133
Figura 107 . Distribución espacial modelizada del pH de los suelos de la sub área Medianitos-Fiambalá sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Tinogasta. ....	134

Figura 108 . Distribución espacial modelizada del pH de los suelos de la subzona Hualfín sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Belén.....	134
Figura 109 . Distribución espacial modelizada del pH de los suelos de la subzona Andalgalá sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Homónimo.....	135
Figura 110 . Distribución espacial modelizada del pH de los suelos de la subzona Siján sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Tinogasta.....	135
Figura 111 . Distribución espacial modelizada del RAS de los suelos de la subzona Tinogasta (arriba) y Medanitos-Fiambalá (abajo)-Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Tinogasta.....	137
Figura 112 . Distribución espacial modelizada del RAS de los suelos de la subzona Hualfín-Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Belén.....	137
Figura 113 . Distribución espacial modelizada del RAS de los suelos de la subzona Andalgalá-Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Homónimo.....	137
Figura 114. Distribución espacial modelizada del RAS de los suelos de la subzona Siján-Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Pomán.....	138
Figura 115. Distribución espacial modelizada del contenido de calcáreo en los suelos en la subzona Tinogasta y Medanitos-Fiambalá Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Tinogasta.....	139
Figura 116. Distribución espacial modelizada del contenido de calcáreo en los suelos de la subzona Hualfín (izq), Andalgalá (ctro) y Siján Der). Sección: 0-50 cm (arriba) y 50-100 cm (abajo).....	140
Figura 117. Distribución espacial del contenido de yeso de reserva en los suelos de la subzona Tinogasta y Medanitos-Fiambalá Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Tinogasta.....	141
Figura 118. Distribución espacial modelizada del contenido de yeso de reserva en los suelos de la subzona Hualfín (izq), Andalgalá (ctro) y Siján Der). Sección: 0-50 cm (arriba) y 50-100 cm (abajo).....	142
Figura 119. Distribución espacial modelizada del contenido de Nitrógeno total en los suelos de la subzona Tinogasta. Sector: El Puesto-La Puntilla (Izq) y Medanitos-Fiambalá (Der).....	143
Figura 120. Distribución espacial modelizada del contenido de Materia orgánica en los suelos de la subzona Tinogasta. Sector: El Puesto-La Puntilla (Izq) y Medanitos-Fiambalá (Der).....	144
Figura 121. Distribución espacial modelizada de la capacidad de intercambio Catiónico en los suelos de la subzona Tinogasta. Sector: El Puesto-La Puntilla (Izq) y Medanitos-Fiambalá (Der).....	144
Figura 122. Distribución espacial modelizada del contenido de Nitrógeno total (izq), Materia Orgánica y CIC (der), en los suelos de la subzona Hualfín. Dpto. Belén.....	145
Figura 123. Distribución espacial modelizada del contenido de Nitrógeno total (izq), Materia Orgánica y CIC (der), en los suelos de la subzona Andalgalá. Dpto. Homónimo.....	146
Figura 124. Distribución espacial modelizada del contenido de Nitrógeno total (izq), Materia Orgánica y CIC (der), en los suelos de la subzona Siján. Dpto. Pomán.....	147

Figura 125. Características químicas de los suelos evaluados. Análisis comparativo entre sub zonas con cultivos de vid de la provincia de Catamarca.....	148
Figura 126. Mapa de Unidades Edáficas de las localidades de Medanitos-Fiambalá. Subzona Tinogasta.....	149
Figura 127. Mapa de Unidades Edáficas de la localidad de El Puesto-Tinogasta y La Puntilla. Subzona Tinogasta .....	150
Figura 128. Mapa de Unidades Edáficas de la subzona Hualfín Dpto Belén.....	151
Figura 129. Mapa de Unidades Edáficas de la subzona Andalgalá. Dpto. homónima.....	152
Figura 130. Mapa de Unidades Edáficas de la subzona Siján. Dpto, homónima.....	153
Figura 131. Esquemas de perfiles descritos con calicatas (IZQ) o Barrenados (DER) para la Unidad Fiambalá. Subzona Tinogasta.....	154
Figura 132. Esquemas de perfiles descritos con calicatas (ARRIBA) o Barrenados (ABAJO) para la Unidad Abaucán. Subzona Tinogasta .....	155
Figura 133. Paisaje del Complejo Ciénaga. Medanitos - Subzona Tinogasta. Fuente: Babelis,G.....	156
Figura 134. Esquemas de perfiles descritos con Barrenados (DER) para la Unidad Tatón. Subzona Tinogasta.....	156
Figura 135. Esquema de perfil y foto de paisaje descritos para la Unidad Fluvial. Subzona Tinogasta Fuente: Babelis,G.....	157

### **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1 Listado de hojas geológicas consultadas. ....	65
Cuadro 2 Distribución del cultivo de Vid en los departamentos de la Provincia de Catamarca. Fuente: Censo vitícola (INV 2022).....	66
Cuadro 3. Clases de permeabilidad en suelos según coeficiente de K Darcy (USBR 1951) .....	120

# 1. UBICACIÓN CONTEXTO GEOGRÁFICO

## 1.1. Caracterización Físico Natural Provincial

La provincia de Catamarca está ubicada en la región noroeste de la República Argentina (mejor conocida como NOA), la que también incluye las provincias de Salta, Jujuy y Tucumán. Con una extensión de 102.602 km<sup>2</sup>, la provincia tiene solo un 22 % de su superficie constituida por valles y llanuras, paisajes donde se concentran las actividades agrícolas y, en consecuencia, los asentamientos urbanos (Figura 1), el resto del territorio está ocupado por paisaje montañoso de relieve pronunciado no apto para la actividad agropecuaria (Nuñez Aguilar y Álvarez de Toledo, 2004).

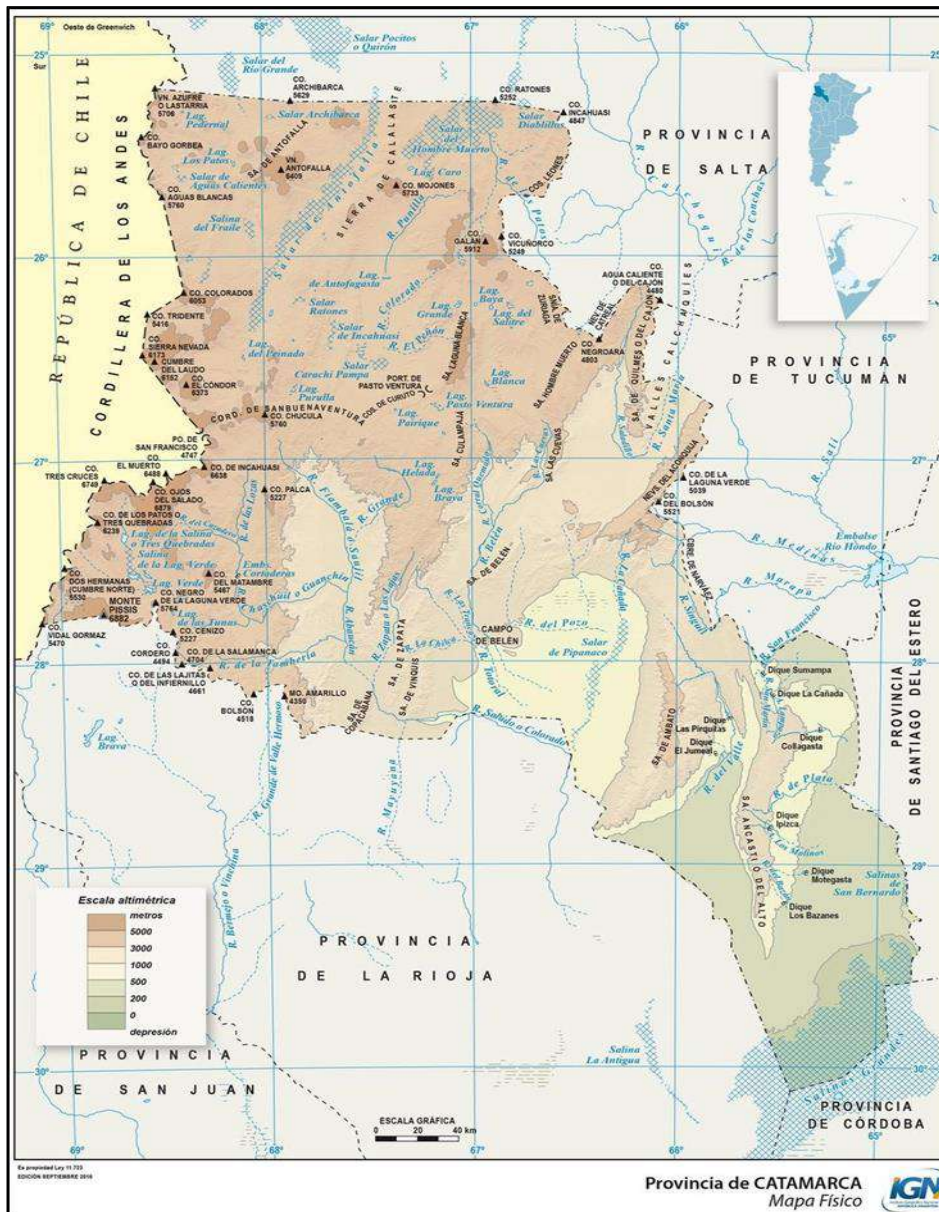


Figura 1 . Mapa físico de la provincia de Catamarca (tomado de IGN).

El territorio provincial presenta en su diversidad geográfica importantes reservas minerales metalíferas (cobre, oro, plata, zinc, etc.) y no metalíferas (potasio, azufre, mica) sobre todo en la zona norte y oeste (Herminio Navarro, 2016). Sus montañas se pueden agrupar en cuatro sistemas claramente diferenciados: las sierras pampeanas, en el este y el centro; el Sistema de Narvárez, Cerro Negro y Famatina, en el oeste; la zona de transición cordillerana catamarqueña, en el extremo occidental; La Puna, una porción elevada, en el noroeste. La figura 2 muestra la orografía provincial.

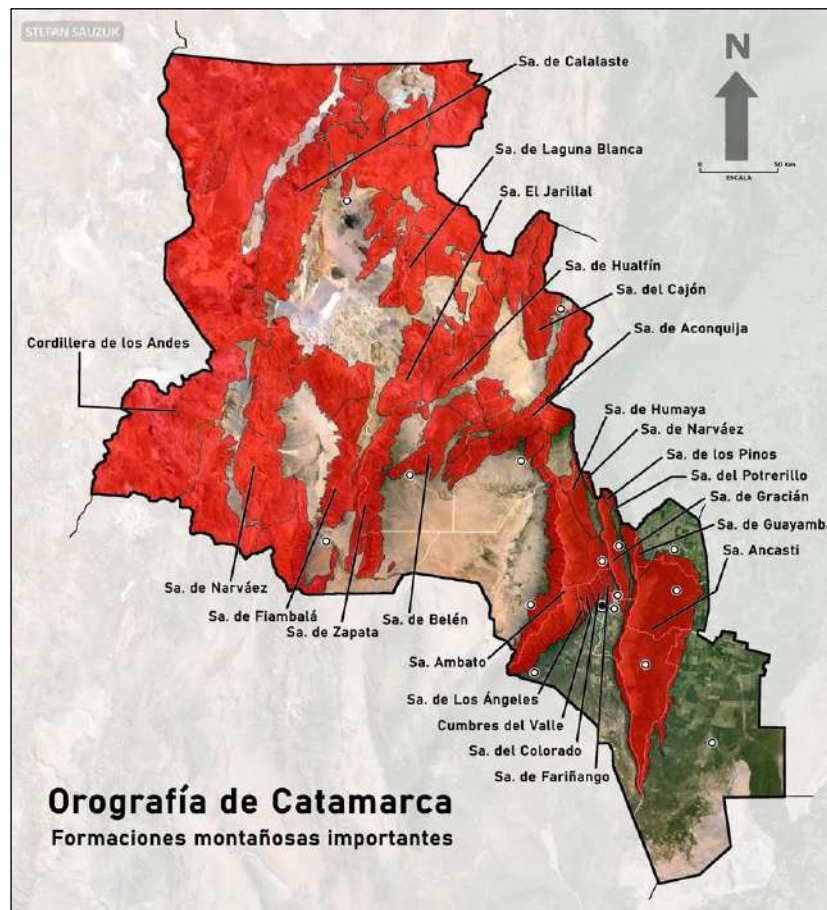


Figura 2 . Mapa orográfico de la provincia de Catamarca (Fuente: Sauzuk, Stefan).

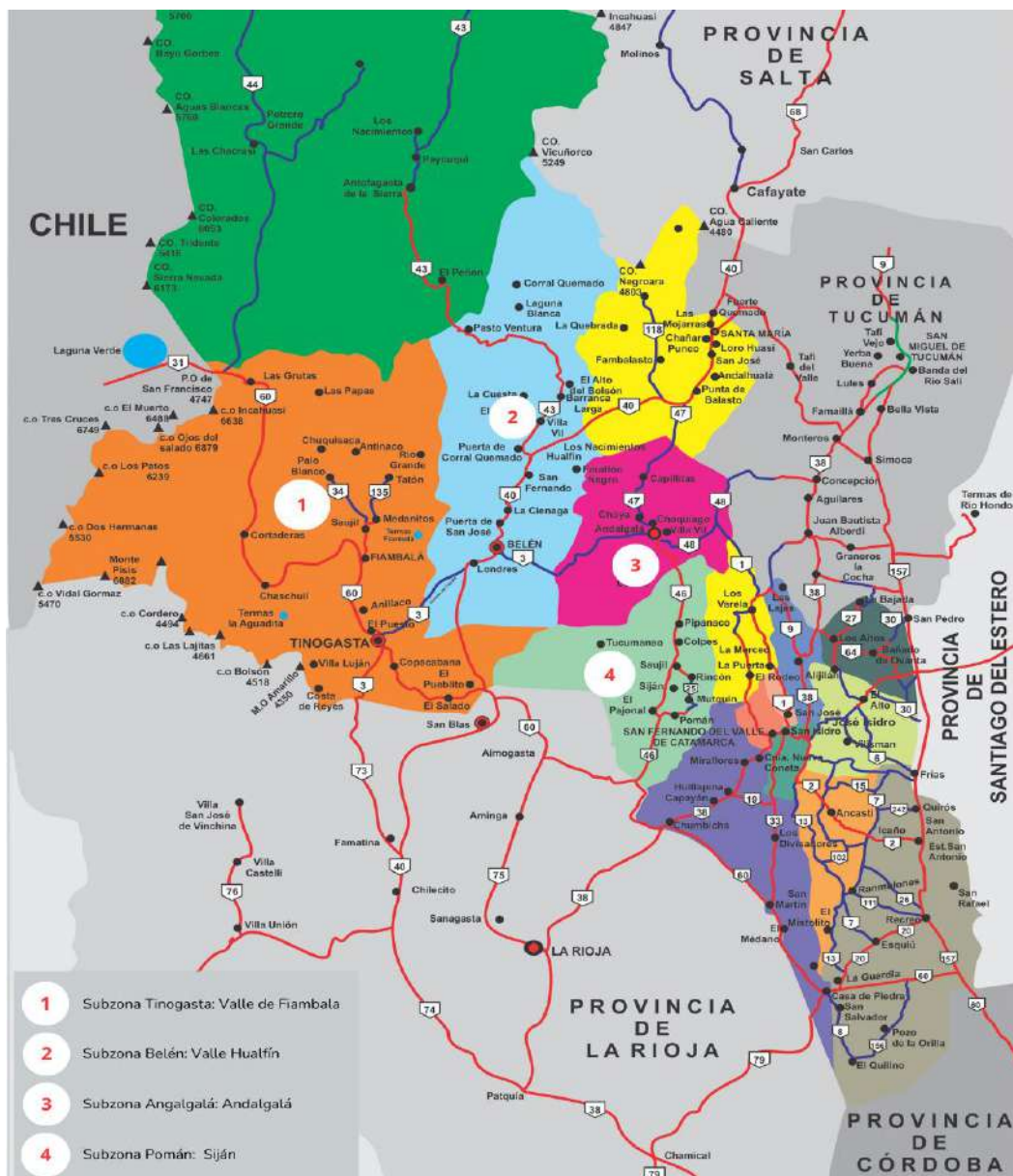
El clima de Catamarca es de tipo templado a cálido continental con una precipitación media que varía entre los 400 y 500 mm anuales hacia el noreste, disminuyendo hacia el oeste a menos de 150 mm en la Puna cordillerana, donde el déficit hídrico es compensado por las precipitaciones níveas (Cabrera, 1971; Nuñez Aguilar y Alvarez de Toledo, 2004). Las temperaturas medias anuales son de 20°C en el este y centro, registrándose marcas de hasta 45 °C en el verano. La población se concentra alrededor de varios cursos de agua, distribuyendo el agua por canales y zanjias de riego.

La provincia se encuentra dividida en 16 departamentos, los cuales incluyen 36 municipios. En el presente estudio se trabajó en 4 departamentos los que tienen en común que concentran la totalidad de la viticultura provincial (Figura 3).

## 1.2. Caracterización Físico Natural Departamental

## 1.2.1. Subzona Tinogasta/Fiambalá/Medanitos – Departamento Tinogasta

Ubicado en la región oeste de la provincia, el departamento Tinogasta, tiene una superficie de 23.580 km<sup>2</sup> lo que representa un 23% del territorio provincial y su población, según proyecciones de INDEC para el año 2022, es de 23.300 habitantes, lo que representa un 5% del total provincial, una densidad poblacional muy baja respecto a la censada en la Capital provincial donde está radicada alrededor del 45% de los habitantes. Limita al norte con Antofagasta de la Sierra, al este con el Dpto. Belén, al sur con la Pcia. de La Rioja y al oeste con el límite internacional de la República de Chile (Figura 3).



*Figura 3 . Mapa de los diferentes departamentos de la provincia de Catamarca señalando la ubicación de las diferentes subzonas analizadas en el presente estudio.*

El oasis productivo más importante del departamento es conocido como Valle del Abaucán y está emplazado en la depresión intermontana que se extiende en orientación N-S, entre las sierras de Fiambalá (Este) y la Sierras de Narváez (Oeste). La pendiente dominante es N-S y la posición altitudinal media está en el orden de los 1400 msnm. Los asentamientos urbanos más importantes son Tinogasta, Fiambalá y Medanitos, los que son acompañados por otras comunas dispersas por el territorio departamental. El área de trabajo del presente estudio tuvo como criterio fundamental cubrir la zona cultivada desde La Puntilla al Sur hasta Medanitos al norte. Este eje conformado tiene una distancia total de 85 km (Figura 4).

El clima de la región se clasifica como semiárido riguroso, de baja pluviometría. Se observan montañas sin vegetación, arenales, desiertos llanos y de poca extensión, médanos que cubren los faldeos orientales de las Sierras de las Planchadas - Narváez, y occidental de la Sierra de Fiambalá. El área presenta grandes amplitudes térmicas, lluvias concentradas en época estival, fuerte insolación anual, frecuentes vientos desecantes y baja humedad atmosférica que ocasiona elevada, evapotranspiración y consecuentemente un importante déficit hídrico. Los vientos predominantes de la región son del sector sur – sureste, con una velocidad promedio de 20 Km/h a 70 Km/h y excepcionalmente de 90 Km/h. En la estación invernal suele tener un viento caliente y seco llamado Zonda que procede de la cordillera con velocidades que oscilan entre 70 Km/h a 80 Km/h (Cejas, 2018). Respecto a las precipitaciones, cabe mencionar que estas se concentran entre los meses de diciembre a marzo, pudiendo llover hasta 32 mm por mes. Entre los meses de abril a noviembre, las precipitaciones son escasas con valores que van entre 1 mm y 5 mm. Las temperaturas máximas abarcan un periodo de diciembre a marzo alcanzando los 30,70°C, mientras que, las mínimas temperaturas ocurren desde abril a octubre, con valores que llegan a los -0,20°C. Fuente: Datos climáticos mundiales (climate-data.org).



Figura 4 . Mapa de división distrital del Dpto. Tinogasta. Catamarca. Fuente: <https://tinogasta.tur.ar/distritos.html>

La zona de estudio muestra, en general, rasgos de severo deterioro del paisaje por acción antrópica. Estamos haciendo referencia a muchas décadas de uso no restringido de tierras sin control de la deforestación y sobrepastoreo (Niz y Sayago, 2010). Antiguos reportes dan cuenta de la existencia de monte abundante de algarrobo (prosopis), Tala (Celtis Spinosa), Chañar (Geoffroea Decorticans), entre otras que en la actualidad solo se aprecia en sectores aislados observándose una intromisión de médanos activos sobre los ejidos urbanos. La figura 5 presenta un viñedo de la localidad de Fiambalá y, hacia el este, grandes dunas formadas como producto de la intensa erosión eólica que caracteriza a esta zona. Las geoformas de acumulación se sitúan en el piedemonte y ladera oriental de la Sierra de Fiambalá, y al norte de la localidad de Fiambalá, involucrando las localidades de Medanitos, Tatón, Los Nacimientos, La Soledad, entre otras.; se forman como consecuencia sedimentos sujetos al proceso de deflación que son transportados y depositados en este sector generando extensos campos de dunas. La movilidad de las dunas, y el impacto que este proceso produce en las comunidades involucradas, es una temática que ha adquirido una gran relevancia como condicionante del desarrollo socio-económico de los pueblos (Cejas, 2018).



*Figura 5 . Paisaje vitícola de la localidad de Fiambalá. Vista hacia la Sierra de Fiambalá y sus llamativos depósitos de arena volcánica. Dpto. Fiambalá. Catamarca. Fuente: Babelis, G.*

### 1.2.2. Subzona Hualfín – Departamento Belén

El departamento Belén se encuentra ubicado en la región central de la provincia, con una superficie de 12.948 km<sup>2</sup> a una altitud promedio de 1300 m s.n.m. Administrativamente, se divide en 6 distritos catastrales: Belén, Londres, Puerta de San José, La Ciénaga, San Fernando y Hualfín. Esta última localidad, con algo más de 1000 habitantes, se encuentra sobre la Ruta Nacional 40, a 63 km al norte de la ciudad de Belén por camino totalmente pavimentado. Hualfín posee, además, una de las capillas más ilustres de la Argentina, la Iglesia Nuestra Señora del Rosario, fundada en 1770. De la búsqueda bibliográfica de información que permita caracterizar la zona surgen, en primer plano, numerosos estudios del ámbito de la Arqueología. La razón de ello es que la cerámica Belén es una de las manifestaciones alfareras que tuvieron amplia extensión durante la época tardía en la región valliserrana del noroeste argentino, y el tema de cómo era producida ha sido abordado desde diferentes ramas de la ciencia.

Ubicada a 1870 msnm, el alto valle del Hualfín, como se la conoce a la pintoresca comunidad, es productora de vinos en bodegas con mucha historia, pero modernizadas tal es el caso de la Bga. Centenaria de la Flia. Saravia. Hualfín, junto con los parajes de “La Quebrada” y la “Puerta de Corral Quemado”, poseen la mayor cantidad de viñedos en producción del departamento. Sin poder precisar cuánta uva trasladan, los productores de Andalgalá, manifiestan adquirir uva de Hualfín y alrededores, para elaborar sus vinos caseros. La figura 6 presenta una parcela con viñedos de la localidad, las cepas son parte del conjunto paisajístico (integración naturaleza-cultura).

El dominio climático presente en esta zona del departamento Belén, según lo describe Stefan Sauzuk en su Blog “Geografía de Catamarca”, es el árido de sierras y bolsones. Es decir, un clima semidesértico estacional, con precipitaciones concentradas en la época estival. Esto implica una estación seca larga con paisajes de colores amarronados y otra con colores verdes en el verano. Los bajos acumulados pluviométricos se deben a que las condiciones impuestas por el relieve actúan como barrera orográfica impidiendo la circulación normal de los vientos húmedos tanto de componente este como oeste.



*Figura 6 . Paisaje vitícola de la localidad de Hualfín. Dpto. Belén, Catamarca. Fuente: Babelis, G.*

### 1.2.3. Subzona Andalgalá, Departamento Homónimo

Con Andalgalá como ciudad cabecera y distante a 245 km de la capital provincial, el departamento homónimo posee 4497 km<sup>2</sup>, a una altitud promedio de 1000 m s.n.m. y limita al norte con el departamento Santa María, al este y nordeste con la provincia de Tucumán, al oeste con el departamento Belén y al sur con los departamentos de Ambato y Pomán. Administrativamente, se divide en 14 distritos: Plaza, Malli 1º, Malli 2º, Villavil, Chaquiago, Minas Capillitas, Cóndor Huasi, Huachaschi, Huaco, Potrero, Amanao, Aconquija y Espinillo.

La subzona seleccionada para el estudio incluye a la ciudad de Andalgalá y los distritos de Choya, Malli y el Potrero de Santa Lucía (Figura 7). Esa área

concentra una importante proporción de la agricultura departamental. Se trata de un oasis regado por el río Andalgalá, al pie de las estribaciones más meridionales de la Sierra de Aconquija, cubiertas de selva subtropical, y al norte del Campo de Belén, un espacio desértico que contiene al Salar de Pipanaco. Los frutales de pepita (Vid, membrillo, cítricos) y de carozo (durazno y olivo), encuentran en la zona buenas condiciones edafoclimáticas para adaptarse, la figura 8 muestra un paisaje vitícola de los potreros de Santa Lucía.

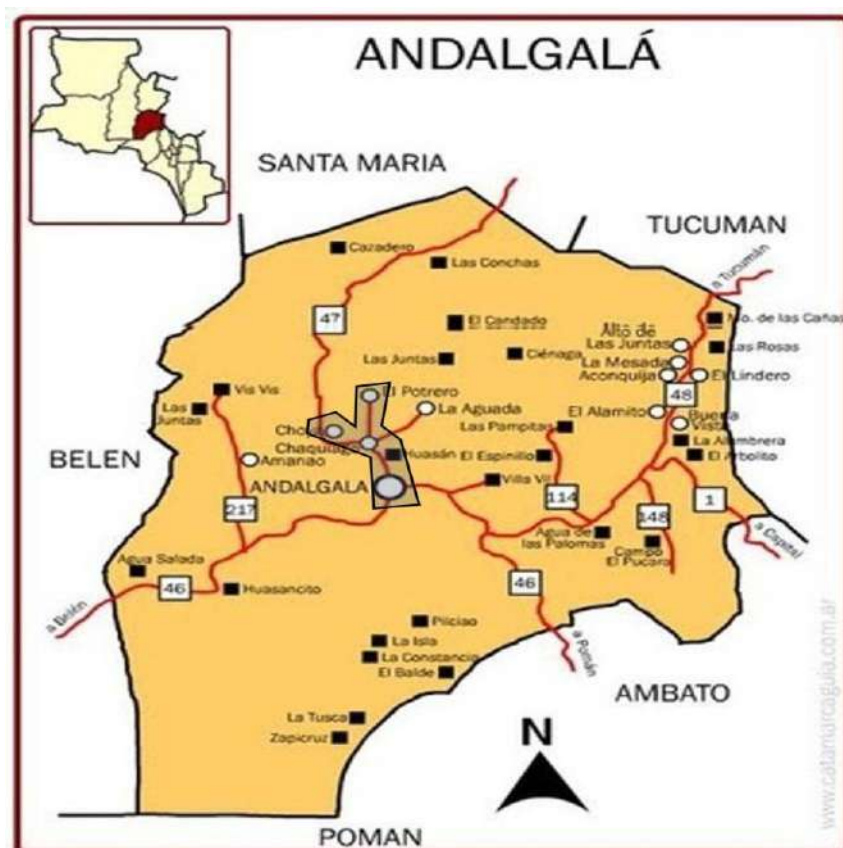


Figura 7. Departamento Andalgalá con sus comunas y zona seleccionada para el estudio, Catamarca. Fuente de imagen base: [www.catamarcaguia.com.ar](http://www.catamarcaguia.com.ar).

Respecto al clima, es posible citar valores medios de registros meteorológicos de una estación con datos del periodo 1901-1960. Esta estación se ubica en el departamento Andalgalá, provincia de Catamarca, a 930 m.s.n.m.

La precipitación media anual registrada fue de 297.5 mm, siendo el mes más lluvioso enero, con una media mensual de 75.5 mm. El mes de menor altura de agua precipitada fue junio, con una media de 4.4 mm. En el período noviembre-marzo cae el 80 % de la precipitación media anual. La temperatura media anual registrada en el periodo 1901 a 1960, fue de 18.3 °C. Los meses más cálidos fueron diciembre y enero, con una temperatura promedio mensual de 25

°C, y los más fríos junio y julio con temperaturas del orden de los 10 °C. Las temperaturas máxima y mínima medias anuales son de 26.9 °C y 11.4 °C respectivamente. La máxima absoluta fue de 43.4 EC, registrada en enero y la mínima absoluta -6.2 °C registrada en julio.

La humedad relativa media anual es 55.8 %; las medias mensuales máximas corresponden a los meses de abril y mayo con 64% y las mínimas a septiembre con 46.7%. La presión atmosférica media anual al nivel del terreno, promedio de 60 años, fue 890.8 milibares. La mayor presión media mensual corresponde al mes de julio con 893.1 mb. y la mínima a diciembre con 887.9 mb. Fuente: <http://www.mineria.gob.ar/estudios/irn/cata/T-2-3-1.asp>.



*Figura 8 . Paisaje vitícola de la Bga. El Symbol. Distrito el Potrero de Santa Lucía. Dpto. Andalgalá. Catamarca. Fuente: Babelis, G.*

#### 1.2.4. Subzona Siján – Departamento Pomán

Pomán es un departamento de la provincia de Catamarca en Argentina que cuenta con 4859 km<sup>2</sup>. Su población es de 10.776 habitantes (Censo 2010, INDEC). Está ubicado en la falda Oeste de las Sierras de Ambato, a una altura que oscila entre 700 y 1600 m s. n. m. Administrativamente se divide en 9 distritos: Saujil, Rincón, Pomán, Siján, Joyango, San Miguel, Mutquín, Rosario de Colana y Colpes.

El marco físico de este departamento está dado por las altas sierras cuya formación corresponde a la región de las Sierras Pampeanas, presentando una escarpada ladera que termina con sus faldeos en el valle de Andalgalá. Así se

distinguen dos paisajes bien definidos, el de tipología montañosa y el de desierto y salar (Figura 9).



Figura 9. Departamento Pomán con sus comunas y zona seleccionada para el estudio (Siján), Catamarca.

La agricultura es la actividad primaria principal. La vid es de carácter artesanal, con producciones principalmente en la localidad de Siján, de vinos y aguardientes de calidad (Figura 10). La nogalicultura ocupa otro lugar importante, destacándose la producción de nueces en lugares como Mutquín y Rincón. El cultivo de olivares se ve en franco crecimiento, favorecido por disposiciones y leyes que promovieron la actividad. A partir de las comisiones de campo, realizadas con el presente estudio, hemos podido constatar también la presencia de cítricos, especialmente de limones, con muy buena productividad. La ganadería es otra actividad que se da en menor medida, destacándose la presencia de bovinos y caprinos, los que forman parte de la economía familiar. La minería se ve reducida a la explotación de rocas de aplicación las que existen en muy buena calidad y cantidad, destacándose la extracción de caolín (CFI, 2017).

El área de trabajo seleccionada está centrada en la localidad de Siján desde la ruta provincial N° 46 hacia el oeste en la falda occidental de las sierras de Ambato, la cual resultó seleccionada por ser la comuna con mayor superficie de viñedos en el departamento.



*Figura 10 . Paisaje vitícola de un establecimiento en Siján. Al fondo vista del cordón del Ambato. Dpto. Pomán. Catamarca. Fuente: Babelis, G.*

### 1.3. Características Hidrológicas Generales

Las Sierras Pampeanas y el Sistema de Famatina se alternan con valles y bolsones. El viento y las escasas, pero torrenciales lluvias desnudan las cimas de areniscas blandas que depositan en el piedemonte. El Sistema de Famatina está limitado por los valles de Fiambalá y Tinogasta al este y el valle del Chaschuil al oeste. El agua precipitada durante el estío escurre rápidamente entre las sierras, desaparece en los suelos permeables de las depresiones y se suma al aporte de los deshielos primaverales que sostienen el caudal regular de los ríos. Entre estos se destaca el Abaucán, que recoge las aguas del extremo sudoeste del territorio a través del río Chaschuil o Guanchín. En su tránsito hacia el sudeste, el río Abaucán recibe escasos afluentes que sólo llegan a desaguar cuando ocurren lluvias torrenciales, generando correntadas que compensan la alta infiltración y la evaporación ambiental.

Las Sierras Pampeanas se extienden por el centro, el este y el sur de la provincia, donde se internan en el ámbito de las Salinas Grandes y los Llanos de La Rioja. El relieve organiza el drenaje superficial del agua hacia los valles y los bolsones. El del río Paclín forma el desagüe mayor, debido a la amplitud del valle y a la extensión de su curso de agua, constituyendo la mejor vía de comunicación natural con el norte. La figura 11 muestra los principales ríos y cuencas de la provincia.

Las Sierras de Ambato, Graciana y Ancasti encierran dos valles, uno amplio (el del río del Valle) y otro angosto (el del río Paclín, afluente del anterior). En esta cuenca, que ocupa el 6% de la provincia, se forma el mayor de los oasis catamarqueños, con el 45% de la población.

Los cordones de las Sierras de Narvárez y Fiambalá rodean al bolsón de Fiambalá, cuyo paisaje es removido por los vientos formando médanos.

La amplia depresión de forma casi circular que ocupa el bolsón de Andalgalá, limita al norte con la Sierra del Atajo, al sur con la Sierra de Velasco (La Rioja), al oeste con los altos bloques de las Sierras de Fiambalá y Copacabana y al este con los cordones de Ambato y Mazán. En la zona del Farallón Negro, Agua Tapada y Capillitas se encuentran importantes yacimientos hidrotermales.

El bolsón funciona como el mayor receptáculo de aguas de la provincia y drena una extensa zona cuyas corrientes convergentes comprenden los desagües orientales de las Sierras del Atajo, la Alumbreira y Belén y los cursos esporádicos de los faldeos australes del Aconquija. En todos los casos, las corrientes de aguas sólo ocasionalmente alimentan al Salar de Pipanaco, donde afloran aguas cargadas de cloruro de sodio, potasio y magnesio, formando grandes costras salinas.

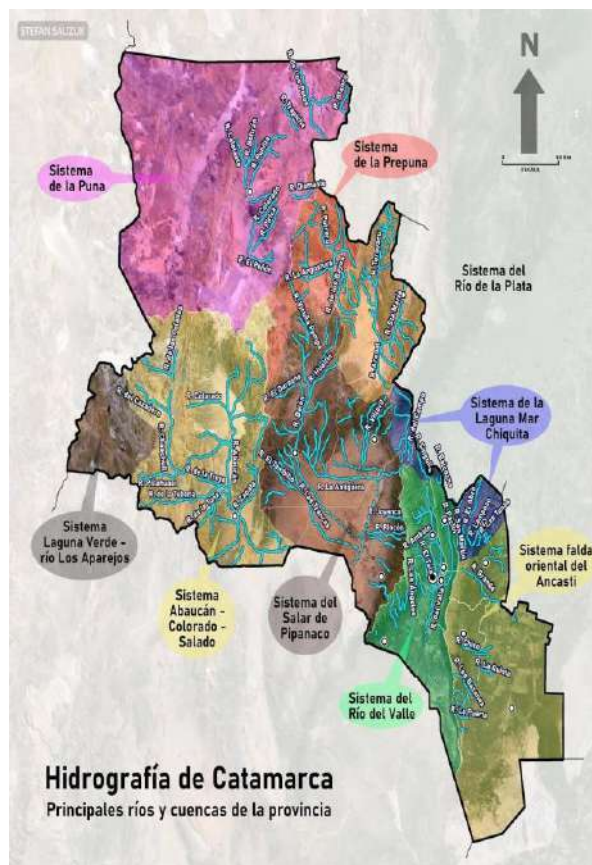


Figura 11 . Hidrografía de la provincia de Catamarca Fuente: Sauzuk, Stefan

En el borde oriental de la Puna y en la Sierra del Cajón tiene su origen una cuenca exorreica, la de los ríos Santa María o Yocavil, afluente del Guachipas, que desemboca en el río Pasaje o Juramento.

El valle de Catamarca se abre hacia el ámbito de los llanos riojanos, enmarcados por los paredones de las Sierras de El Alto o Ancasti al este y del Ambato al oeste. La aptitud agrícola de los suelos se debe a las aguas del río El Tala, embalsadas en el lago El Jumeal.

El único río permanente es el Albigasta. Sus principales crecientes estivales se derraman en la llanura inmediata y alimentan una extensa área de bañados. Frente a los cursos de escaso caudal y régimen estacional están las aguas subterráneas, cuyos acuíferos abundan en el subsuelo de valles y bolsones.

Las elevaciones orientales de los bloques pampeanos se conectan con el área llana extendida desde el piedemonte de la Sierra de Ancasti hasta alcanzar, por el sudeste, la zona de influencia de las Salinas de San Bernardo. Fuente: <https://viajarg.com/provincias/catamarca/relieve-e-hidrografia/>

### 1.3.1. Recursos superficiales

Dentro del Sistema Hidrográfico de Catamarca se distinguen las siguientes cuencas hidrográficas:

- Cuencas del Río Santa María, compartida con la Provincia de Salta y Tucumán.
- Cuenca con desagües al Salar de Pipanaco. Comprende los ríos Pomán, Andalgalá, Belén y otros que desagüan en el salar de Pipanaco.
- Cuenca del río Abaucán– Colorado – Salado y sus afluentes , Guanchín, de La Troya, Zapata y otros
- Cuenca cerrada de La Puna: Los cursos de agua se forman con precipitaciones estivales, esporádicas o con el derretimiento de las precipitaciones nivales. La mayor parte del agua se insume después de abandonar la montaña.

#### **Cuenca del río Abaucán**

En el noroeste de la provincia de Catamarca, desde las altas montañas que constituyen el borde de la Puna y las Sierras Pampeanas, descienden una serie de torrentes, de lechos profundos entre barrancas escarpadas y de caudales, en general, temporarios (con significativas crecidas en el período estival), que constituyen el río Fiambalá o Sajuil. Este cauce, que recorre el norte del valle de Fiambalá, recibe los aportes del río Grande desde el noroeste, al norte de Saujil-Los Médanos, sin cambiar de nombre. Aguas abajo, casi llegando a la ciudad de Fiambalá, el río Fiambalá-Saujil recibe los aportes del Apocando. El río Guanchín, también denominado Chaschuil ya que proviene de ese valle occidental, se convierte en el río Abaucán el cual recorrerá el valle o bolsón de Fiambalá hasta Tinogasta donde recibe los afluentes del río La Troya.

El río Abaucán nace como río Fiambalá-Saujil en la Sierra de San buenaventura en las inmediaciones de la Puna y adquiere diferentes nombres a lo largo de su recorrido aguas abajo, llamado localmente río Salado, Colorado o Bermejo ya en territorio riojano. Este sistema forma parte de una gran cuenca endorreica, corriendo por las provincias de Catamarca y La Rioja en zonas de muy baja precipitación pluvial (Figura 8). La cuenca total abarca 43.386 km<sup>2</sup>, entre los ríos integrados a ella, se encuentran el Fiambalá- Saujil y Chaschuil que se alimentan de torrentes y arroyos productos del deshielo y lluvias en la zona alta de la Cordillera de los Andes. El caudal del sistema Abaucán es muy dependiente de las precipitaciones nivales de alta montaña. El caudal es reducido en comparación con la importancia de su cuenca, y el aprovechamiento para riego de sus aguas y las de sus afluentes lo ha reducido más aún. En Tinogasta se ha medido un caudal medio de 2,54 m<sup>3</sup>/seg., con un máximo histórico de 84,7 m<sup>3</sup>/seg. (años 1948-1949) (Figura 12). Al sur de Tinogasta, su caudal decrece sensiblemente debido al agua que se toma para riego, y los escasos aportes hídricos que recibe. Por otro lado, pierde agua también por infiltración en áreas arenosas altamente permeables, y por evaporación en una zona extremadamente seca y muy calurosa. De todos modos, provee suficiente agua para las escasas poblaciones de la región.

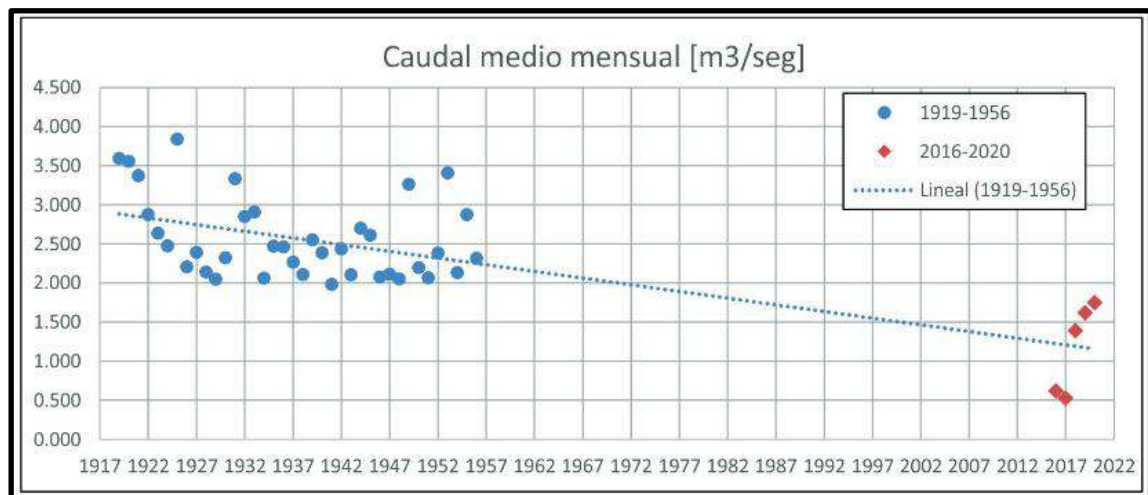


Figura 12. Caudales del río Abaucán tomado de Ciccioli et al. 2021.

Respecto a la calidad del agua, estudios de demanda hídrica de cultivos realizado por Paoli (1981), indican, para el Río Abaucán, un moderado nivel de concentración de sales disueltas (1500 microSiemens/cm) y bajo riesgo de sodicidad específicamente en la localidad de Fiambalá. Estudios hidrogeológicos más recientes (Bucich, 2011), reportan valores de salinidad determinados en el curso del río Fiambalá- Saujil de 1100 microSiemens/cm y pH 8,0 en la localidad de Medanitos. En el curso del río Guanchín-Chaschuil se determinó un nivel de salinidad de 1290 microSiemens/cm y pH 8,5 al oeste de Fiambalá. En el caso del curso del río La Troya las determinaciones arrojaron 1290 microSiemens/cm y pH 8,5 al oeste de Fiambalá. En tanto en el curso del río Abaucán, a la altura del distrito San José, se determinó una salinidad de 1010 microSiemens/cm y pH 8,3. De acuerdo con el sistema de clasificación de Riverside la calidad general del Río Abaucán y sus tributarios ante mencionados, el agua se encuadra dentro de la clasificación como **[C3S1]** que se interpreta como buena a regular para riego de cultivos, sin embargo, hay factores relacionados al suelo que permiten atenuar los efectos de aguas de mediocre calidad. Aquellos suelos que, por su composición textural, tengan de moderada a alta permeabilidad (>80 mm/h), resultan aptos para el desarrollo de actividades agrícolas.

### Cuenca Salar de Pipanaco

Esta cuenca limita al Oeste con las sierras de Fiambalá y Zapata, al Norte con las de Chango Real y San Buenaventura, al Este con el sistema montañoso del Aconquija y Ambato y en su extremo Sur la sierra de Mazán, que la separa de la cuenca adyacente del Abaucán (Paoli y colaboradores 2002).

Son los cursos de agua que drenan a la gran depresión conocida con el nombre de Salar de Pipanaco, Los principales ríos de esta cuenca son: el Belén, el Quimivil y el Andalgalá, y los arroyos que drenan de las serranías del Ambato: Saujil, Siján, Pomán y otros. Estos ríos y arroyos son de régimen pluvial, excepto los afluentes del río Andalgalá, que por nacer en el nevado del Aconquija presentan un régimen diferente. Debido a que se aprovecha la totalidad de los caudales de estiaje de los ríos, el agua alcanza el Salar de Pipanaco sólo cuando se presentan grandes crecidas. Desde el Norte, el bolsón de Andalgalá recibe el aporte de los ríos Choya, Potrero, Andalgalá, Villavil y otros.

El río Andalgalá, nace en los faldeos del Nevado del Candado y luego de su unión con el Río Blanco toma el nombre de Andalgalá, el cual aporta los volúmenes captados para su uso en este importante oasis agrícola, luego de generar energía eléctrica mediante el turbinado. Su derrame anual es de 27,2 Hm<sup>3</sup> y sus afluentes más importantes son los ríos Candado y Blanco, que nacen en el cerro El Nevado, recibiendo aportes de distintas vertientes y del río el Vallecito que desemboca en margen derecha del río Andalgalá. La cuenca ocupa 240 km<sup>2</sup> y es de aporte pluvionival.

Sus aguas son también utilizadas para consumo humano, lo que genera un uso competitivo agua potable versus riego cada vez más relevante; se estima que un 40 % de los caudales son derivados actualmente para consumo humano.

Tálamo y colaboradores (2016), estudiando la hidrogeología de la cuenca del Salar de Pipanaco aportan valiosa información de los recursos hídricos de la zona. Los sistemas fluviales que vuelcan sus aguas en la depresión de Pipanaco, proceden de los diferentes frentes montañosos con un régimen permanente. En casi todos los casos, son captados para satisfacer necesidades de uso para riego y abastecimiento poblacional. Los excedentes, al abandonar el ambiente serrano, se infiltran en los depósitos aluviales permeables, recargando al sistema acuífero. Cuando ocurren precipitaciones torrenciales, gran parte del agua que escurre superficialmente alcanza la zona central de la depresión, donde se acumula y luego, se evapora. Los módulos anuales obtenidos muestran al río Belén con 2,2 m<sup>3</sup>/s, el río Andalgalá con 0,7 m<sup>3</sup>/s, Quimivil o Londres con 0,5 m<sup>3</sup>/s, Pomán con 0,3 m<sup>3</sup>/s y el resto de los cursos menores muestran valores comprendidos entre 0,2 y 0,01 m<sup>3</sup>/s. La información existente de aforos es discontinua, insuficiente y parcial. La figura 13 presenta la serie histórica media mensual de los caudales medios del citado río.

Los caudales derivados para riego del río Andalgalá, superan los valores de requerimiento de los cultivos durante el período Febrero - Setiembre; sin embargo, las láminas de reposición no son cubiertas durante el período crítico Octubre - Enero.

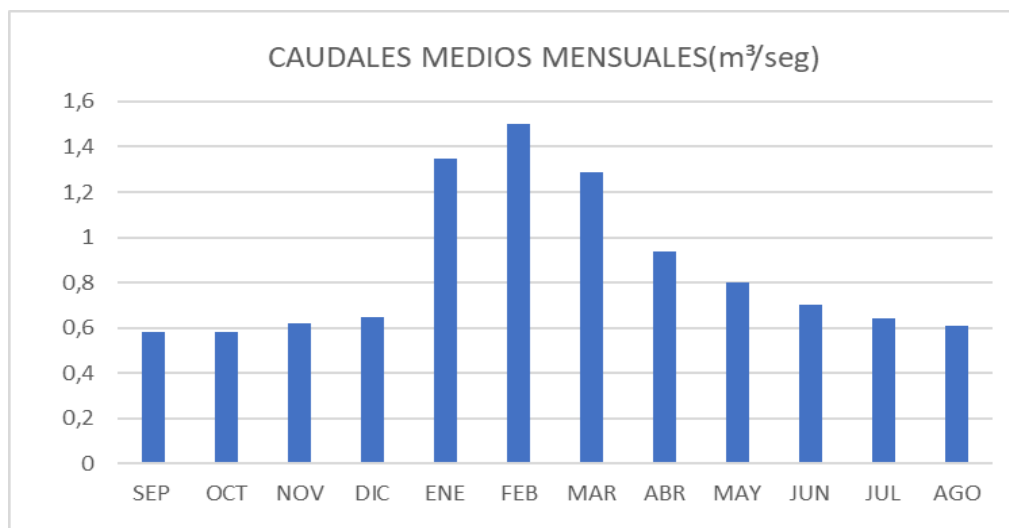


Figura 13 . Caudales del río Andalgala Cuenca Salar del Pipanaco. Serie 1920-1961. Elaboración: Babelis G. a partir de series de datos del Sistema Nacional de Información Hídrica

En Siján, los ríos de este departamento son de corto recorrido, pues nacen en las vertientes de los faldeos del Ambato-Manchao para ser utilizados por el hombre en sus actividades. Entre los más importantes se destacan los ríos Saujil, Singuil, Joyango, San Miguel, Mutquín y Pomán. Los cauces son de tipo temporarios y en épocas de lluvias, la zona recibe importantes caudales de escurrimiento que arrastra abundante sedimento y bloques que provocan serias complicaciones en las vías de circulación e infraestructura urbana.

### 1.3.2. Recursos subterráneos

Hace ya algo más de 50 años, Mario Sosis (1972), dejaba plasmado en las conclusiones de un informe sobre aspectos hidrogeológicos de la provincia de Catamarca, que los ríos que atravesaban las zonas cultivables eran algo inestables en relación a la poca agua que traen en primavera. Sostenía la importancia estratégica de explotar los acuíferos para, aprovechando el clima favorable), asegurar y aumentar la producción agrícola.

#### ➤ **Cuenca del río Abaucán**

Respecto al agua subterránea, el estudio hidrogeológico de la cuenca del Abaucán, realizado por Bucich y colaboradores (2011), resulta el antecedente de mayor vigencia respecto a la caracterización hidro-química realizada.

Los investigadores identificaron, sobre los terrenos aflorantes, tres unidades hidrogeológicas que las separaron teniendo en consideración su aptitud

relativa para almacenar y transmitir el agua. Entre ellas, la unidad que agrupa los sedimentos sueltos del cuaternario moderno que conforman los abanicos aluviales, planicie aluvial y sedimentos eólicos, contiene los acuíferos más importantes detectados y explotados en la actualidad en la zona.

En toda la zona hay más de 100 perforaciones para extracción de agua para consumo humano, riego y mixto. Análisis realizados en el estudio antes citado mostraron valores de salinidad del orden de 430 y 880 mS/cm en dos pozos activos en la localidad de Medanitos, se trata de aguas moderadamente duras (84 mg/l CaCO<sub>3</sub>) y se las considera bicarbonatadas sódicas, aunque el valor de RAS calculado no fue mayor de 5. De acuerdo con el sistema de clasificación de Riverside la calidad general del agua subterránea en la comuna de Medanitos se encuadra dentro de la clasificación como **[C2S1]** que equivale a “Buena” para riego agrícola. Hacia el Sur, en Fiambalá, los análisis químicos en pozos arrojaron valores más elevados de concentración salina (880 a 980 microSiemens/cm), pero el riesgo de sodicidad sigue siendo bajo (RAS 5 a 8). Al sur en el paraje El Puesto y Anillaco el agua subterránea tiende a empeorar su calidad (900 a 1500 microSiemens/cm) de promedio de una batería de 7 pozos. De acuerdo al sistema de clasificación de Riverside la calidad general del agua subterránea en la comuna de Medanitos se encuadra dentro de la clasificación como **[C3S1]** y **[C3S2]** “Regular” para riego agrícola. Finalmente cabe mencionar que la tendencia a un mayor tenor salino y sódico se va acentuando hacia el Sur, en el Distrito Copacabana, localidad La Puntilla se determinaron valores superiores a 2000 microSiemens/cm en algunas perforaciones lo cual requiere, para ser usadas para riego incorporar algunas prácticas de manejo de suelo y de lámina de riego que eviten la acumulación de sales en el perfil.

#### ➤ **Cuenca del Salar de Pipanaco (Dptos Andalgalá y Pomán)**

En el Salar de Pipanaco, la recarga más importante proviene del Norte, desde las serranías de Belén y del Aconquija. Tálamo y colaboradores (2016), pudieron concluir que sólo en algunas perforaciones estudiadas que estaban localizadas en el sector central del Salar se pueden encontrar evidencias hidroquímicas que sugieren mezcla con aguas de menor salinidad, lo que permite especular que existiría una importante descarga de la cuenca del río Belén en este sector.

En la década del 90' y como consecuencia de la aplicación del régimen de promoción de la Ley de Diferimientos Impositivos, comenzaron a desarrollarse numerosos emprendimientos agrícolas (producción olivícola) en la Cuenca del Salar de Pipanaco. Estos emprendimientos se localizan entre la sierra de Ambato y el Salar de Pipanaco a lo largo de la ruta provincial N° 46 desde la zona de Pomán hasta sobrepasar Pipanaco. Como consecuencia de ello se ejecutaron numerosas perforaciones para extracción de agua subterránea destinada al riego

de los cultivos. La superficie actual bajo riego con agua subterránea es del orden de las 10000 Has y la cantidad de perforaciones en funcionamiento son estimativamente unas 120, ubicadas en su mayoría entre las localidades de Siján y Pomán. De acuerdo a la información disponible, los pozos en su mayoría se encuentran entubados con cañería ciega y filtros de 12" de diámetro y la profundidad de entubación varía entre aproximadamente 95 y 275 m, siendo las más frecuentes entre 150 y 275 m. El caudal extraído por cada pozo normalmente supera los 150 m<sup>3</sup> /h con un máximo de unos 315 m<sup>3</sup> /h y los rendimientos específicos varían entre 3 y 46 m<sup>3</sup> /h/m con valores más característicos superiores a los 15 m<sup>3</sup> /h/m. La transmisividad determinada varía entre unos 500 y 1700 m<sup>2</sup> /día.

La gran mayoría de los proyectos productivos (olivares y jojoba) de la región, explotan acuíferos desarrollados en sedimentos modernos, mediante perforaciones de gran caudal (superiores a 200 m<sup>3</sup>/h y en algunos casos superiores a 300 m<sup>3</sup>/h) con profundidades inferiores a los 200 metros. Algunos proyectos, por su posición dentro de la cuenca y en función de los diseños de las perforaciones, podrían estar haciendo una extracción mixta, es decir explotando agua subterránea proveniente de sedimentitas Plio-Pleistocenas y agua almacenada en los sedimentos de los aluviones más modernos. En estos casos, los caudales de producción son inferiores a los antes descritos, manteniéndose la buena calidad del agua.

Los grandes volúmenes de agua que se extraen por bombeo en la amplia zona de la depresión, sumado a la intensidad del proceso de evaporación/evapotranspiración, explicarían la tendencia de descensos que, los citados autores, advierten en la evolución piezométrica regional, dando indicios de una explotación intensiva del sistema.

## 2. MARCO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

### 2.1. Marco Geológico Regional

Las subzonas de la provincia de Catamarca que abarcan el presente estudio se desarrollan en el ámbito geológico de diferentes unidades morfoestructurales que comprenden el Sistema de Famatina (sierras de Narvéez, La Palca y Las Planchadas), las Sierras Pampeanas y las Sierras Pampeanas Noroccidentales en donde se destaca la Sierra de Fiambalá. Estas unidades están diferenciadas más bien por su origen tectónico que sus litológicas propiamente. El sistema de Famatina se vincula a la Orogenia Famatiniana

ocurrida durante el Cámbrico-Ordovícico; mientras las Sierras Pampeanas se estructuraron más temprano durante la Orogenia Pampeana (Figura 14).

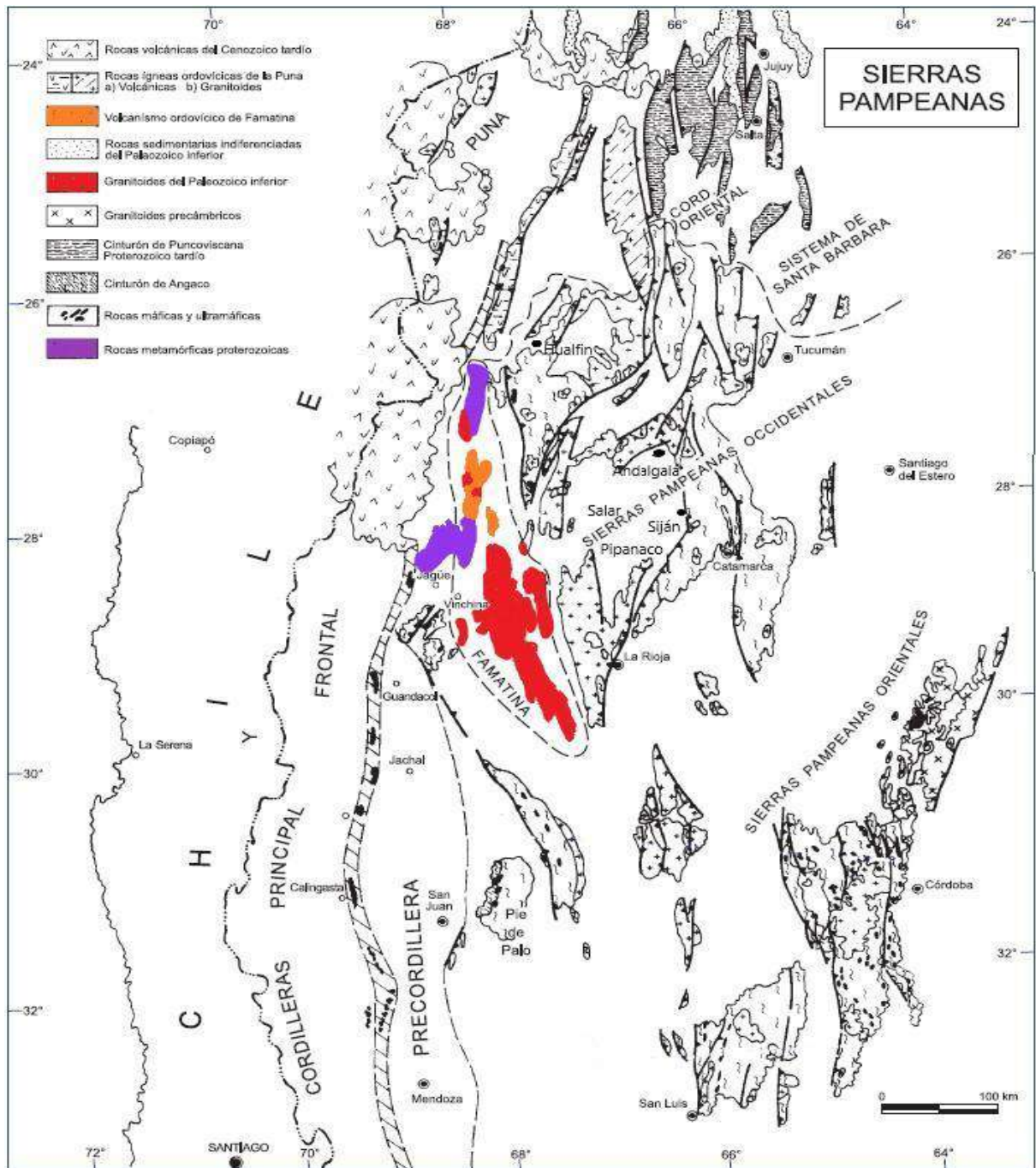


Figura 14. Principales unidades morfoestructurales de la región.

## 2.2. Unidades Morfoestructurales

### SISTEMA FAMATINA

El Sistema de Famatina estructuralmente constituye un bloque central de rumbo N-S integrado por cordones serranos, las sierras de La Palca, Las Planchadas y Narváez. Estos cordones corresponden a bloques elevados por fallas inversas de alto ángulo generadas durante la Orogenia Andina en el Neógeno, la cual reactivó estructuras previas y produjo nuevas fracturas y corrimientos que generaron la estructura actual de los cordones serranos del Sistema de Famatina .

El sector norte del Sistema de Famatina se caracteriza por un núcleo compuesto por basamento leptometamórfico sobre el cual apoyan secuencias volcánico sedimentarias paleozoicas e intruyen granitoides ordovícicos cubiertos por sedimentitas neopaleozoicas (Durand, 1996) (Figura 15). Las secuencias volcánico-sedimentarias, integradas por las formaciones Suri y Las Planchadas, son de edad ordovícica y ambiente marino. Estas unidades no afloran en la zona de estudio, pero caracterizan al Sistema de Famatina ya que no están presentes en Sierras Pampeanas. Durante el Devónico- Carbonífero (Ciclo Achaliano) existió una tectónica extensional que favoreció la intrusión de leucogranitos peralcalinos. Estos granitoides cubren una gran extensión diferenciándose según características petrológicas y geoquímicas en tres complejos magmáticos calcoalcalinos-metaluminosos (Cerro Toro, Ñuñorco y Paimán) (Candiani et al., 2008). Estos granitoides también se conocen en la región como Granito de Narváez.

Las secuencias continentales mesozoicas, depositadas bajo un régimen extensional, fueron posteriormente plegadas junto con otras más antiguas. Estos niveles mesozoicos están conformados por la Formación El Pedernal integrada por sedimentitas continentales asociada a basaltos, depósitos laháricos y diques; y la Formación Vaquerano compuesta por filones capa de composiciones básicas y mesosilícicas.

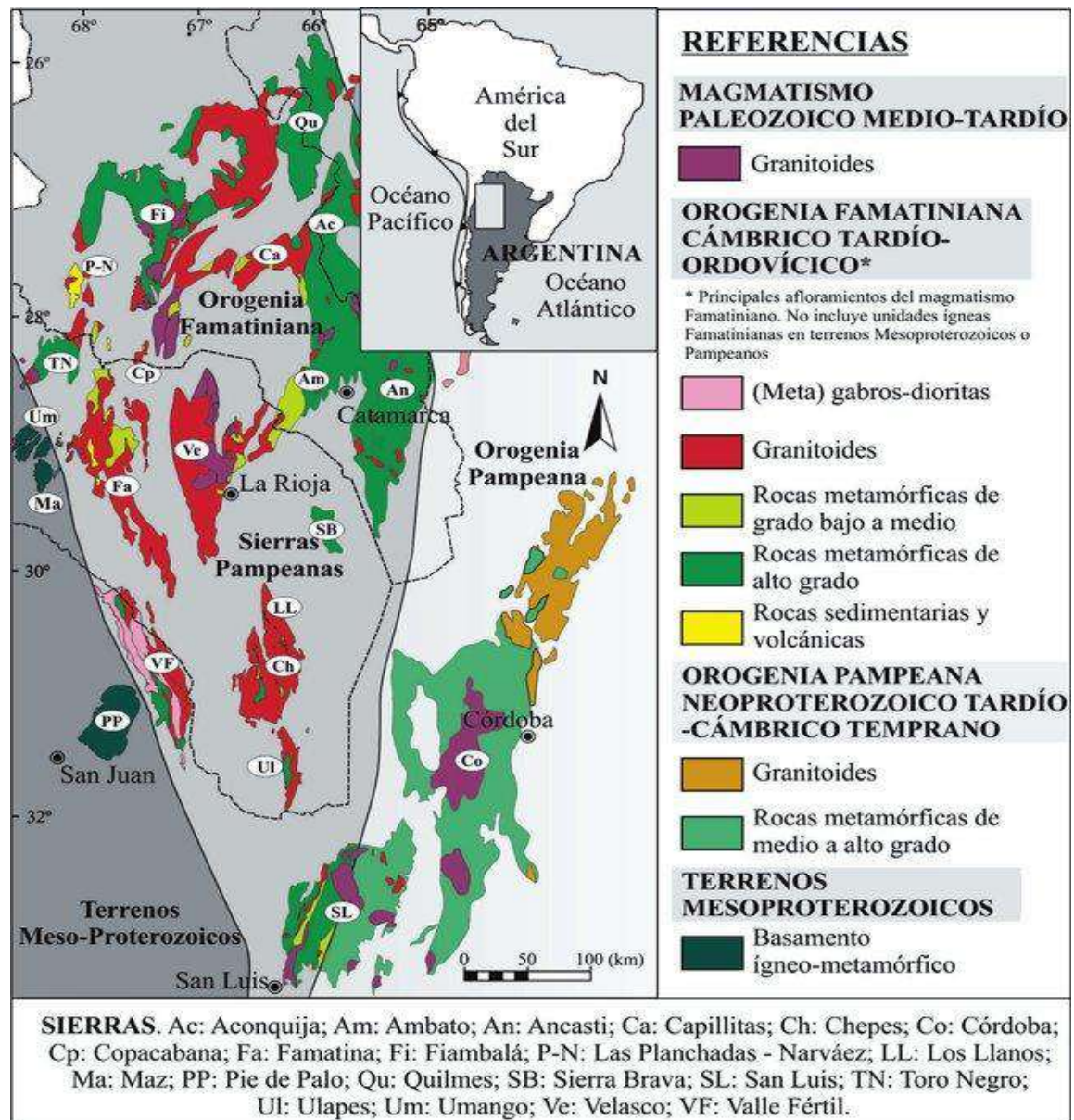


Figura 15 . Principales unidades litológicas asociadas a las orogenias Famatiniana y Pampeana conformando las diferentes unidades morfoestructurales de la región (Alasino et al., 2017).

En el sistema de Famatina, el vulcanismo cenozoico está constituido por numerosas formaciones, manifestado en estratovolcanes, flujos ignimbríticos y lávicos y depósitos de bloques y cenizas de composición predominantemente mesosilícica. Estas sedimentitas cenozoicas conforman un sinclinal asimétrico afectado por un sobrecorrimientos con vergencia al este en el flanco este, conformando un frente orogénico junto con la faja plegada y corrida del valle de Fiambalá (Figura 16). En tanto, la estructura que levanta el bloque de Famatina por el oeste, a lo largo del valle de Chaschuil, es un retrocorrimiento con vergencia al oeste.

En este entorno, el vulcanismo explosivo continuó durante el Cuaternario generando grandes campos de flujos pumíceos.

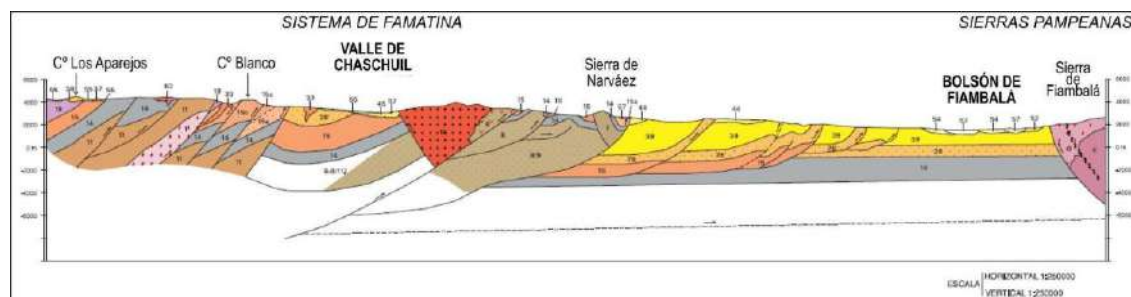


Figura 16 . Esquema estructural del valle de Flambalá desarrollado entre el Sistema de Famatina y las Sierras Pampeanas Noroccidentales.

## SIERRAS PAMPEANAS

Las Sierras Pampeanas están compuestas por un basamento formado por metamorfitas, granitos y rocas de mezcla, de edad precámbrica a paleozoica inferior, que constituye la unidad fundamental del sistema. Este basamento Pampeano está compuesto por rocas metamórficas: pizarras, filitas, micacitas y cornubianitas; en cambio las metamorfitas de origen carbonático y calco-silicático, calizas cristalinas y anfibolitas, son comparativamente escasas. Forman también parte rocas de mezcla, migmatitas, de textura predominantemente venosa (gneises arteríticos) que corresponden al magmatismo Famatiniano. No se ha registrado la presencia de intrusiones básicas o ultrabásicas regionalmente. Estas rocas forman una pila metasedimentaria de espesor considerable, seguramente del orden de los miles de metros, cuya base no es visible. Los afloramientos más extensos se encuentran en la parte norte del sector, principalmente en las Cumbres Calchaquías y en las Sierras del Aconquija, Chango Real, Santa Ana, Humaya y N de las Sierras de Ambato y Ancasti. Gonzalez Bonorino (1950 a,b), reconoció dos fases sucesivas de distinta naturaleza: primero metamorfismo regional; proceso cuya intensidad aumenta en forma gradual de N a S, en relación directa con la presencia de intrusiones granítico-tonalíticas, pequeñas, sintectónicas, migmatizantes y segundo: metamorfismo de contacto, que acusa grados variables de intensidad y se localiza en torno a los batolitos graníticos apotectónicos de bordes definidos y, en general, no migmatizantes.

El basamento está cubierto parcialmente por rocas sedimentarias continentales de edades carbónica, pérmica, triásica, cretácica y terciaria, asociadas en algunos lugares con rocas volcánicas. La estructura interna de las rocas es compleja, producto de varios ciclos antiguos de deformación complicados por el emplazamiento de cuerpos graníticos de diversas categorías y por la recrystalización metamórfica regional y local de las rocas encajantes. El

levantamiento de los cordones montañosos actuales responde a un estilo tectónico de la orogenia andina.

### SIERRAS PAMPEANAS NOROCCIDENTALES

Esta unidad morfoestructural comprende el borde oriental y norte del valle de Fiambalá (Caminos, 1979). Se caracteriza por bloques basculados de metamorfitas y granitoides precámbricos y paleozoicos cubiertos por depósitos continentales del Cenozoico. Estos cordones serranos están limitados por fallas inversas de alto ángulo en superficie que han basculado los bloques, principalmente hacia el oeste.

La deformación de las Sierras Pampeanas Noroccidentales resulta de sucesivos episodios orogénicos, si bien la morfoestructura actual es el resultado de los movimientos neógenos de la Orogenia Andina. La edad de las deformaciones del basamento de las Sierras Pampeanas es aún motivo de discusión asignadas a eventos neoproterozoicos a eocámbricos (Mon y Hongn 1996), preordovícicos (Lucassen et al. 1996), o al Ciclo Famatiniano paleozoico (Aceñolaza y Toselli, 1981). En el extremo sur de la sierra de Fiambalá se observaron esquistos y granitoides milonitizados a modo de fajas de deformación dúctil y una falla regional de edad paleozoica es la que marca el contacto entre las metamorfitas del basamento y las sedimentitas y las leptometamorfitas ordovícicas (Mon y Hongn, 1996). Sin embargo, la deformación dúctil de los granitoides eopaleozoicos se asocian a la Fase Oclóyica del Ordovícico superior.

En la zona de estudio, la sierra de Fiambalá presenta rocas máficas y ultramáficas estratificadas de edad cámbrico-ordovícica, pertenecientes al Complejo Máfico-Ultramáfico de Fiambalá al cual se le adjudica la misma edad que las Metabasitas del valle de Chaschuil. Todas estas unidades están atravesadas por fajas demilonitización precarboníferas. Se destaca la intrusión de cuerpos ácidos en la sierra de Fiambalá (Granito Los Ratonos y Pórfidos riolíticos, aplitas y pegmatitas) durante el Carbonífero.

#### 2.2.1. Estratigrafía regional

La estratigrafía del Sistema de Famatina difiere radicalmente de la aflorante en las Sierras Pampeanas Noroccidentales. Mientras en la primera presenta un basamento metamórfico con sedimentitas ordovícica y términos más jóvenes del Mesozoico y Cenozoico con el desarrollo de un importante vulcanismo cuaternario; las Sierras Pampeanas Noroccidentales se caracterizan por un basamento de metamorfismo de bajo grado e intrusivos carboníferos (Figura 17).

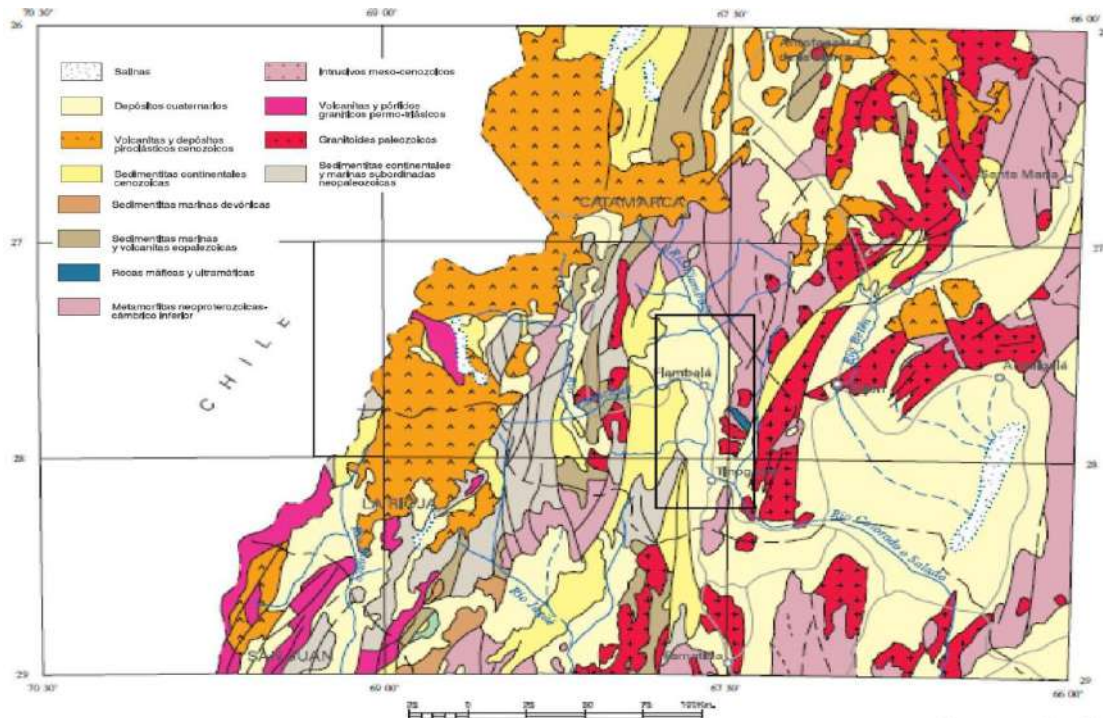


Figura 17. Esquema de las litologías aflorantes en la zona de estudio, el recuadro indica sector estudiado en el presente informe.

## PRECÁMBRICO

### Basamento metamórfico

El basamento está constituido por rocas metamórficas: ampliamente representadas en la Sierra de Fiambalá. Prevalen filitas oscuras, biotíticas, anfibolitas y metacuarcitas en menor proporción y esquistos.

### Rocas graníticas

Corresponden a grandes cuerpos magmáticos de la Sierra de Fiambalá. Los intrusivos del primer evento magmático están muy afectados por la tectónica,

### Rocas migmatíticas

Se observan esquistos inyectados en la zona de migmatización más intensa, ubicada en la cabecera de la Quebrada de Los Ratones y Atamiscal. En la cumbre de esta sierra, las migmatitas más frecuentes son la aplitabiotítica y el gneis asociados con venas pegmatoides.

### Formación Narváz

Se encuentran en la parte oriental de la sierra homónima, constituyendo amplios afloramientos de rocas ígneas, cuerpos graníticos y diques de pórfidos. (Turner, 1967).

## CAMBRICO - ORDOVICICO

## **Formación Loma Corral (2)**

Esta unidad involucra pizarras, filitas y cuarcitas de bajo grado, en algunos sectores intensamente deformadas. Las filitas presentan biotita-cuarzo-muscovita-albita; mientras las pizarras son de color gris verdoso a gris verdoso oscuro, éstas a veces son bandeadas, con delgadas capas micáceas. Esta unidad está afectada por deformación milonítica de presumible edad precarbonífera, abundan las venas de cuarzo. Además, han sido intruidas por granitoides y cuerpos pegmatíticos presumiblemente del Paleozoico superior. Es asignada a una edad prepaleozoica (González Bonorino, 1972) o Precámbrico (Ruiz Huidobro, 1975) y sobreyacen, en discordancia angular, sedimentitas cenozoicas. Estas unidades afloran en el extremo norte del valle de Fiambalá (Ruiz Huidobro 1975) y fueron inicialmente descritas en la sierra de Chango Real (Turner, 1973).

## **Formación Famabalasto (3)**

Esta unidad está integrada por migmatitas, gneises y metagranitos aflorando en la sierra de Fiambalá y al NO de Palo Blanco. Está formada por rocas metamórficas que han sufrido una inyección silíceo-feldespática que varía desde venas cuarzosas aisladas hasta una impregnación mayor con la consiguiente formación de migmatitas graníticas. Las metamorfitas de grado medio a alto están representadas por una litología heterogénea que incluye migmatitas, migmatitas esquistosas, esquistos inyectados y gneises. El grado metamórfico, en general, aumenta de oeste a este, alcanzando migmatización y anatexis (González Bonorino, 1972).

En la sierra de Fiambalá existen extensos afloramientos de gneises migmatíticos, esquistos nodulosos con venillas de cuarzo; los nódulos pueden ser de ortoclasa o de cuarzo y se observan metamorfitas en facies anfibolita, afectadas posteriormente por procesos de metamorfismo retrógrado en el extremo sur de la sierra. González Bonorino (1972) reconoció una variedad textural a la que definió como migmatitas estromatíticas en las que se alternan bandas de metamorfitas con otras de composición granítica. Los metagranitos conforman cuerpos lenticulares o irregulares de dimensiones variables, compuestos por feldespato potásico, cuarzo, escasa plagioclasa, biotita, granate y apatita.

La Formación Famabalasto es la unidad de caja de los cuerpos graníticos carboníferos. Grissom et al. (1998) asignaron el proceso de migmatización al Ordovícico inferior a medio. Estos autores presentaron dataciones por el método U/Pb en monacitas, las que arrojaron una edad aproximada de 472 Ma.

## **Formación Suri**

Esta entidad está constituida por una potente sucesión de lutitas verdosa, arcillitas y areniscas cuarcíticas muy duras, con intercalaciones de grauvacas, tobos y bancos delgados de margas. Toda la unidad presenta un metamorfismo

incipiente, debido en parte a la acción térmica de la dacita; además han influido los filones capas de diabasa.

## CARBONÍFERO

### **Granito Los Ratones (12)**

Esta unidad corresponde a granitos y pórfidos graníticos conocidos como los granitoides de la sierra de Fiambalá que afloran en la parte central de la sierra. Se identificaron tres cuerpos mayores que se denominan Los Ratones, Abra del Paraguay y La Florida, de norte a sur (Penck, 1920; González Bonorino, 1972; Page et al., 1992). La roca predominante del stock Los Ratones es un granito biotítico normal de grano medio, color rosado a gris amarillento. En general está compuesto por microclino, cuarzo, albita, biotita y minerales accesorios. En los bordes se reconocen facies porfíricas, con fenocristales de ortosa y cuarzo en una. Se identifican en este conjunto rocas intrusivas hipabisales representadas por diques lamprofíricos, aplitas y pegmatitas.

La edad carbonífera se asigna debido a aunque estos cuerpos intruyen las formaciones Famabalasto, La Puntilla y La Palca generando aureolas de metamorfitas y cornubianitas de baja. Dataciones K/Ar en biotita indican edades mínimas de  $312 \pm 10$  Ma y  $330 \pm 10$  Ma (Arrospide, 1985; Linares y González, 1990) y dataciones U/Pb en circones, establecen una edad carbonífera para la cristalización de los cuerpos graníticos, entre 325 y 340 Ma (Grissom, 1991).

### **Formación Agua Colorada**

Se trata de sedimentos conglomerádicos, areniscas, lutitas continentales y marinas. En la ladera oriental de las Sierras de Narváez, se encuentran varios afloramientos de reducidas extensiones, debidos a remanentes de la erosión o a pequeños pliegues en las inmediaciones de las grandes fallas longitudinales de la sierra.

## TRIÁSICO – CRETÁCICO

### **Formación El Pedernal (19)**

Esta unidad litoestratigráfica corresponde a areniscas, pelitas, calizas y conglomerados. El ambiente de sedimentación de estos niveles corresponde a un medio fluvial entrelazado, arenoso, de características efímeras en clima semiárido en su parte basal. Hacia el techo se identificó la combinación de procesos fluviales y eólicos; mientras las areniscas rojas y las calizas con estromatolitos indicarían un ambiente continental a marino somero (Fernández Seveso et al., 1991). Esta formación podría correlacionarse con depósitos de edad mesozoica aflorantes en La Rioja, yace en discordancia sobre depósitos pérmicos y está cubierta en discordancia por sedimentitas cenozoicas. En el Sistema de Famatina, esta formación se reconoce al sur de la sierra La Palca, al este de la sierra de Las Planchadas y en el área de la sierra de Narváez.

## MIOCENO

### **Formación Tambería (28)**

Esta unidad fue denominada originalmente como Estratos Calchaquenses (Penck 1920), Turner (1967) le dio el nombre formal de Formación Tambería en el río de la Tambería, en tanto que los depositos situados en el flanco occidental del valle de Fiambalá- Abaucán los denominaron Formación Vinchina bien expuesta en el borde oriental de la sierra de Narvéez. Está compuesta por areniscas, arcosas, conglomerados, pelitas, areniscas tobáceas y tobas. Turner (1967) identificó seis miembros en función de variaciones litológicas, ambientes de sedimentación y áreas de aporte. La unidad presenta un miembro inferior integrado por areniscas de grano fino de color pardo negruzco, seguidas por un segundo miembro de areniscas pardo-rojizas de grano muy fino con estratificación diagonal, luego un tercer miembro con areniscas de grano mediano bien estratificadas rojas parduscas alternantes con arenas grisáceas con intercalaciones muy delgadas de arcillitas pardo-rojizas y lentes de conglomerados. En el cuarto miembro predominan conglomerados de color gris pardusco con intercalaciones de areniscas rojizas y escasos estratos de arcillitas. El quinto miembro está representado por areniscas tobáceas grises verdosas y multicolores con intercalaciones de limolitas parduscas y tobas de color gris verdoso. Se trata de una sucesión fluvial dominada por canales entrelazados con áreas de aporte desde el oeste. En función de magnetoestratigrafía y dataciones radimétricas se le asigna una edad Mioceno superior, comenzando a depositarse a los 8,2 Ma, mientras que los niveles superiores alcanzarían una edad de 5,9 Ma. El límite entre la Formación Tambería y la sobreyacente Formación Guanchín en los 5,7 Ma. Los niveles tobáceos de esta unidad contrastan con la Formación Guanchín, sobreyacente.

## PLIOCENO

### **Formación Guanchín (39)**

Estos depósitos denominados originalmente como Estratos de la Puna fueron estudiados por Penck (1920), luego Turner (1967) los denomina formación. La unidad está constituida por areniscas de color gris amarillento con abundante material piroclástico y, en menor proporción, conglomerados polimícticos. Los conglomerados provenientes del oeste son muy variados en composición (metasedimentitas, vulcanitas, granitos rosados, etc.), redondez y tamaño. Existe un aumento de los conglomerados hacia el oeste, en dirección al frente de falla con el basamento. La unidad se caracteriza por la presencia de bancos tobáceos de color blanco de hasta 1 m de espesor, con muy buena continuidad lateral. Las areniscas son arcósicas y a menudo conglomerádicas con pequeños rodados de rocas volcánicas. Las dataciones radimétricas arrojaron 5,9 y 3,9 Ma. Un nivel de tobas de la cuesta de Loro Huasi arrojó una edad  $40\text{Ar}/39\text{Ar}$  (en biotita) de  $4,50 \pm$

0,15 Ma (Villeneuve, 1999; Rubiolo, 2000 b), ubicándola en el Plioceno. Esta unidad aflora en el borde occidental del valle de Fiambalá (Figura 18).

## PLIOCENO-PLEISTOCENO

### **Rodados de la Puna (44)**

Estos conglomerados polimícticos afloran en el borde occidental del valle de Fiambalá (sierras La Palca, de Las Planchadas y Narváez, y en el cerro Negro de Rodríguez). Corresponde a una secuencia conglomerádica polimíctica suavemente plegada. Los clastos y bloques son angulosos, pocos consolidados, y la matriz es areno-limosa de color pardo. Los clastos y bloques presentan litologías de andesitas, dacitas, granitos, areniscas y pelitas paleozoicas. Posiblemente se originaron luego de la Fase Diaguita, constituyendo un nivel de agradación.

## HOLOCENO

### **Depósitos pedemontanos antiguos (52)**

Los depósitos pedemontanos antiguos están integrados por conglomerados, gravas y arenas, corresponden a un segundo nivel de agradación y su desarrollo es casi simultáneo a la emisión de las andesitas plio-pleistocenas. Esta unidad se distribuye en todo el valle de Fiambalá.

### **Depósitos pedemontanos modernos (54)**

Los depósitos pedemontanos modernos están integrados por arenas y gravas asociados al sistema de drenaje activo incluidos conos aluviales, depósitos de corrientes de barro y depósitos de playa. Se encuentran en todo el valle de Fiambalá,

### **Depósitos eólicos (56)**

Corresponden a potentes depósitos de dunas de arena que cubren antiguas superficies pedimentadas, integrados por arenas, cenizas y pómez. Distribuidos en el borde oriental del valle de Fiambalá

### **Depósitos fluviales aterrazados y de planicies aluviales (57)**

Estos depósitos están compuestos por gravas, arenas y limos de origen fluvial, aunque participan también limos loésicos. Constituyen las planicies aluviales de los ríos de la región.

### **Depósitos ignimbríticos de la Caldera del Cerro Blanco**

En la región de la Sierra de San Buenaventura en el límite con la Puna, se generaron flujos de oleadas piroclásticas denominadas "ignimbritas del Cerro Blanco". Estos niveles han sido datados aproximadamente 4000 años atrás (Fernández et al., 2019).

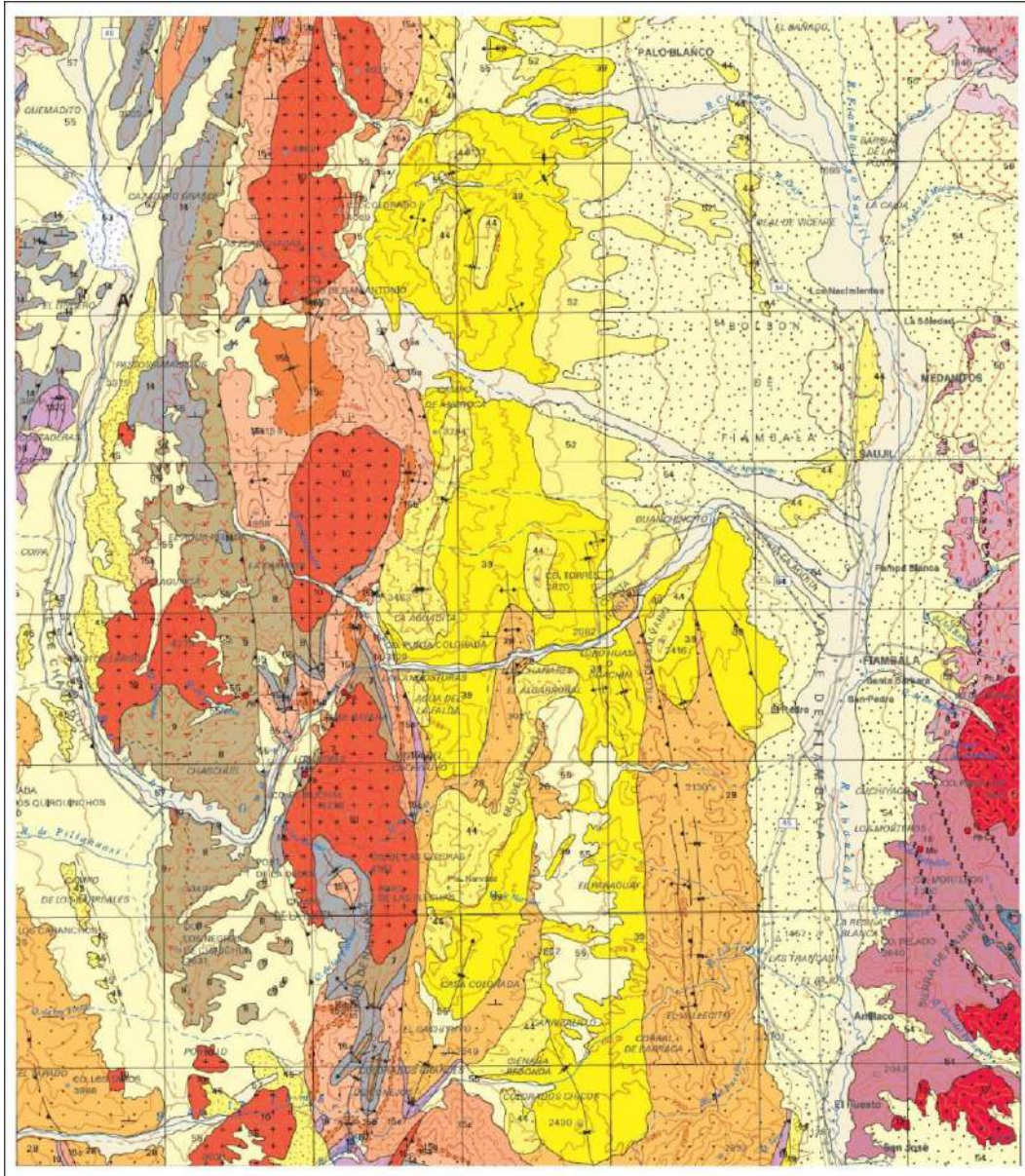


Figura 18 . Mapa geológico tomado de la hoja geológica de SEGEMAR (Rubio et al., 2003), ver litología indicada por número en la descripción estratigráfica de esta misma sección.

### 3. GEOMORFOLOGÍA DE LAS ZONAS DE ESTUDIOS

#### 3.1. Geomorfología del valle del Abaucán

El valle de Fiambalá constituye un gran depocentro denominado bolsón de Fiambalá que se localiza geológicamente entre el Sistema de Famatina (sierras

de Narv ez, La Palca y Las Planchadas) y las Sierras Pampeanas Noroccidentales (sierra de Fiambalá) (Figura 19).

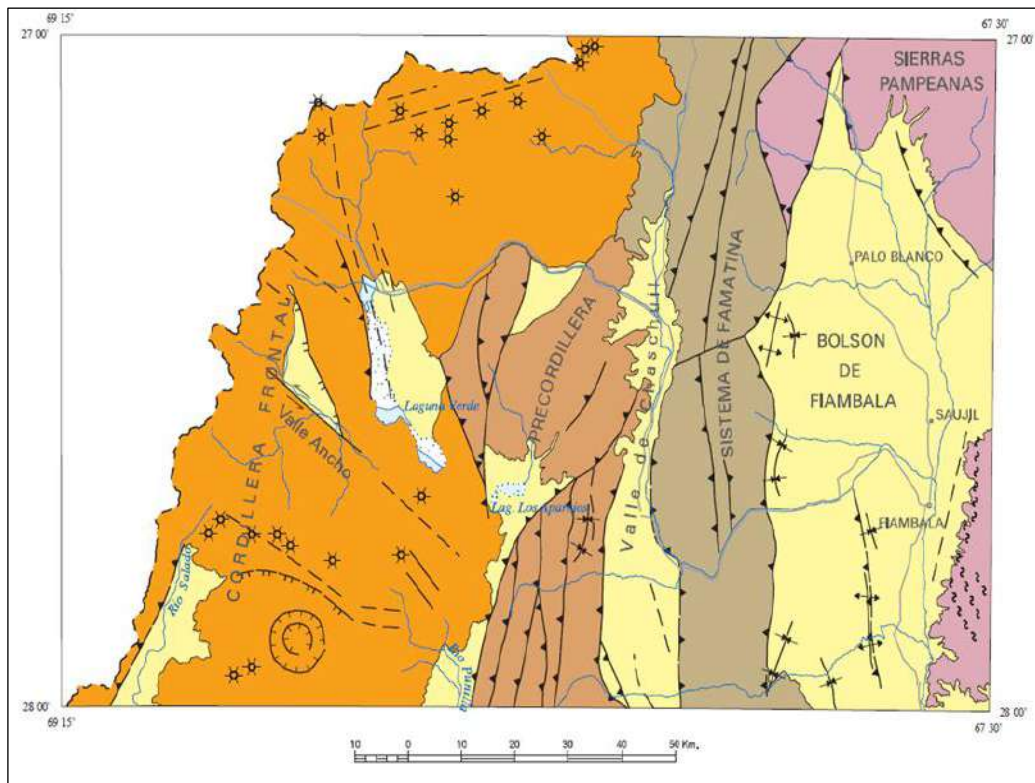


Figura 19 . Unidades morfoestructurales de la región de Fiambalá tomadas de hoja geológica Fiambalá (SEGEMAR, 2003).

Este bolsón se desarrolla como un valle intermontano limitado al oeste por el Sistema de Famatina y al oriente por las Sierras Pampeanas. A lo largo del valle de Fiambalá, ubicado sobre el gran sistema del río Abaucán, se encuentran las ciudades de Tinogasta, Famatina, Saujil y Medanitos, de sur a norte. Esta región presenta una configuración de faja plegada y corrida, a la que se sobre impuso un vulcanismo de arco. Por lo cual el paisaje de la región está condicionado por la evolución tectónica regional, asociada a los procesos endógenos, modificado por la acción fluvial y la meteorización. Las depresiones tectónicas entre los cordones generaron valles elongados en dirección norte-sur por donde circulan los ríos principales de la región que originalmente constituyeron cuencas endorreicas.

En función de los procesos geomórficos dominantes se han distinguido tres unidades: a. Paisaje poligenético estructural-litológico, b. Paisaje de valles y bolsones tectónicos, y c. Paisaje volcánico (Figura 20).

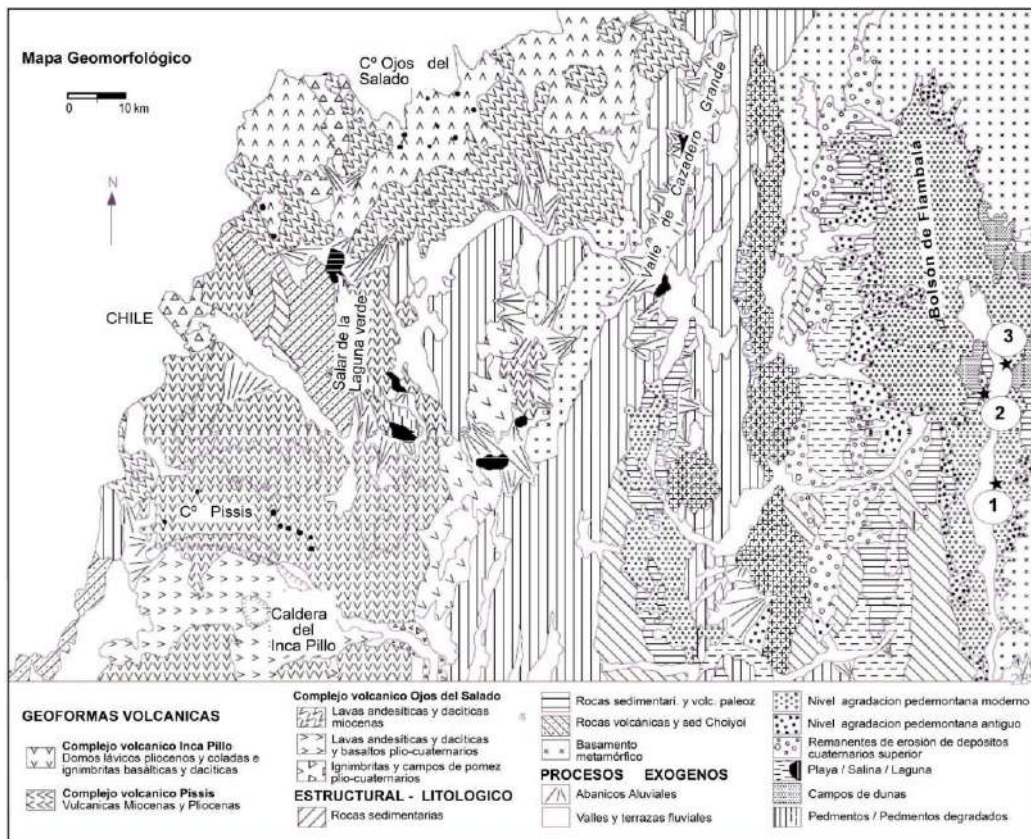


Figura 20 . Mapa geomorfológico tomado de la hoja geológica de SEGEMAR (Rubio et al., 2003).

## Unidades Geomorfológicas

### a. Paisaje poligenético estructural-litológico

Este paisaje corresponde a los sectores serranos que contiene subunidades diferenciadas en función de las litologías dominantes (basamento, granitoides paleozoicos, sedimentitas paleozoicas, vulcanitas del Paleozoico inferior, vulcanitas y sedimentitas del Pérmico y sedimentitas terciarias con diferentes respuestas a los procesos de denudación. El clima árido y frío durante el Cenozoico han favorecido la generación de una cobertura detrítica que tapiza la mayor parte del relieve, especialmente en los sectores cumbrales. Estos materiales son susceptibles de ser movilizados por el escurrimiento superficial y la remoción en masa. En la sierra de Famatina, por encima de los 3500 m, se observa un paisaje aplanado por crioplanación correspondiente a un piso periglacial originado por solifluxión (Garleff y Stingl, 1996). En estos entornos el paisaje es el resultado de la combinación de una serie de procesos, entre los que se encuentran la acción fluvial y los procesos de etchplanación desarrollados durante largos períodos de relativa calma tectónica, aunque dependerá del tipo de roca. Los afloramientos de rocas pérmicas y las sedimentitas terciarias, presentan, más friables pueden generar por erosión diferencial badlands. Este

paisaje se observa en el flanco occidental del valle de Fiambalá. En líneas generales, se advierten numerosos asociados a rills y cárcavas que componen una red de drenaje. También existen niveles de bajadas debido a la coalescencia de abanicos aluviales, formados en varios pulsos de agradación pedemontana. Mientras, los valles de Fiambalá y de Chaschuil-Cazadero Grande están principalmente modelados por la acción fluvial.

### ***b. Paisaje de valles y bolsones tectónicos***

Esta unidad se desarrolla en los valles comprendiendo niveles de agradación pedemontanos (I, II y III), niveles de pedimentos, planicies aluviales, terrazas fluviales, campos de dunas, playas salinas, abanicos aluviales, conos de deyección y taludes.

#### Geoformas fluviales

En estos valles la geomorfias fluviales han tenido un rol fundamental con un fuerte control tectónico. Las cuencas de los valles de Fiambalá y de Chaschuil-Cazadero Grande se han integrado a través de un proceso de capturas, desagando actualmente por el río Guanchín o Chaschuil. La existencia de un drenaje previo hacia la cuenca endorreica de Cazadero Grande-Chaschuil, queda evidenciada por la presencia de abanicos aluviales antiguos con drenaje hacia el oeste, en la zona del campo de la Ojota y en las quebradas de los Negros, de las Zorras y de las Flechas, entre otras. Hacia el sur, el río Tambería posiblemente haya sido un curso antecedente interrumpido durante el último pulso tectónico importante del Pleistoceno inferior. Este curso también se integró desagando en el valle de Fiambalá a través de la profunda y estrecha quebrada de La Troya.

El curso principal que recorre el valle de Fiambalá es el río Abaucán también denominado Fiambalá o Saujil. Este curso presenta un nivel de terraza generada por rejuvenecimiento asociado a la integración de cuencas que permitió el desagüe del valle hacia el sur ya que el nivel de terraza se labró sobre depósitos aluviales del río más antiguos, antiguos niveles pedemontanos y un antiguo nivel de playa salina engendrado-vinculada a un drenaje endorreico de la cuenca en el pasado. Un nivel pedemontano más moderno ha progradado hacia esta terraza que se encuentra cubierto, en parte, por grandes campos de dunas y sectores antropizado principalmente asociado a cultivos de vid.

#### Niveles de bajadas

El relieve positivo creado por la acción tectónica provocó diferentes pulsos de agradación pedemontana que han conformado niveles de bajada coalescentes de abanicos aluviales donde se generaron niveles de pedimentos durante los períodos de calma tectónica. La parte distal de estas bajadas constituyen playas salinas, debido al drenaje endorreico. Se diferencian tres niveles de agradación pedemontana. El Nivel I corresponde a los Rodados de

la Puna constituidos por niveles conglomerádicos del valle de Chaschuil que se disponen cubriendo sedimentos terciarios pedimentados. Estos niveles se ubican generalmente por encima de los 2400 m snm. Se han observado remanentes de erosión en cotas inferiores en las cercanías de Saujil y Medanitos. Estos niveles se habrían formado como respuesta a uno de los últimos ascensos importantes de las sierras, probablemente en el Plioceno-Pleistoceno temprano. Es posible que estos niveles, situados a ambos lados de los valles de Fiambalá y de Cazadero Grande-Chaschuil hubieran estado conectados ya que las sierras que separan ambos valles no tenían las elevaciones que tienen en la actualidad.

El Nivel II de agradación pedemontana corresponde a psefitas que colmataron el valle de Fiambalá debido a un ascenso posterior de la zona. Estos niveles remanentes se encuentran erosionados, sin conexión lateral. Se observan entre 2200 y 2000 msnm en la parte occidental del valle, principalmente en la zona localizada al norte del Filo Calvario y al oeste de la localidad de Fiambalá y entre Saujil y Palo Blanco. Estos niveles asignados al Pleistoceno están afectados por neotectónica.

El Nivel III de agradación pedemontana presenta morfología de bajada en la que los cauces atrincherados denotan la existencia de un nuevo evento erosivo que se puede reconocer en la desembocadura del río Chaschuil o Guanchín en el valle de Fiambalá y en el abanico del zanjón de Apocango. Estos niveles se les asigna una edad Holocena.

#### Niveles de pedimentos

Existen también dos niveles de pedimentos, el más antiguo se identifica en el faldeo occidental del valle entre 2400 y 2800 m snm como una pediplanicie creada durante un período de calma tectónica, concomitantemente con la formación del nivel I de agradación pedemontana (Rodados de la Puna). El nivel de pedimentación más joven se desarrolló en unidades terciarias previamente afectadas por neotectónica. Se observa al pie del cerro Torres, del campo de Anchoca y del Filo Calvario, al oeste de la localidad de Fiambalá. Estos pedimentos se correlacionan con el Nivel II de agradación pedemontana y también están afectados por neotectónica.

#### Depósitos eólicos

La extrema aridez, con precipitaciones inferiores a los 200 mm, la gran disponibilidad de material arenoso, la escasez de vegetación y el uso de la tierra, favorecieron la generación de grandes campos de dunas. Estos depósitos eólicos, generados a partir de la deflación diferencial de materiales aluviales y piroclásticos, presentan diferentes formas según la disponibilidad de arena, la topografía y la dirección de los vientos dominantes, que preferentemente es suroeste-noreste en la zona. Por ello, existe una mayor concentración de dunas hacia el noroeste del valle de Fiambalá. Se ha medido una velocidad de

desplazamiento de 26 m por año para de las dunas del sur de Fiambalá (Viera, 1982). En los sectores localizados en las cercanías de Fiambalá y Saujil dominan pequeñas dunas barjanoides y las acumulaciones de dimensiones pequeñas a medianas, hacia el noroeste aumenta el tamaño de las dunas, formándose crestas barjanoides y dunas transversales en la zona de Medanitos. Las dunas transversales y longitudinales en el flanco oriental del valle de Fiambalá están migrando pendiente arriba del flanco occidental de la sierra homónima, superando estribaciones con alturas de más de 300 metros en la zona de Antinaco, Tatón y al este de Fiambalá (Figura 21).

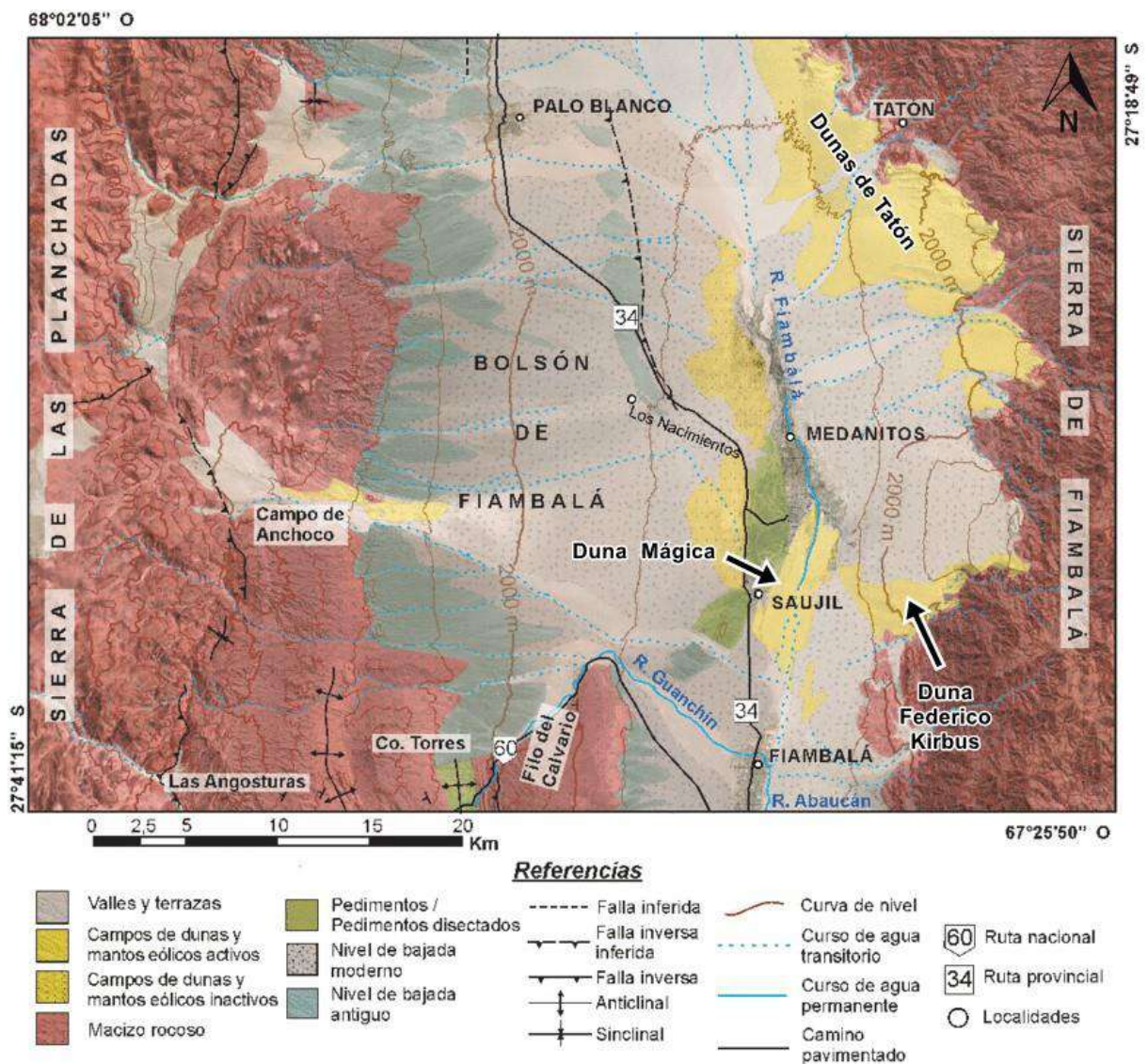


Figura 21. Mapa geomorfológico del sector boreal del Bolsón de Fiambalá con dominio eólico rico en material volcánico.

## Playas

La presencia de playas salinas se asocia a la existencia de zonas deprimidas ocupadas parcialmente por extensas vegas, como en la zona comprendida entre

Cortaderas, Pastos Amarillos y Cazadero Grande. En esta unidad aparecen también depósitos travertínicos en la zona de Cazadero Grande, asociados a la actividad hidrotermal generada como fase póstuma del vulcanismo cuaternario.

### ***c. Paisaje volcánico***

El paisaje volcánico de la región occidental está vinculado al volcán Ojos del Salado (6864 m), volcán Pissis (6882 m) y de la caldera del Inca Pillo (5386 m), todos fuera de la zona de estudio. La morfología volcánica de esta región está representada principalmente por estratovolcanes poligenéticos o volcanes compuestos de composiciones andesítico-dacíticas cuya actividad habría comenzado en el Mioceno superior- Plioceno inferior, tuvo un intervalo sin actividad de 1 Ma y se reactiva en el Cuaternario (González Ferrán et al., 1985). Se pueden observar erupciones fisurales de lavas dacíticas y riolíticas según el sistema de fallas E-O, así como domos y lava-domos de similares composiciones. Las coladas pueden ser de tipo en bloques y, con menos frecuencia, con características de lavas aa. Existen conos de escoria y depósitos piroclásticos como mantos tobáceos y conos cineríticos.

La caldera del Inca Pillo, se caracteriza por la asociación de domos ácidos y extensos mantos ignimbríticos que colmatan casi totalmente la depresión de la caldera. La caldera tenía un diámetro aproximado de 30 km y se observa un cráter de resurgencia de 4 km de diámetro donde se encuentra la laguna Caldera del Inca Pillo. Existen además grandes planicies ignimbríticas en las nacientes de las quebradas del Valle Ancho y de las Tres Quebradas.

## **3.2. Geomorfología del valle de Hualfín**

El valle de Hualfín se conforma como un bolsón intermontano con un importante desarrollo de depósitos cuaternarios. Se diferencian diferentes unidades geomorfológicas bien diferenciadas.

### **a. Conos aluviales**

Estos niveles están constituidos por conglomerados y niveles arenosos con espesores muy variables que alcanzan hasta 80 m de desarrollo. Estos depósitos están expuestos en distintos niveles de bajadas con desarrollo de superficies de glacia que gradan hacia el valle.

### **b. Conos de deyección**

Caídas desde los distintos afloramientos que rodean el valle generan conos de deyección con litologías variadas en función de los afloramientos. Las rocas más antiguas corresponden a la formación Chango Real sobre la que se apoyan rocas terciarias de formaciones El Morterito, Aspero, Cajón y Santa Florentina.

c. Terrazas

Dentro de esta encontramos arenas medias a finas bien laminadas que suelen presentar intercalaciones menores de láminas de limos y arcillas.

d. Llanura de inundación

Constituidas principalmente por arenas con pequeñas láminas de gravas.

e. Depósitos eólicos

Estos niveles se desarrollan bordeando los cursos de agua sin presentar una entidad importante.

### 3.3. Geomorfología del valle de Andalgalá

El paisaje de esta comarca está compuesto por el cordón montañoso de la Sierra de Aconquija y un amplio piedemonte. Dentro de esta comarca se diferencian muy bien ambos ambientes: la zona montañosa y la zona pedemontana (figura 22).

a. Zona montañosa

Los cordones montañosos están separados por valles y amplias depresiones, con un modelado generado principalmente por procesos fluviales y glaciares, aunque en menor medida se observa un antiguo desarrollo de ambiente periglacial. En la actualidad, el modelado del paisaje está asociado a la acción eólica y los procesos gravitacionales o de remoción en masa. En la zona montañosa se observan rocas metamórficas (metamorfitas y migmatitas) y rocas graníticas, mientras que los valles y depresiones están cubiertas por depósitos formados por los sedimentos fluviales y eólicos.

b. Sector pedemontano

En los sectores pedemontanos de la sierra de Aconquija, los cursos fluviales al salir del frente montañoso construyeron sus conos aluviales. Se distinguen de este a oeste los conos aluviales del río Villavil y del río Andalgalá (La Cañada); así como el piedemonte conformado por los ríos De la Virgen, Río Potrero, Río Choya y el Río Amanao. Estos conos presentan grandes extensiones y corresponden a acumulaciones espesas de niveles aluviales que convergen hacia el fondo de los amplios bolsones. Los sedimentos de piedemonte son pocos seleccionados y presentan una rápida disminución del grano hacia el centro de la cuenca, en esta parte empalman con acumulaciones eólicas hacia el Salar de Pipanaco. Las dunas en estos sectores distales avanzan sobre los depósitos aluviales. Además de los depósitos aluviales, existen niveles fluviales propios del

drenaje estable de los valles. Estos sedimentos se distinguen por la mayor estratificación y selección de sus componentes, así también por su menor diferenciación granulométrica en el sentido de la corriente.

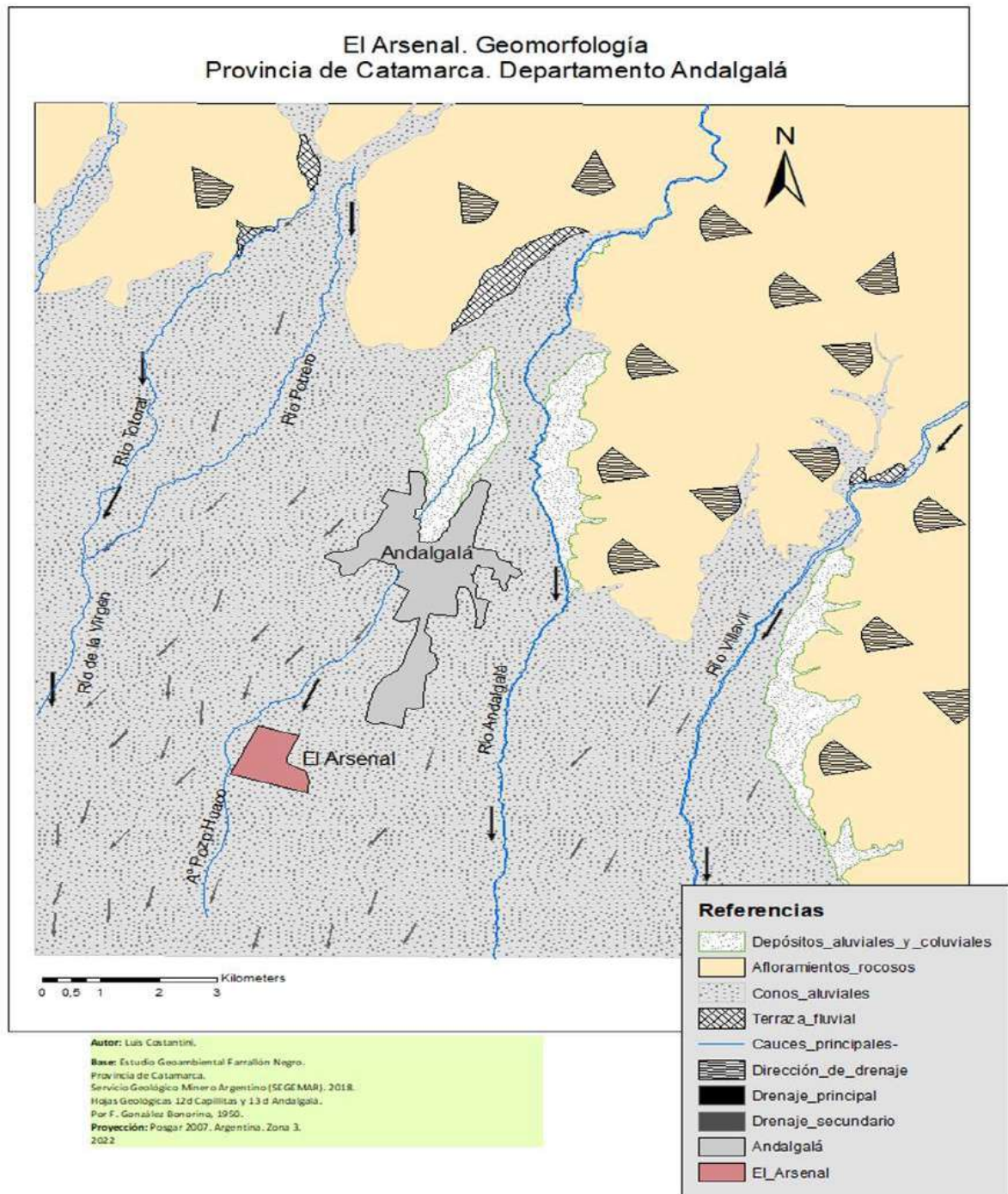


Figura 22 . Mapa geomorfológico tomado del informe de Arsenal (CFI, 2023).

En estos conos se han registrado inundaciones históricas en el siglo XIX y principios del siglo XX que ocasionaron daños graves y pérdidas de vidas

humanas. Es así como el río Andalgalá fue desviado hacia el río de la Cañada quedando inactivo y su flanco oeste fue erosionado y aterrazado por el río Chaquiago posteriormente (Figura 23).

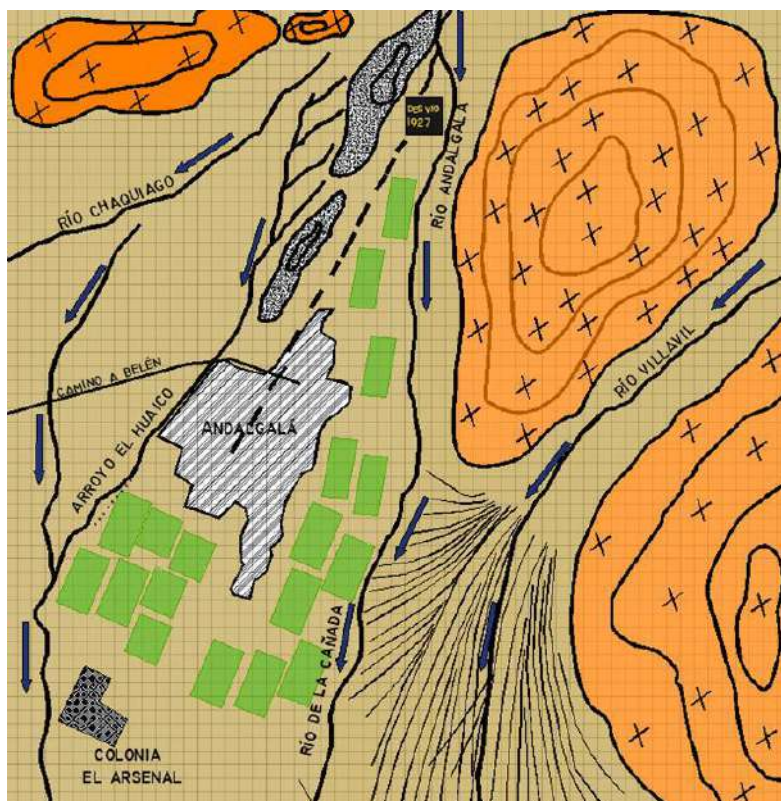


Figura 23 . Disposición actual del río Andalgalá tomado del informe de Arsenal (CFI, 2023).

### 3.4. Geomorfología del valle de Siján

La localidad de Sijan se ubica al pie de la Sierra de Ambato dentro de la depresión estructural del Salar de Pipanaco en el ámbito de la provincia geológica de las Sierras Pampeanas Noroccidentales (Figura 24).

El piedemonte de la Sierra de Ambato constituye un ambiente deposicional en forma de una bajada aluvial que presenta continuidad lateral por la coalescencia de conos aluviales. Esta bajada se desarrolla desde una altitud promedio de 1420 m. snm al pie de la sierra hasta integrarse al Salar de Pipanaco con una altitud media de 720 m. snm. La bajada tiene una pendiente longitudinal media del orden de 3.5 % y recorre una distancia de 20 km hasta el salar (Eremchuk, 2019).

Esta bajada presenta dos niveles deposicionales, uno superior antiguo y uno inferior más reciente por efecto de procesos de neotectónica que ocasionaron el gradual levantamiento de los bloques de la sierra de Ambato. El

nivel superior antiguo ocupa la posición topográfica dominante y pasa en forma gradual a integrarse al nivel inferior. Adosado al pie de sierra incluye un subnivel más antiguo en forma de relictos aislados por efecto de la erosión.

El nivel superior relitico y levantado no tiene conexión hidrológica con la vertiente de la sierra, adoptando el drenaje carácter independiente mediante cañadas erosivas de flujos intermitentes de diseño dicotómico, asociados a los aportes pluviales locales. Los cursos de agua con nacientes en la vertiente de la sierra en su ingreso al piedemonte, han disectado el nivel mediante canales de incisión que dieron lugar a la salida de este, a nuevos conos aluviales activos, en los que se emplaza la localidad de Siján (Barbeito et al., 2021).

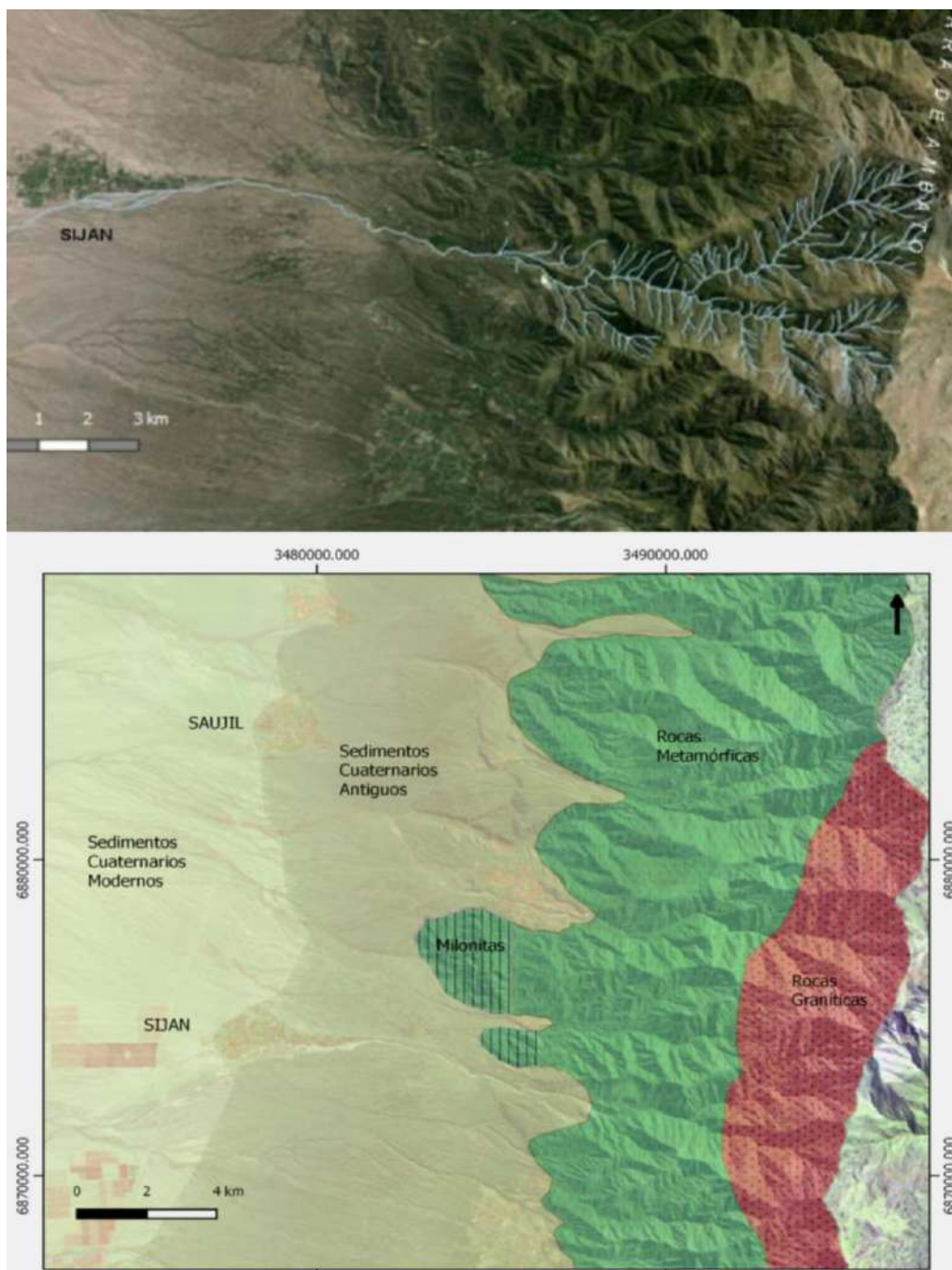


Figura 24 . Contexto geomorfológico de la localidad de Siján (tomado de Barbeito et al., 2016).

### 3.1. Modelo digital de elevación (DEM)

Los estudios de suelos se basan en la evaluación de los factores formadores, sus componentes e interacciones y su manifestación en el espacio. El relieve en particular tiene una fuerte relación con el suelo y su gradación o variación transversal a lo largo de la superficie de ese relieve en lo que se conoce como catena. Los componentes del factor relieve, pendiente y orientación, tienen una relación significativa con la formación del suelo, pero muestran un bajo valor predictivo. Sin embargo, cuando los dos componentes se integran en un modelo la capacidad de predicción se incrementa significativamente (Abarca, 2010). La morfometría es el estudio cuantitativo de las formas del relieve.

El principal uso del DEM en cartografía predictiva de suelos, es la extracción de variables y elementos geomorfométricos entendiendo a las primeras como medidas descriptivas de las formas superficiales (por ejemplo: pendiente, orientación, índice topográfico de humedad) y los segundos como entidades espaciales discretas (por ejemplo: divisoria de cuencas, abanicos aluviales, red de drenaje) (Pike et al, 2009). Cada uno de estos componentes puede ser obtenido mediante algoritmos morfométricos.

Se optó por utilizar como información base de este estudio, el modelo digital de elevación SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Según Roa y Kamp (2008), el modelo digital SRTM cuenta con un comportamiento más estable con relación a las aberraciones de los datos topográficos dados por la influencia de la orientación del terreno, las características internas del sensor, y características externas como aerosoles y vegetación, en comparación con el modelo digital de elevación provisto por el sensor ASTER. El modelo SRTM fue elaborado por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos (NASA). Se obtuvo mediante la técnica de interferometría, que consiste en obtener dos imágenes simultáneas de radar y combinarlas produciendo una imagen de tres dimensiones. El modelo de elevaciones contiene información de alturas para una grilla regular de 3 segundos de arco que para la latitud del estudio equivalen a 30 metros. Cada una de estas celdas de la grilla se denomina píxel. La precisión vertical de este modelo se calcula en unos 10 metros (Farr, 2007) (Figura 25).

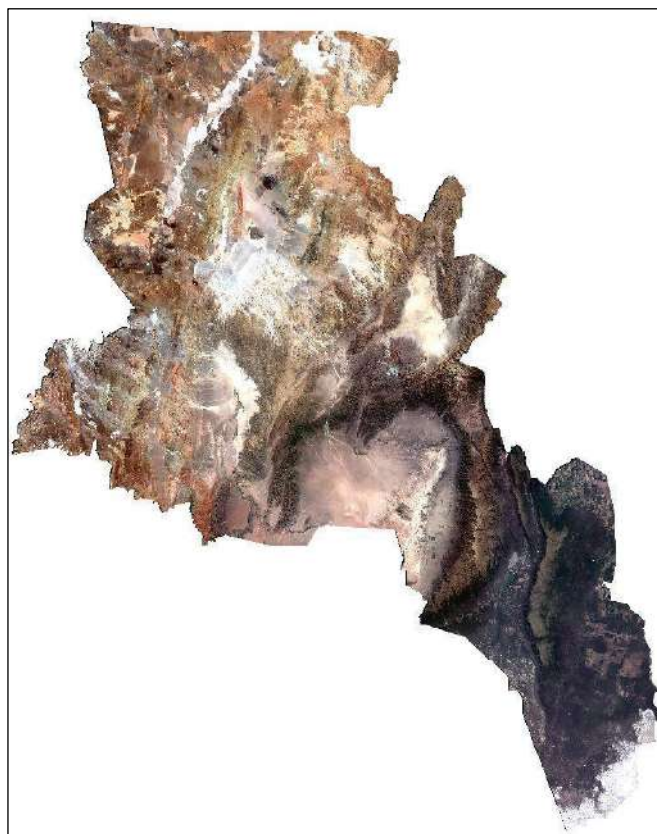


Figura 25 . Modelo Digital de elevaciones previo a nuestro trabajo (tomado de Gobierno de Catamarca)

### 3.2. Índices Morfométricos

Los índices morfométricos son covariables calculadas a partir de modelos digitales de terreno. Actualmente existen una gran cantidad de índices derivados de los modelos digitales de elevaciones o índices morfométricos, presentados en diferentes Softwares específicos como, por ejemplo, SAGA, GVSIG, GRASS, ERDAS Imagine, ENVI, entre los más conocidos. La selección de los índices utilizados fue llevada a cabo en referencia a la bibliografía consultada, donde los índices seleccionados han sido utilizados por diversos investigadores en el campo de la geomorfometría en otras regiones, encontrando en ellos resultados favorables (Abarca, 2010; Martínez-Casanovas, J.A.,1999; Malone, 2011; Drăguț, 2006). Los índices utilizados por el grupo de trabajo para estudios de IG son:

*a. Pendiente:* La pendiente calcula el ángulo existente entre el vector normal a la superficie con respecto a la vertical para cada uno de los píxeles del Modelo Digital de Elevación.

*b. Aspecto:* El aspecto calcula el ángulo existente entre el vector que señala el norte y la proyección sobre el plano horizontal del vector normal a la superficie en cada punto. Este índice muestra la orientación de cada píxel con respecto al norte.

c. *Índice de Curvatura*: Este índice aporta información sobre la concavidad o convexidad de la superficie en un punto dado. Se ejecuta a partir de medidas geométricas basadas en derivadas de segundo grado y los parámetros que expresan esa información se denominan curvaturas. Estas derivadas se pueden calcular en todas direcciones. Las dos direcciones más importantes son la de la máxima pendiente y la perpendicular a ésta. Los valores obtenidos para estas direcciones son, respectivamente, la curvatura vertical y horizontal.

d. *Índice de Convergencia*: Este índice calcula la cantidad de píxeles situada aguas arriba de cada píxel que descargan sobre éste; es decir, los píxeles cuyo flujo, una vez conducido aguas abajo, converge en dicho píxel. Este índice muestra para valores negativos una alta convergencia y valores positivos una convergencia muy baja, como es de esperar los valores más altos de convergencia se dan en los sectores donde se desarrollan cursos de agua y en arroyadas difusas sobre laderas escarpadas.

e. *Longitud de la pendiente (L-S Factor)*: La longitud de la pendiente se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente, al grado en que ocurre el depósito, o bien, hasta el punto donde el escurrimiento encuentra un canal de salida bien definido. Este factor se utiliza para calcular el efecto de la topografía sobre la erosión.

f. *Índice de humedad topográfica*: El índice de humedad fue originalmente desarrollado para predecir las áreas saturadas y también para predecir la profundidad del nivel freático del suelo. Posteriormente ha sido empleado para predecir el contenido de humedad del suelo y para identificar áreas de erosión y/o deposición potencial de materiales y para la predicción del desarrollo de cárcavas. Valores altos del índice de humedad indican potencial para la acumulación de agua en el suelo y coincide con aquellas zonas de baja pendiente y con un valor de área de drenaje específico alto. Valores bajos del índice de humedad indican bajo potencial topográfico para la acumulación de agua en el suelo, ya sea por tratarse de un área con una cuenca de captación pequeña o por un alto valor de pendiente, indicador de suelos bien drenados.

Otro tipo de aplicaciones del índice de humedad, junto con la pendiente del terreno, es la predicción de propiedades del suelo. La topografía determina la distribución del agua en el suelo y los procesos erosivos influyendo en la erosión – deposición de materiales, el lavado de nutrientes y minerales, el contenido de materia orgánica, la profundidad del suelo, etc. Se espera que para los sectores con mayor humedad topográfica se encuentren suelos más desarrollados si su pendiente es baja, o suelos erosionados en sectores de alta pendiente. Para los sectores con un valor de humedad topográfica bajo o muy bajo, es esperable que posean una edafización pobre o nula.

*g. Distancia vertical a la red de drenaje:* Este indicador mide la diferencia de altitud entre el píxel y la red de drenaje, Valores altos de esta variable indican alta energía potencial que podrían corresponderse con alto riesgo de erosión hídrica.

*h. Índice multiresolución de fondo de valle:* Este índice se desarrolló como un primer paso para caracterizar áreas deposicionales. Estima a diferentes escalas, y por lo tanto diferentes tamaños de valles, la posición de cada píxel respecto del fondo de valle. Valores altos se corresponden a zonas en depresiones y valores bajos a zonas en posiciones altas del paisaje.

*i. Índice de acumulación de flujo superficial:* Es un estimador de la fuerza erosiva del flujo superficial. Este índice fue concebido a partir del índice de convergencia y la pendiente, con el fin de predecir las áreas potenciales con riesgo de desarrollo de cárcavas debido a la concentración del flujo superficial. Indica las áreas donde existe potencial para la concentración del flujo superficial y donde, además, la pendiente puede producir que el flujo alcance una velocidad tal que provoque la incisión del flujo con el consiguiente desarrollo de cárcavas.

## 4. INTEGRACIÓN DE LA GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y PEDOLOGÍA EN ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN O ZONIFICACIÓN VITIVINÍCOLA

Como lo señalan las directrices de la OIV (2012) sobre metodologías de zonificación vitivinícola a nivel del suelo, los aportes y limitantes de las distintas disciplinas científicas serían:

- La geología permite un enfoque sintético que se adapta a zonificaciones a pequeña escala ( $\leq 1/50\ 000$ ). Es indispensable tener un conocimiento previo de la geología local para realizar la cartografía de los suelos. La geología no permite, o permite en escasa medida, explicar el funcionamiento de la viña.
- La geomorfología permite un enfoque sintético que se adapta a zonificaciones a pequeña escala ( $\leq 1/50\ 000$ ). La geomorfología facilita la comprensión de la distribución de la profundidad del suelo en una

región determinada. La geomorfología no permite, o permite en escasa medida, explicar el funcionamiento de la viña.

- La pedología (cartografía de los tipos de suelos) constituye un enfoque adaptado a zonificaciones a mediana o gran escala ( $\geq 1/25\ 000$ ). Para elaborar mapas pedológicos, es necesario el uso de sondeos con barreno y el estudio de perfiles (calicatas) del suelo. La pedología permite establecer lazos con el funcionamiento de la viña

La zonificación puede requerir varios enfoques simultáneos. La combinación de un enfoque geológico, geomorfológico y pedológico permite producir una zonificación pertinente.

## 5. SUELOS DE CATAMARCA

### 5.1. Origen Y Características De Los Suelos De La Provincia

La fuente de información de suelos de la provincia de Catamarca más adecuada y reciente para el presente apartado es la que se corresponde con la descripción de las unidades cartográficas del Atlas de Suelos de la República Argentina (Panigatti, 2010; SAGyP-INTA, 1990). La figura 26 presenta el mapa provincial con las unidades identificadas y su correspondiente leyenda (figura 27).

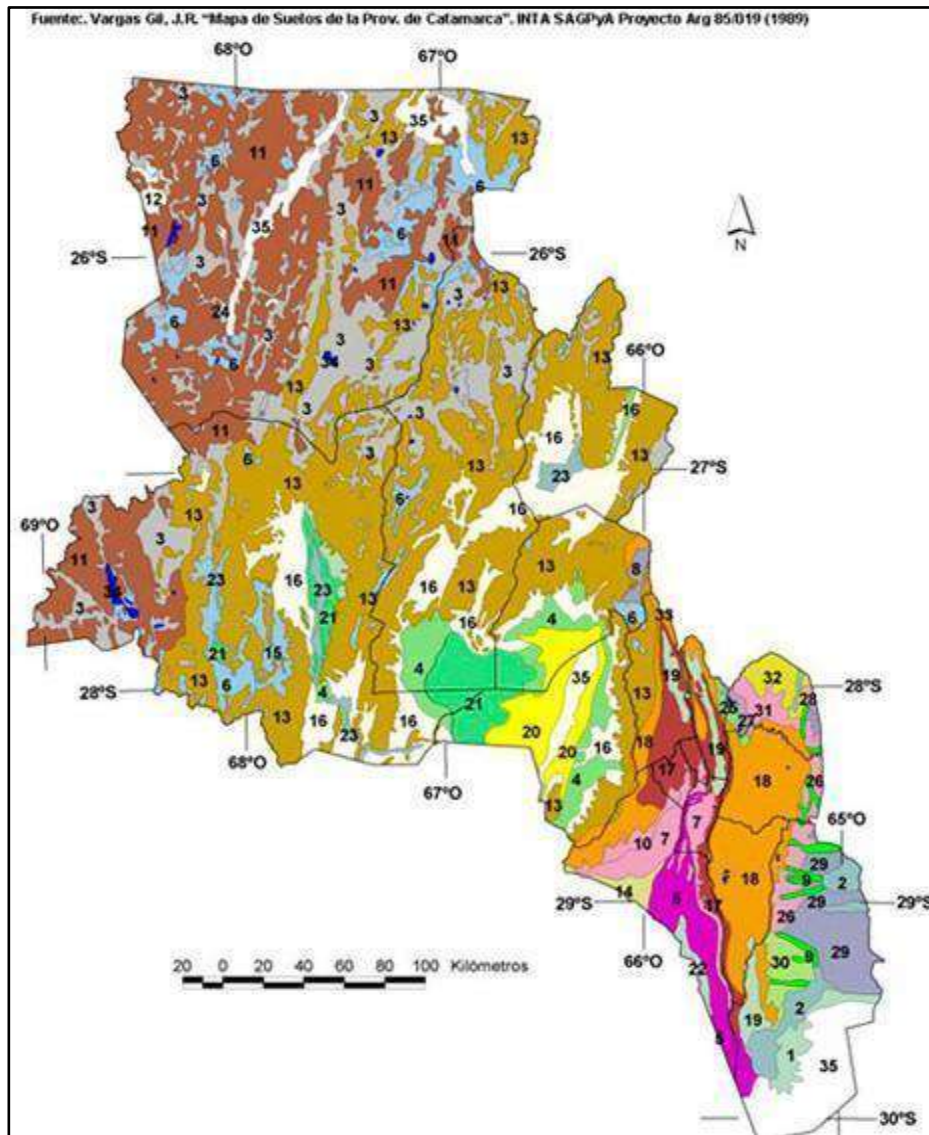


Figura 26 . (a) Mapa de unidades edáficas de la Pcia. de Catamarca (Panigatti, 2010; SAGyP-INTA, 1990).

ORDENES	PAISAJE	PRINCIPALES SUELOS	Símbolo
ALFISOLES	Llanuras aluviales bajas	Natracualfes típicos	1
	Llanuras aluviales y bañados	Natracualfes típicos	2
ARIDISOLES	Piedemontes y conos aluviales en tierras bajas	Paleargides típicos	3
	Piedemontes y conos aluviales en tierras intermedias	Cambortides típicos	4
	Llanuras aluviales en tierras bajas	Cambortides típicos	5
ENTISOLES	Piedemontes y conos aluviales en tierras altas	Cambortides típicos	6
	Piedemontes y conos aluviales en tierras bajas	Ustifluentes típicos	7
	Piedemontes y conos aluviales en tierras intermedias	Ustifluentes típicos	8
	Vías de escurrimiento y planos aluviales	Ustifluentes típicos	9
	Piedemontes y conos aluviales en tierras bajas	Ustifluentes típicos	10
	Cadenas montañosas, cerros y colinas en tierras altas	Roca + Criortentes andépticos	11
	Acumulaciones de acarreo aluvial	Torriortentes taptórgicos	12
	Cadenas montañosas, cerros y colinas en tierras altas	Roca + Torriortentes líticos	13
	Planicies limo-loessóides con barrales	Torriortentes típicos	14
	Transición submontañosa de relieve quebrado	Torriortentes típicos	15
	Piedemontes y conos aluviales en tierras intermedias	Torriortentes típicos	16
	Cadenas montañosas, cerros y colinas intermedias	Roca + Ustortentes líticos	17
	Sierras y colinas intermedias	Roca + Ustortentes líticos	18
	Bajadas en cauce en tierras intermedias	Ustortentes típicos	19
	Derrames y conos aluviales abiertos	Torrip samentos taptórrifluentes	20
	Derrames y conos aluviales suaves	Torrip samentos taptórrifluentes	21
	Depósitos de arena	Torrip samentos típicos	22
	Depósitos de arena	Torrip samentos típicos	23
INCEPTISOLES	Llanuras de inundación	Halacueptes típicos	24
	Sierras, cerros y colinas de altura intermedia	Haplumbreptes énticos	25
MOLISOLES	Piedemontes y conos coalescentes en tierras bajas	Argiustoles údicos	26
	Piedemontes y conos coalescentes en tierras bajas	Argiustoles údicos	27
	Bajos tendidos y bañados	Haplustoles énticos	28
	Llanura estabilizada en tierras bajas	Haplustoles típicos	29
	Piedemontes y conos aluviales en tierras bajas	Haplustoles típicos	30
	Piedemontes y conos coalescentes en tierras bajas	Haplustoles údicos	31
	Piedemontes y llanuras estabilizadas	Haplustoles údicos	32
	Piedemontes, conos de deyección y terrazas	Paleustoles údicos	33
	Lagunas	Lagunas	34
	Salinas	Salinas	35

Figura 27. (b) Leyenda del mapa de unidades edáficas de la Pcia. de Catamarca (Panigatti, 2010; SAGyP-INTA, 1990).

## 5.2 Relevamientos de suelos en los Valles Vitícolas.

Los suelos presentes en los valles relevados, son de origen aluvio-coluvial. Su principal característica es que se trata de suelos jóvenes sin desarrollo pedogenético constituidos por dos o más capas de suelo de diferente composición textural e integrados a una matriz con abundantes gravas y gravillas en superficie

sobre las posiciones altas del paisaje mientras que en las posiciones bajas (llanura de inundación) predominan las arenas entre medias y muy finas dentro de las cuales resulta sencillo identificar piedra pómez en la matriz y acompañadas con limo y arcilla ambas fracciones en baja proporción. La variación en la disposición de estas capas es la resultante de los distintos procesos de aluvionamiento y sedimentación de los ríos, a los que se suman, además, la participación de importantes depósitos eólicos provenientes de la cordillera que formaron campos de dunas de dimensiones muy significativas.

De la recopilación bibliográfica realizada hemos podido concluir que son escasos o nulos los antecedentes existentes sobre estudios de suelos a escala de semidetalle o detalle (1:75000 a 1:25000 respectivamente). Estos, a diferencia de la información accesible del Atlas de Suelo Nacional (Escala 1:500.000), tienen por finalidad la generación de información (bases de datos) para realizar trabajos de zonificación edafoclimática de cultivos (principalmente frutales).

La figura 28 presenta un recorte de los mapas de órdenes y subgrupos de suelos reconocidos, para el departamento Tinogasta, a partir del trabajo original (Panigatti, 2010; SAGyP-INTA, 1990).

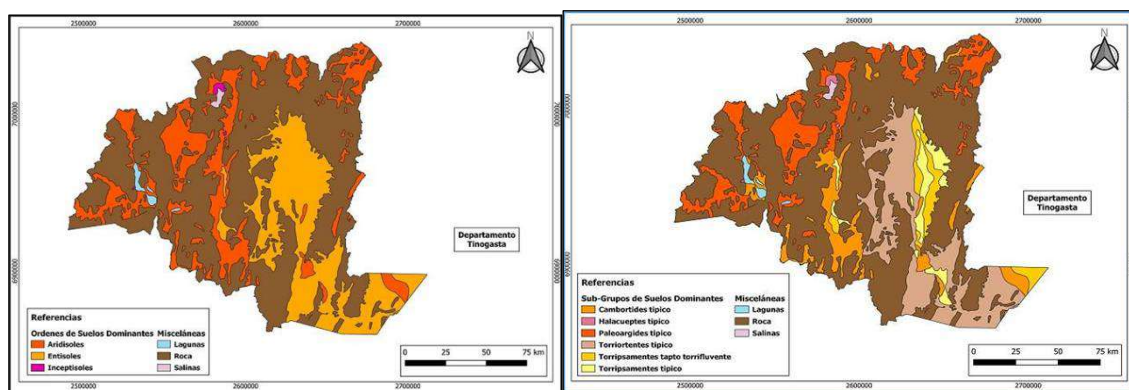


Figura 28 . Clasificación Taxonómica de los órdenes (IZQ) y subgrupos de suelos identificados en el Dpto. Tinogasta, Provincia de Catamarca (Atlas de Suelos INTA 1990)

Debido a que las características morfológicas de los suelos están controladas fundamentalmente por la acción del relieve, es que se conforman los distintos ambientes edáficos los cuales es posible describir de la siguiente manera:

- a) **Suelos esqueléticos:** presentes en ambientes de llanura aluvial moderna, arroyos temporarios y aluviones del río Guanchín, se caracterizan por ser muy pedregosos, con relieve normal (pendientes 1-3%), algo excesivamente bien drenados y con rodados en superficie y a distintas profundidades dentro de la sección de control del perfil. Estos suelos tienen

una aptitud marginal para riego de tipo tradicional, mientras que, con riego por goteo cultivos de vid y olivo se desarrollan favorablemente.

- b) **Suelos de sedimento fino de la planicie fluvial moderna**, se caracterizan principalmente por su textura Franco arenosa en el suelo y arenosa franca en profundidad, el espesor de la capa de sedimento supera ampliamente los 2 m. Se trata de los suelos de mayor aptitud local para riego gracias al relieve subnormal y a la capacidad de retención de agua en el perfil.
- c) **Suelos arenosos de las “llanuras onduladas”**: Constituidos por suelos con contenidos de arena superiores a 60% debido al aporte eólico. Es común identificarlos en la periferia de los oasis irrigados ya que se trata de sedimento eólico que al ponerse en contacto con barreras arbustivas y zonas urbanas, se deposita formando médanos de variado tamaño. Tienen escasa aptitud para riego de cultivos generales. Se aconseja estabilizar estos ambientes mediante la forestación con especies adaptadas.

Desde la clasificación estrictamente taxonómica (USDA, NRCS), los suelos vitícolas descriptos pertenecen al orden Entisol mayoritariamente, sin embargo, se presentan algunos ambientes pertenecientes al orden Aridisol. A continuación, se describen las particularidades de cada orden de suelo.

#### Entisoles

Los suelos provienen de materiales aluviales y aluviales-coluviales, con la característica de que se trata de suelos jóvenes, inmaduros, con escaso desarrollo de horizontes pedogenéticos, depositados por los ríos en el cuaternario tardío. Los materiales de los suelos provienen del transporte y sedimentación de los ríos, procesos eólicos y derrubios coluviales de las formaciones montañosas periféricas. Los pertenecientes a la ex llanura de inundación de los ríos generalmente son profundos de variada granulometría y heterogénea distribución constituidos por una alternancia de capas que responden en cierta medida a la capacidad de arrastre del río y el relieve preexistente sobre el cual fueron depositados sus materiales a lo largo del cuaternario.

#### Aridisoles

Se forman en clima árido o semiárido. Dominan los desiertos y los matorrales xéricos. Tienen una concentración muy baja de materia orgánica, lo que refleja la escasez de producción vegetativa en estos suelos secos. La deficiencia de agua y el clima adverso son las principales limitantes. La lixiviación limitada en aridisoles a menudo resulta en uno o más horizontes de suelo subsuperficiales en los que se han depositado minerales tales como arcillas de silicato, sodio, carbonato de calcio, yeso o sales solubles. Estos subsuelos

también pueden estar cementados por carbonatos, yeso o sílice. La acumulación de sales en la superficie puede provocar salinización.

La figura 29 presenta un recorte de los mapas de órdenes y subgrupos de suelos reconocidos, para el departamento Belén, a partir del trabajo original (Panigatti, 2010; SAGyP-INTA, 1990).

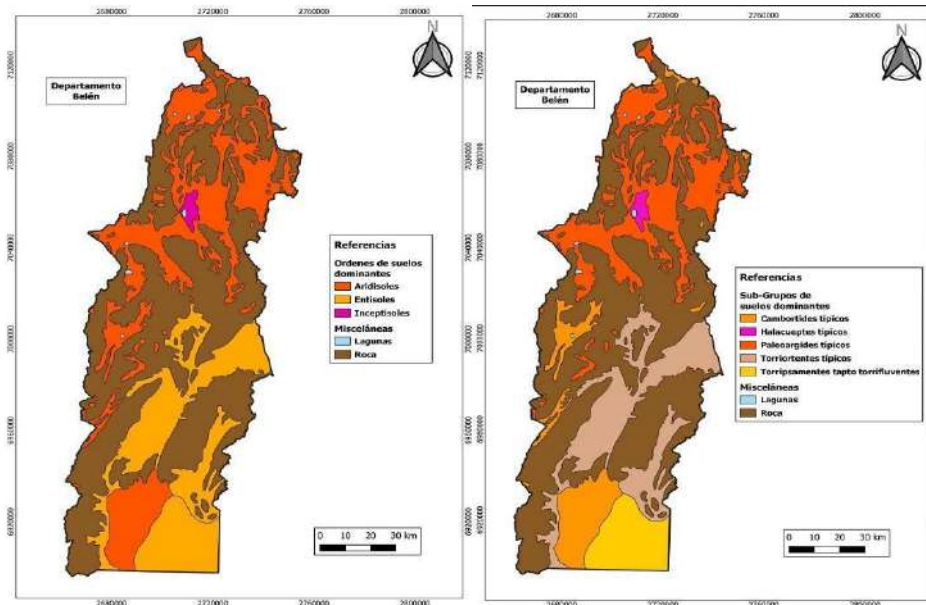


Figura 29 . Clasificación Taxonómica de los órdenes (IZQ) y subgrupos de suelos identificados en el Dpto. Belén, Provincia de Catamarca (Atlas de Suelos INTA 1990)

La figura 30 presenta un recorte de los mapas de órdenes y subgrupos de suelos reconocidos, para el departamento Andalgalá, a partir del trabajo original (Panigatti, 2010; SAGyP-INTA, 1990). De igual manera, la figura 31, presenta los recortes para el dpto. Pomán.

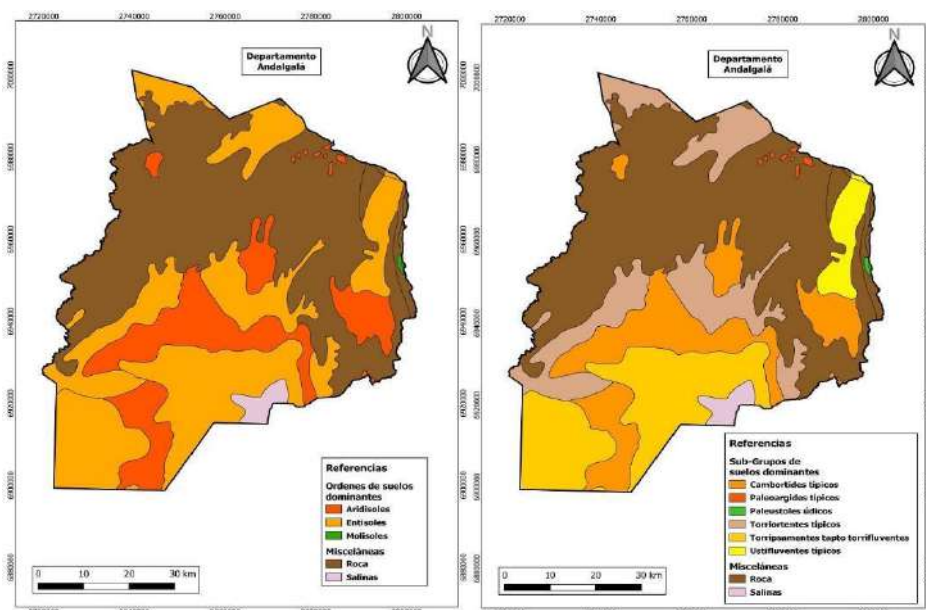


Figura 30 . Clasificación Taxonómica de los órdenes (IZQ) y subgrupos de suelos identificados en el Dpto. Andalgalá, Provincia de Catamarca (Atlas de Suelos INTA 1990)

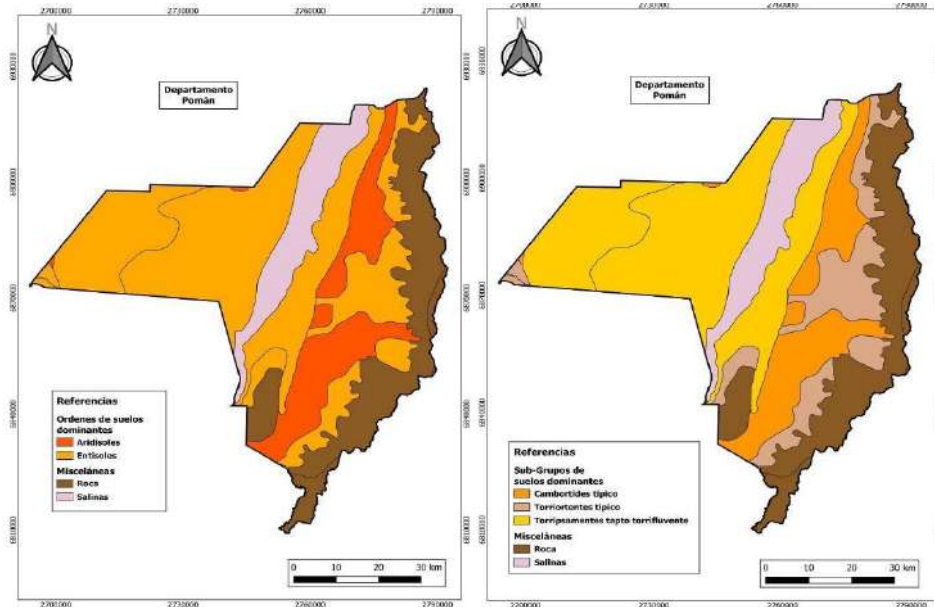


Figura 31 . Clasificación Taxonómica de los órdenes (IZQ) y subgrupos de suelos identificados en el Dpto. Pomán, Provincia de Catamarca (Atlas de Suelos INTA 1990)

## 6. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

### 6.1 Estudios Geológicos y Geomorfológicos

Se relevó la información geológica a partir de las hojas geológicas elaboradas por SEGEMAR (Cuadro 1). Se consultó la bibliografía previa de la zona del valle de Fiambalá (Tinogasta-Fiambalá-Saujil). Se realizaron estudios geomorfológicos y análisis del paisaje mediante sensores remotos estableciendo las geoformas identificables, aunque en algunos sectores, el desarrollo agrícola ha borrado los signos esenciales de las geoformas originales. Se realizó conteo de bloques en el caso de suelos gruesos para determinar la composición litológica en los suelos (Figura 32). Se realizó un análisis del terreno mediante el modelo digital de elevación (MDE resolución 30 x 30 m) del Instituto Geográfico Nacional. A partir de dicho MDE se realizó un procesamiento en el software SAGA V2.0.8 (SAGA UserGroup, 2013), para definir la morfometría del sector, con el objeto de calcular los índices morfométricos: Pendiente, Aspecto, Índice de Curvatura, Índice de Convergencia, Longitud de la pendiente (L-S Factor), Índice de humedad topográfica, Índice multi-resolución de fondo de valle y distancia vertical a la red de drenaje, conforme con la metodología propuesta por Olaya (2004).

**Cuadro 1 Listado de hojas geológicas consultadas.**

Hoja geológica	Escala
2769-IV Fiambalá	1:250.000
2969-II, Tinogasta	1:250.000
13c Fiambala	1:200.000
12d- Capillitas	1:200.000
2966-I, Aimogasta	1:250.000





Figura 32 . Conteo de bloques en el caso de suelos gruesos para determinar la composición litológica en los suelos. Subzona Tinogasta

## 6.2. Estudios de suelo

Con el presente proyecto se pretendió relevar los suelos de aquellas zonas o localidades de la provincia de Catamarca que, en la actualidad, cuentan con cultivos comerciales de vid implantados según registros de INV (Instituto Nacional de Vitivinicultura). El cuadro 2 detalla el tamaño y la importancia relativa de la actividad vitícola en la provincia.

Las subáreas cubiertas por el presente estudio se visualizan en las figuras 33 y 34. Las localidades que quedaron relevadas con el presente proyecto son: Tinogasta, Fiambalá, Saujil y Medanitos del Dpto. Tinogasta; Hualfín del Dpto. Belén; Andalgala del Dpto. homónimo y Siján del Dpto. Pomán. Las giras de campo se realizaron entre septiembre de 2022 y mayo de 2023.

**Cuadro 2 Distribución del cultivo de Vid en los departamentos de la Provincia de Catamarca.**

Fuente: Censo vitícola (INV 2022)

PROVINCIA : CATAMARCA					
DEPARTAMENTOS	VIÑEDOS		SUPERFICIE		Tamaño medio del viñedo (ha)
	Cantidad	% sobre total	Hectáreas	% sobre total	
TINOGASTA	1.043	79,0	1.806,1	63,9	1,7
SANTA MARIA	151	11,4	770,5	27,2	5,1
BELEN	102	7,7	197,5	7,0	1,9
POMAN	15	1,1	37,6	1,3	2,5
CAPAYAN	2	0,2	8,7	0,3	4,4
ANDALGALA	7	0,5	7,1	0,3	1,0
VALLE VIEJO	1	0,1	0,8	0,03	0,8
<b>TOTAL CATAMARCA</b>	<b>1.321</b>	<b>100,0</b>	<b>2.828,3</b>	<b>100,0</b>	<b>2,1</b>

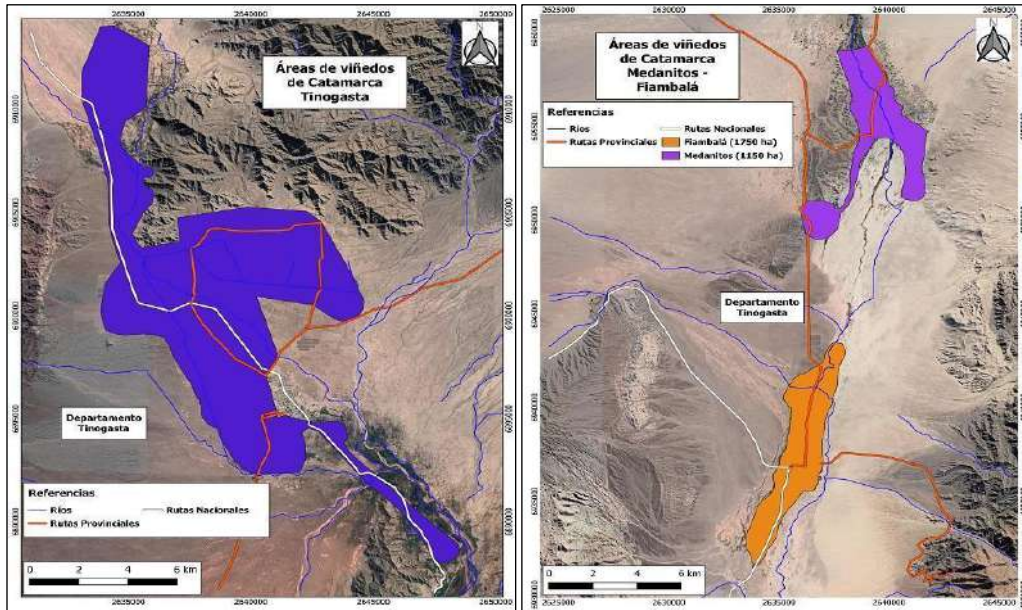


Figura 33 . Detalle de las áreas seleccionadas para el estudio geomorfoedáfico. Tinogasta (IZQ) y Saujil - Medanitos (DER).

La primera etapa del abordaje del trabajo estuvo basada en recopilar antecedentes de estudios de suelos a cualquier escala de detalle y se analizó el terreno mediante imágenes satelitales procediendo a posteriori a definir los sitios de muestreo. Esto último se realizó tomando numerosos criterios entre los que se destacan la escala de trabajo (grado de detalle) y la cantidad de ambientes edáficos posibles de encontrar.

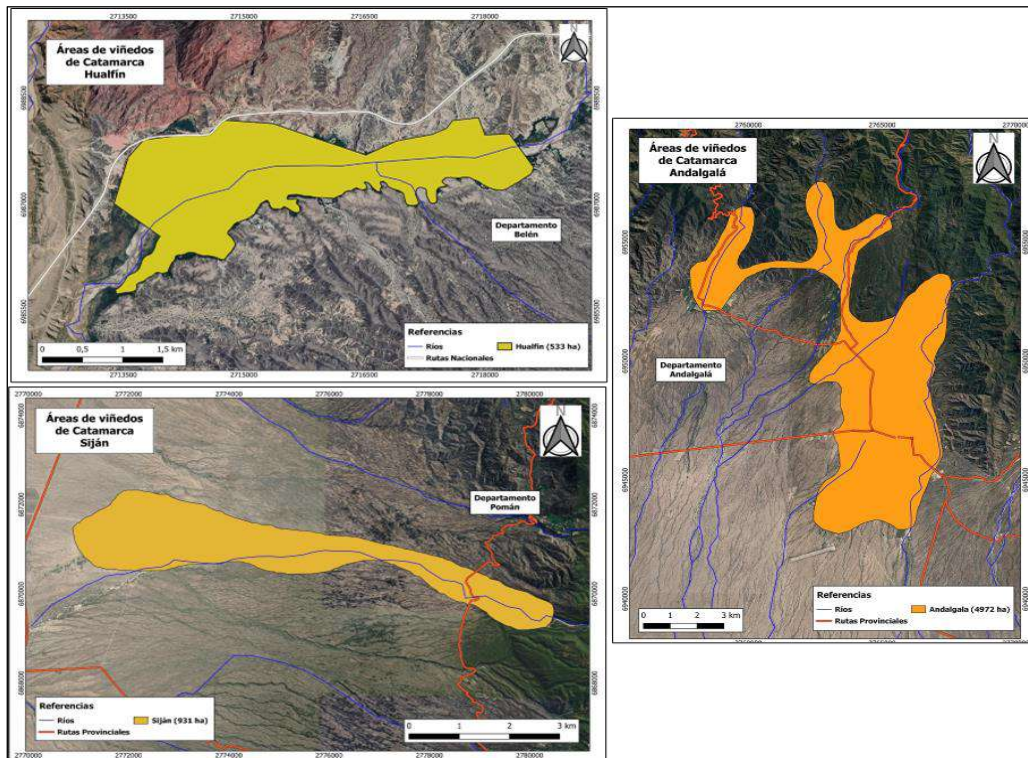


Figura 34 . Detalle de las áreas seleccionadas para el estudio geomorfoedáfico. Hualfin (arriba), Andalgalá (centro) y Siján (abajo).

El modelo de análisis planteado requiere que, salvo para pequeñas áreas (>500 ha aprox), se generen una serie de mapas morfométricos a partir del DEM. Con estos mapas y una vez conocida la cantidad de puntos a muestrear se aplicó el método CLHS (Conditioned Latin Hypercube Method for Sampling) que nos permitió conocer la ubicación de los nuevos sitios. Este método, propuesto por Minasny y Mc Bratney (2006), basa la estratificación del muestreo en un conjunto de covariables ambientales e información previa del área de estudio. Dado un número limitado de muestras el método las distribuye de tal manera de cubrir la mayor variabilidad posible de cada covariable introducida. A los sitios obtenidos con este método del CLHS, se requiere a posteriori, aplicar un ajuste de proximidad ya que este trabajo demanda muestreos dentro de viñedos. Para esto último se contó con el apoyo de las imágenes satelitales extraídas del software Google Earth Pro.

El levantamiento de la información de campo demandó gestiones de vinculación con productores a los cuales se les explicó la finalidad del proyecto en sí y de los subproductos del mismo como lo son la descripción físico-química de los perfiles y la importancia que ello tiene en el manejo del cultivo de vid y sus prácticas culturales. Para agilizar esta etapa se contó con la colaboración de las Agencias de Extensión Rural (AER's) de INTA (Sedes Tinogasta, Belén y Andalgalá), así mismo se contó con la participación en las giras de campo de

técnicos asesores tanto de INTA como de los Centros de Desarrollo Vitícola (CDV COVIAR). En este sentido cabe nombrar a la Tec. Enóloga Silvina Castro e Ing. Agr. Gabriel Muñoz (CDV Tinogasta); al Ing. Agr. Pablo Sosa (AER Belén), a los Ings. Agrs. Orlando Perez y Adrián Carrizo (AER Andalgalá) y a los productores Federico Saravia (Hualfín) y Carlos Chayle (Siján).

Respecto a la cantidad de sitios relevados, en la subzona “Tinogasta” se describieron 23, distribuidos de la siguiente manera: 13 en la localidad de Tinogasta y comunas vecinas, 4 en la localidad de Fiambalá, 2 en Saujil y 4 en la comuna de Medanitos. En Hualfín se describieron 8, todos ellos dentro del ejido municipal. En Andalgalá se describieron 5 sitios y finalmente en la comuna de Siján se describieron 4 sitios.

Para la descripción de perfiles en campo, se utilizaron las Normas de reconocimiento de suelos del Servicio de Conservación de Suelos de USA (Schoeneberger PJ, 2012), la cual considera aspectos del paisaje, las características morfológicas del perfil y la geomorfología dominante para inferir las relaciones con la topo y cronosecuencia de los suelos. La descripción de los perfiles, se sintetizan en las fichas edafológicas presentadas en el Anexo del informe.

Como resultado de todo el relevamiento fueron obtenidas y analizadas 138 muestras de suelo las cuales fueron remitidas al laboratorio de suelos de la Estación Experimental INTA SAN JUAN. En dichas instalaciones se realizó el acondicionamiento general de las muestras y en aquellas que requerían se calcule el contenido volumétrico de gravas y gravillas, se procedió a tamizar toda la muestra colectada y luego clasificar por tamaño a material rocoso en tres categorías de tamaño más el suelo (<0,2 cm; 0,2 a 2 cm; 2 a 6 cm y 6 a 20 cm). Finalizada esta tarea, las muestras fueron remitidas al Laboratorio de Suelos de INTA Mendoza a los fines de proseguir con los análisis de las propiedades fisicoquímicas en cada muestra. Las figuras 35 a 37, muestran actividades relacionadas con reuniones de presentación del proyecto y trabajos de campo (interpretación de paisajes, descripción de perfiles y muestreos de suelo).



Figura 35 . Presentación de los alcances del estudio en las agencias de extensión de INTA en Tinogasta (Ago 22- IZQ) y Andalgalá (Mayo 23 - DER).



Figura 36 . Descripción de perfil de suelos en calicatas. Tinogasta (IZQ) y Andalgalá (DER).



Figura 37 . Descripción de suelos en diferentes zonas mediante barrenados y calicatas.

En Laboratorio, se realizaron los análisis físicos y químicos establecidos en los protocolos de la cátedra de Edafología de la UNCuyo (Mendoza) para estos estudios de Zonificación y las Normas IRAM-SAMLA: Contenido de carbono oxidable por el método de Walkley y Black; Nitrógeno total por Kjeldahl; textura elemental por el método densimétrico de Bouyoucos; fracciones de arenas por tamización; calcáreo total por calcimetría; pH en pasta por pHmetría; conductividad eléctrica del extracto de saturación por conductimetría; Calcio, Magnesio y Sodio solubles para el cálculo de la Relación de Adsorción de Sodio (RAS); capacidad de intercambio catiónico por saturación con acetato de sodio 1M pH 8,2. También en algunas calicatas se extrajo una muestra de 100 cc de suelo de la primera y ocasionalmente de la segunda capa para determinar su densidad aparente la cual representa la masa de un volumen de suelo no alterado. Registros de color en húmedo y en seco, también se realizaron utilizando la tabla de Munsell como referencia se muestra (figura 38).



Figura 38 . Determinación del color del suelo con la Tabla de Munsell (IZQ) y extracción de muestras de suelo no alteradas con penetrómetro (DER). Fuente de archivo: Babelis, G.

A través de mapeo digital de suelo se elaboraron mapas temáticos de variables edáficas de interés. Para este análisis se integraron los datos de todos los perfiles disponibles y se procesaron mediante modelado vertical de suelos, para obtener la variación vertical de las variables integradas hasta la profundidad

de observación. (Malone et al., 2011). De esta manera se generaron dos horizontes sintéticos: 0-50 cm y 50-100.

Luego, a cada capa de suelos descrita y con sus datos analíticos, se le aplicó la predicción de las propiedades edáficas usando una técnica de Machine Learning, denominada Random Forest. Dicha técnica es una forma de procesamiento dentro de lo que hoy se conoce como Inteligencia Artificial. Se utiliza en tareas de regresión o de clasificación aplicadas para producir mapas. En términos generales construye un árbol de decisión (modelo predictivo), basado en el entrenamiento de un subconjunto de datos de entrada correspondientes a las covariables y con una salida conocida (valor observado) en la variable de interés. Esto luego lo aplica para la predicción en nuevas unidades que, para la confección de un mapa, con sitios definidos por una grilla regular y densa. De esta manera se generaron mapas continuos de las variables edáficas para los perfiles relevados. Para la predicción de las variables edáficas con Random Forest, se emplearon covariables regresoras o clasificadoras- de naturaleza ambiental, climáticas y topográficas, relacionadas con los factores formadores de suelos (Dokuchaev, 1898), las que en lenguaje R, se incorporan como una pila de archivos en formato TIF, todas extraídas del sistema de Información geográfico, en un tamaño de grilla común.

Por último, los mapas de cada variable y horizonte especificado surgen de la predicción por Random Forest y se guardan como archivos formato ".TIF". Para facilitar una interpretación rápida y sencilla de los mapas, en algunos casos de variables continuas, se aplicó una conversión del rango de la predicción a valor discreto o clase. De esta manera se generaron mapas continuos de las variables edáficas generados a partir de los datos directos del laboratorio tales como composición textural, salinidad, pH, materia orgánica, contenido de nitrógeno total en la capa 0 -50 cm, entre otros; o a partir de datos generados por re-análisis de datos básicos como puede ser la capacidad de almacenaje de agua (mm/m) o la permeabilidad (mm/h) .

Con los datos de DAP medido a campo, fracciones granulométricas y funciones de pedotransferencia se estimó el agua disponible ( $W_d$ ) entre capacidad de campo ( $W_c$ ) y capacidad de marchitamiento permanente ( $W_m$ ) y permeabilidad de los perfiles de suelo o conductividad hidráulica saturada ( $K_d$ ). Con estos datos medidos y estimados se realizó, mediante técnicas geoestadísticas, un mapa de capacidad de almacenaje de agua para el área en estudio.

## 7. RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS

### 7.1. Estudios geológicos y geomorfológicos

#### **Geomorfología Bolsón de Fiambalá de Pedro**

El valle o bolsón de Fiambalá de San Pedro es una depresión tectónica vinculada genéticamente con la denominada faja plegada y corrida del valle de Fiambalá. Este Bolsón corresponde la amplia cuenca del río Fiambalá- Saujil- Abaucán que originariamente era un depocentro cerrado. Este valle semicircular está relleno con sedimentos fluviales del sistema del río Abaucán cubiertos en parte por los depósitos aluviales que provienen de las sierras que rodean al valle, la Sierra de Famatina al oeste y la Sierra de Fiambalá por el oriente. Asimismo, este valle ha sido repetidamente cubierto por arenas de origen eólico que presentan ciertos aportes piroclásticos (Figura 39).

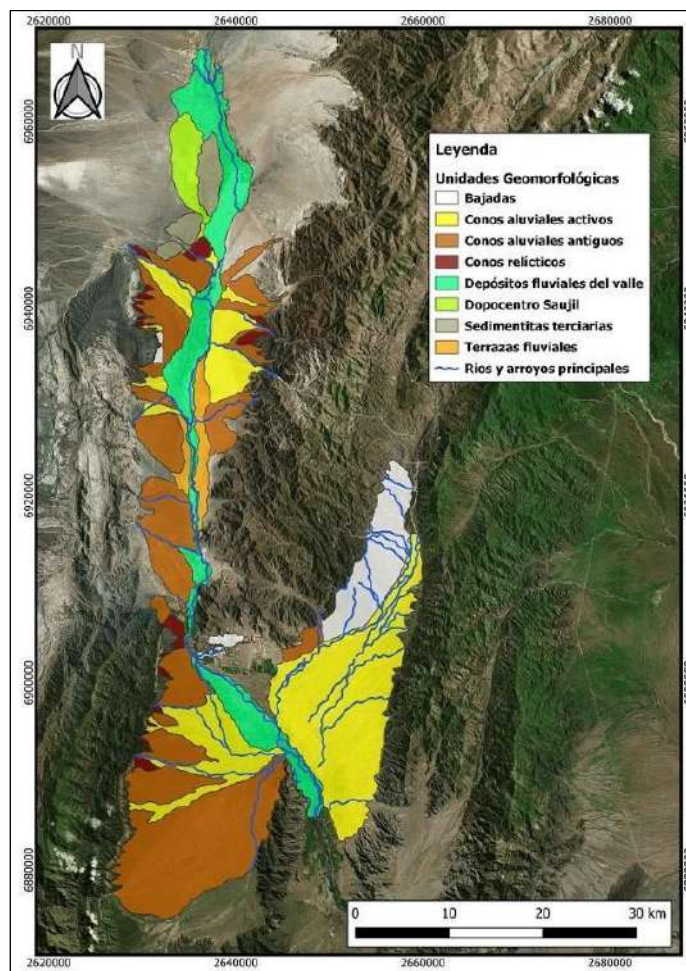


Figura 39 . Mapa geomorfológico de la subzona Tinogasta.

### Sector de Medanito - Saujil

El sector de Medanito se caracteriza por tener una amplia llanura aluvial donde el río Fiambalá-Saujil se integra con el curso del río Grande, denominado en este sector río Medanitos. Este curso es el que parece proveer las piedras pómez actualmente. Los niveles de la planicie aluvial están integrados por una alternancia de arenas finas y limos masivos con límites difusos. Hacia la superficie se observan piroclastos con un tamaño de grano entre 3 a 7 cm de diámetro. El sistema hacia el borde oriental está completamente sepultado por depósitos eólicos que llegan a trepar la ladera occidental de la Sierra de Famatina generando campos de médanos (Figura 40).



Figura 40 . Paisajes de Medanito: a. curso del río Grande con material piroclástico, b. Rodados de la Puna levantados por la falla Saujil, y c. desarrollo de paisaje eólico sobre toda la comarca

En el sector de Nacimientos, hacia el sector boreal de Medanito, se integran al sistema de planicie aluvial, las aguas subterráneas provenientes de surgentes naturales que afloran en el sector pedemontano. Estas surgentes se alinean con el sistema de fallas Saujil que levantan los niveles pliocenos-pleistocenos de los Rodados de la Puna en el borde occidental del valle. Estos niveles de conglomerados presentan bloques de 7 a 15 cm de diámetro de rocas metamórficas (gneisses, esquistos y cuarzos) en un 80 % y granitos (15 20 %) intercalados con niveles de arena amarillentas con abundantes micas. En este sector de surgentes, se observa un sistema de humedales, con niveles saturados, con presencia el nivel freático a 2 m de profundidad. Estos depósitos finos presentan un color rojizo debido a su intensa oxidación y presentan niveles con arcillas (Figura 41).

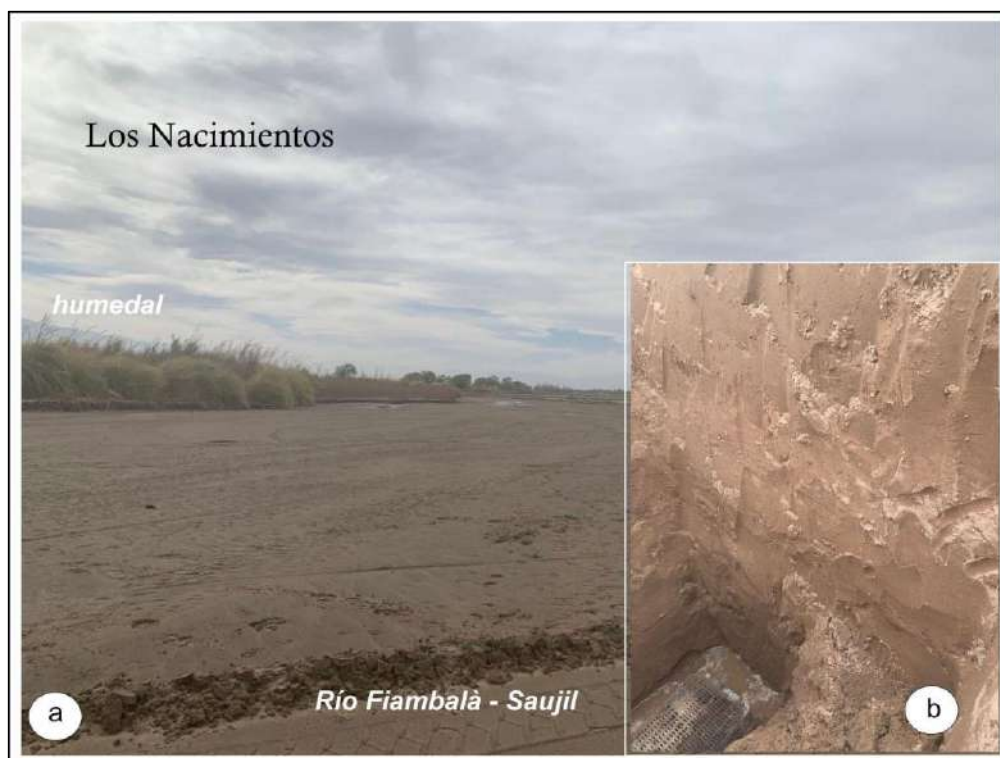


Figura 41 . Sector Los Nacimientos asociado a surgencias que generan un ambiente de humedales (a) en donde se constata un nivel del agua subterránea superficial (b).

En Saujil, en el sector del balneario, al pie de la falla de Saujil se observaron niveles de planicie aluvial del río Fiambalà- Saujil integrados por

alternancias de limos y arenas masivas. En estos depósitos existe un aumento de arena hacia el techo, mientras que hacia la base predominan limos con presencia de carbonatos. En estos niveles existen abundantes micas provenientes del basamento metamórfico. Hacia este los depósitos de la planicie quedan cubiertos por los niveles eólicos que generan médanos arenosos.

### Sector Fiambalá

Fiambalá se encuentra sobre la gran planicie aluvial del río Abaucán recibiendo los aportes laterales del río Guanchín- Chaschuil y cursos menores como el río Apocango, un poco más al norte. De tal manera que el bolsón de Fiambalá concentra sedimentos provenientes del norte del propio río Fiambalá-Saujil-Abaucán con aportes laterales que provienen de la sierra de Las Panchadas (Sistema Famatina) principalmente del río Guanchin- Chauschil.

El río Abaucán desarrolla un patrón meandroso profundizado dentro de su planicie aluvial por lo cual expone terrazas laterales abandonadas sobre la que se depositan los flujos de detritos extraordinarios que se generan al pie de la sierra de Fiambalá. Los sedimentos en la llanura aluvial del río Abaucán son por lo general de granulometría fina presentando intercalaciones de arenas y limos, típicos de un ambiente aluvial distal. Si bien estos sedimentos corresponden a la llanura aluvial del río Abaucán, los mismos son irrigados con aguas del río Guanchín – Chaschuil.

Los perfiles analizados presenten composiciones a fines a la sierra de Fiambalá integrada mayoritariamente por rocas metamórficas y los granitos carboníferos de la Fm. Los Ratones, sin embargo, hacia los términos cuspidales se presentan observan fragmentos pumíceos provenientes de la sierra de Sanbuenaventura. Finalmente, las diferentes secuencias deposicionales están cubiertas por areniscas eólicas debido a la desertificación de la región desde principios del siglo XX. De hecho, los médanos sepultaron el antiguo pueblo de Fiambalá ubicado al pie de la Sierra de Fiambalá (Figura 42).



*Figura 42 . Típico paisaje del valle de Fiambalá con desarrollo de una planicie aluvial restringida y controlada por depósitos aluviales de las bajadas de las sierras que rodean al valle y el desarrollo de médanos debido a la intensificación de los procesos eólicos.*

En este sector del valle de Fiambalá, se distinguen al menos tres ambientes deposiciones:

- a- Depósitos finos de la planicie aluvial del río Abaucán

El sector medio del valle de Fiambalá presenta depósitos fluviales del río Abaucán. Predominan las granulometrías finas de tamaño arena- limo que interdigitan con depósitos de barreal o de origen lacustre que suelen asociarse a suelos pesados con contenido de arcilla hacia el sector más austral (Figura 43). Estos depósitos se encuentran aterrazados generando sistemas de cárcavas profundas.

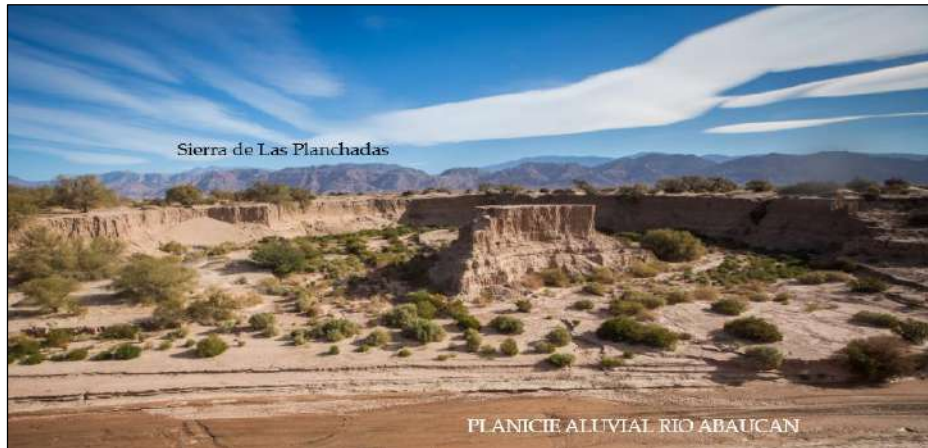


Figura 43 . Foto de los niveles finos distales y de barreal o lacustres en el sector sur y medio de Fiambalá.

b. Depósitos gruesos aluviales de bajadas o conos aluviales

En el sector lateral del valle de Fiambalá predominan los depósitos aluviales correspondientes a las bajadas o abanicos aluviales laterales provenientes de la sierra de Las Planchadas que drenan hacia el valle de Fiambalá. Los perfiles de estos depósitos aluviales son arenosos en las capas superficiales y se vuelven más gravosos o conglomeráticos en profundidad mostrando un típico perfil aluvial. Las litologías de los clastos o bloques en estos niveles gruesos son variada principalmente compuesta por granitos (25 a 45 %), andesitas y dacitas (25 %), rocas sedimentarias de color gris oscura (20%) y arenisca rojiza (20%). Tal es el caso del abanico del Río Apocango en el sector de Ramadita (Figura 44).



Figura 44 . a. Flujos de detritos del río Apocango en el sector de La Ramadita, b. detalle del tipo de depósito aluvial

c. Depósitos aluviales de conos antiguos

Dentro de los niveles aluviales de los conos más antiguos se observan depósitos de gravas con matriz arenosa que gradúa de arenas finas a gruesas como las observadas en el cono del río Guanchín- Chaschuil. (Figura 45)



Figura 45 . a. Bajada pedemontana de la Sierra de Las Planchadas, b. planicies aluviales y c. detalle del depósito grueso y matriz arenosa típicos de estos niveles (sector Ramadita).

### Sector Tinogasta

En Tinogasta, el valle de Fiambalá está muy acotado, encontramos depósitos fluviales de la llanura de inundación y terrazas del río Abaucán en los sectores más bajo. Estos niveles están integrados por arenas, limos y algunos clastos. En general, las terrazas presentan términos más gruesos con bloques redondeados de rocas metamórficas de hasta 20 cm de diámetro con alteración de niveles arenosos. Estas secuencias suelen estar cubiertas por de 45 a 70 cm de arena gruesa con contenido de clastos de pómez de 1 cm de diámetro (Figura 46).



Figura 46 . a. Corte de la terraza del río Abaucán con niveles conglomeráticos de rocas metamórficas intercalados con niveles de arenas que evidencian una mayor energía del río en el pasado, b. depósitos fluviales finos del curso y la llanura de inundación actual del río Abaucán.

Lateralmente los depósitos fluviales del río Abaucán gradan a los conos aluviales provenientes del oeste con una litología completamente diferente. Los niveles aluviales pedemontanos contienen arenas y limos, pero en algunos sectores se observan clastos con composiciones litológicas de vulcanitas (80 %) y rocas sedimentarias (20%) que la diferencian de los depósitos aluviales del sector de Medanito—Saujil- Fiambalá.

En este sector del valle de Fiambalá-Tinogasta encontramos también depósitos de bajadas aluviales de las Sierras de Fiambalá integrados por rocas metamórficas. Estos niveles aluviales están compuestos por términos finos de arenas y limos que presentan abundantes micas. La alteración de estas micas ha generado arcillas que suelen generar niveles saturados como los observados en Perro Guardián y en Cachiyuyo (figuras 47 y 48). Estas secuencias presentan bancos de arenas con material pumíceo como consecuencia del riego con aguas del río Abaucán. Estos terrenos aluviales, además, quedan sepultados por depósitos eólicos, cuando no están antropizados con el desarrollo de cultivo.



*Figura 47 . a. Vista panorámica de la bajada de la Sierra de Fiambalá exponiendo rocas metamórficas, principalmente esquistos micáceos en este sector, b. detalle de las superficies aluviales cubierta por material fino con pómez proveniente del riego del río Abaucán (Finca Perro Guardián).*



*Figura 48 . a. Vista panorámica de los terrenos de Cachiyuyo en cono aluvial proveniente de la Sierra de Fiambalá, b. detalle de la degradación del paisaje con el desarrollo marcado de depósitos eólico que avanzan sobre la falda de la Sierra de Fiambalá.*

### **Geomorfología de la subzona Hualfín, Belén**

El valle de Hualfín corresponde a la cuenca de Santa María-Hualfín ubicado en el dominio de las Sierras Pampeanas Noroccidentales, en el pie austral de la Sierra de Hualfín (Figura 49 y 50).

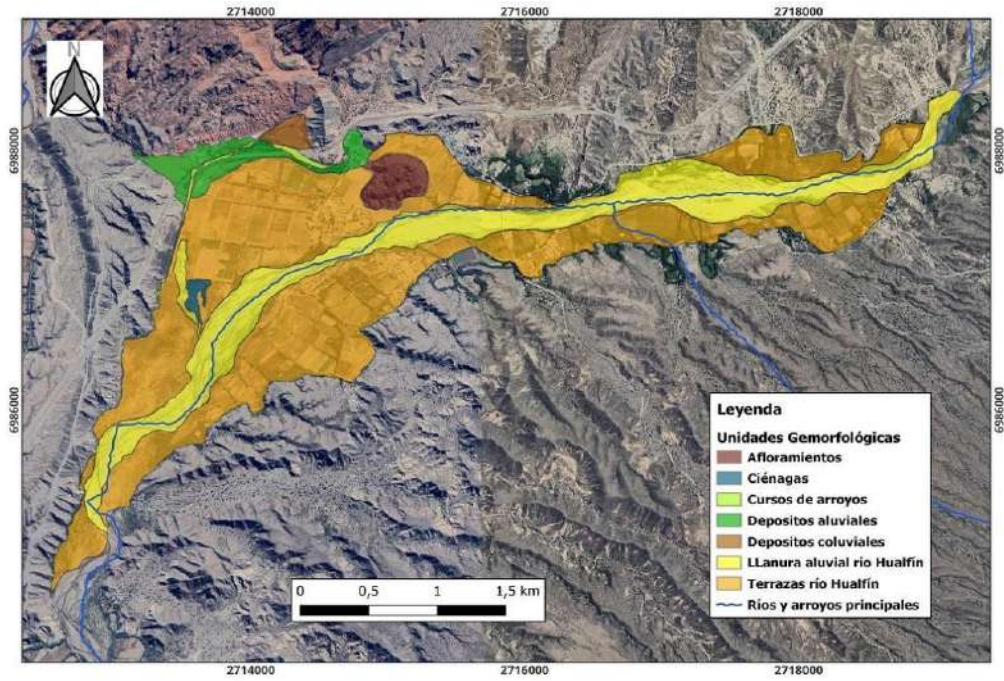


Figura 49 . Mapa geomorfológico de la subzona Hualfin, Belén.

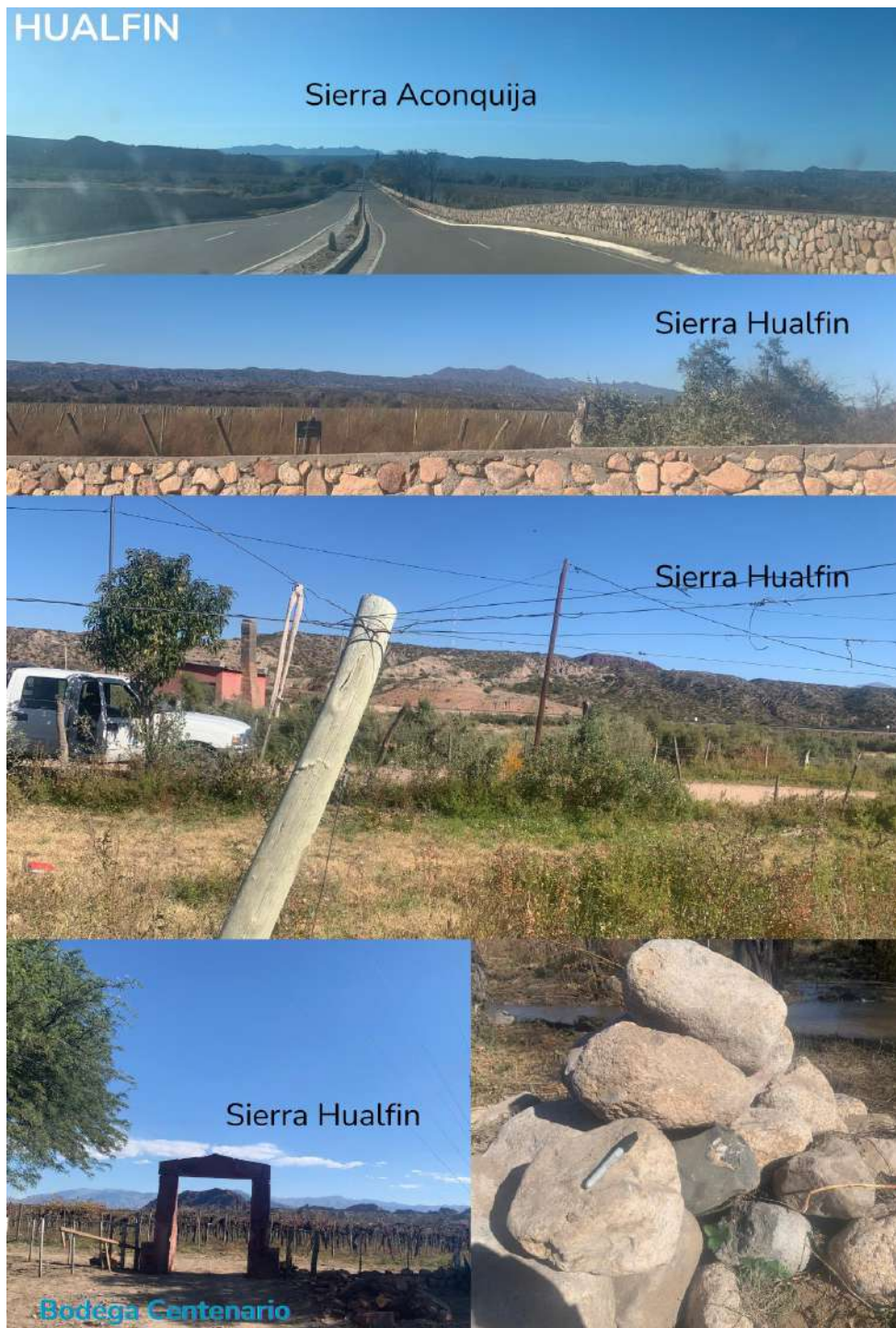


Figura 50 . Sierras que rodean el valle de Hualfín desarrollado principalmente a lo largo de la calle Saravia, donde se encuentra la Bodega Centenario. Se observan grandes bloques provenientes de la Sierra de Hualfin (Fotografías S. Moreiras).

El valle de Hualfín se desarrolla sobre la planicie aluvial del río Hualfín constituida por depósitos arenosos y gravas típicas de planicie. Las litologías que predominan en estos niveles de planicie aluvial corresponden a metamorfitas de basamento, vulcanitas y granitos del ciclo famatiniano. La superficie del lecho del

antiguo río Hualfin debió ser mucho más extensa ya que se observan, paralelos a la traza actual del río, dos niveles de terrazas estabilizadas relícticas constituidas por bloques de hasta 0.70 m de diámetro (Figura 51). Las terrazas, así como la planicie aluvial del río se encuentran controladas y acotadas por depósitos aluviales que provienen de las sierras circundantes.



Figura 51 . Fotografía de la planicie del río Hualfin asociado a dos terrazas relicíticas preservadas a diferentes alturas, se observa terraza inferior con flora autóctona en donde se ha desarrollado cultivos (fotografías S. Moreiras).

La planicie aluvial del río Hualfín recibe aporte de un tributario menor que al desaguar en el valle principal parece haber sido represado constituyendo una ciénaga con sectores adnegados. Este valle recibe también el aporte que proviene del piedemonte de la Sierra de Hualfín y durante crecidas estivales trae grandes bloques, de hasta 1 m de diámetro, que quedan preservados en el sector de cultivo.

### **Geomorfología de la subzona Andalgala**

La figura 52 presenta la distribución espacial de las unidades geomorfológicas del área relevada. La localidad de Andalgala se desarrolla al pie de los Nevados del Aconquija sobre el abanico aluvial del río Andalgala. Este río tenía un dominio mayor en el pasado constituyendo un gran cono aluvial como evidencian las grandes superficies aluviales antiguas, hoy relicticas, expuestas y preservadas a mayor altura (Figura 53). El río Andalgala parece haberse confinado hacia el naciente encauzándose hacia la margen derecha del gran cono aluvial. Este curso de este río permanece activo configurando un cono más joven que advierte episodios de crecidas intempestivas.

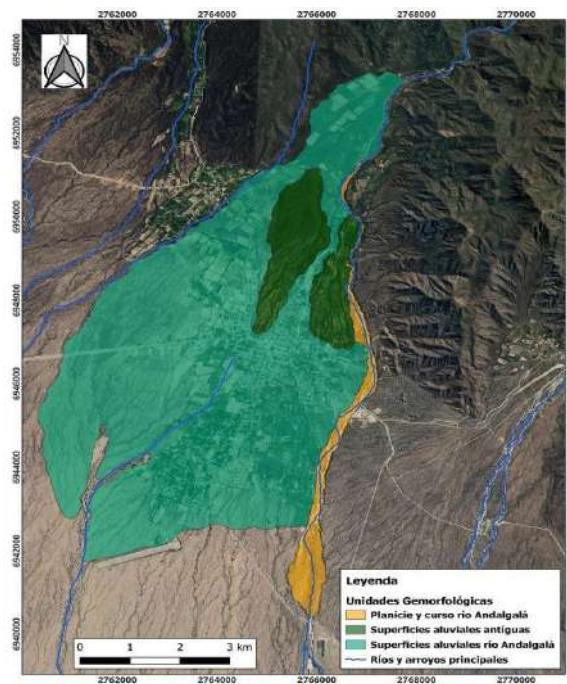


Figura 52 .Mapa geomorfológico de la subzona Andalgala.



Figura 53 . Superficies aluviales antiguas y relictas del río Andalgalá que proviene de la Sierra de Aconquija (Fotografía S. Moreiras).

El río Chasquiasgo, que se dispone más hacia el oeste, se integra al sistema del río Andalgalá y corta las superficies aluviales del antiguo río Andalgalá. Ambos cursos se infiltran hacia el sur en el salar de Pipanaco que recorre el valle en disposición Norte-Sur.

Más hacia el oeste se observaron valles secundarios cultivados, como por ejemplo el río Potrero, donde los cultivos también se desarrollan sobre los afloramientos metamórficos muy alterados (Figuras 54).

### **Geomorfología de la subzona Siján, Pomán**

La localidad de Siján se ubica en la ladera oriental de la Sierra de Ambato, sobre el abanico aluvial del río Siján. Este abanico presenta terrazas relictas de antiguas superficies aluviales que se conservan a mayor altura conformando terrazas aluviales. Se encanjan en estas unidades más antiguas, superficies aluviales más jóvenes que aún presentan trayectorias de flujos activos. De hecho, un gran flujo de detrito ocurrido el 23 de enero de 2014, arrasó la villa Siján y su paralela al otro lado de la sierra, denomina Rodeo. La figura 54 presenta la distribución espacial de las unidades geomorfológicas identificadas en la subzona relevada. Las figuras 55 y 56, en tanto, presentan una serie de imágenes que permiten describir los ambientes donde el hombre desarrolló la agricultura.

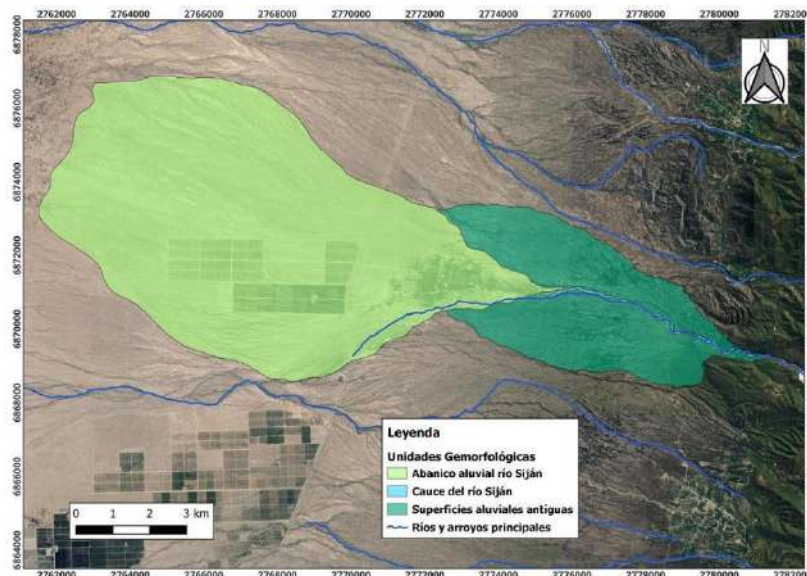


Figura 54 . Mapa geomorfológico de la subzona Siján, Pomán.

Dentro de las superficies aluviales más jóvenes se diferencia un sector activo más próximo al río Siján, y un sector más alejado del curso del río donde las superficies son más estables en donde generalmente se observa el mayor desarrollo de los viñedos y cultivos en general.



*Figura 55 . Sector del río Potrero en Andalgalá donde se observan diferentes tipos de ambientes, por un lado, la llanura aluvial del río donde el desarrollo de los viñedos y sobre viñedos ubicados en las laderas de los cerros de menor altura en donde se observa una cubierta de material coluvial, aunque también hay sectores de viñedos ubicados sobre depósitos aluviales de quebradas de menor desarrollo. (Fotografías S. Moreiras).*



*Figura 56. Imágenes panorámicas de la Sierra de Ambato, indicando los conos aluviales en sus sectores más activos y los sectores más estabilizados.*

## 7.2. Modelo Digital de Elevación

El modelo digital de elevación utilizado corresponde al SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) elaborado por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos (NASA) con una resolución de píxeles de 30 x 30 metros y una precisión vertical de 10 metros (Farr, 2007).

El Modelo Digital de Elevación, elaborado para las subzonas del valle del río Fiambalá- Saujil- Abaucán, indica alturas medias de 1157 msnm para el valle de Tinogasta y elevaciones mayores, del orden de 1444 msnm, para los valles de Medanito- Saujil y Fiambalá (Figura 57).

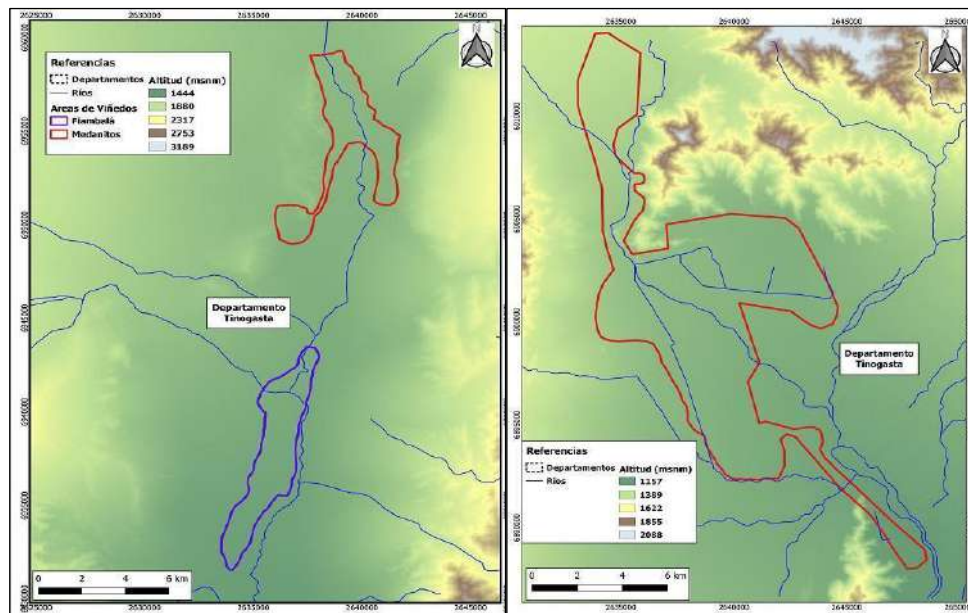


Figura 57. Modelo digital de Elevación de las localidades de Medanitos (polig rojo) y Fiambalá (polig azul) norte (IZQ) y de El Puesto-Tinogasta (DER). Subzona Tinogasta.

Estos valles se comportan como depocentros casi planos con pendientes muy suave hacia sus laterales, donde el valle está acotado por el desarrollo de conos aluviales de las Sierras de Las Planchadas y Fiambalá en ambas márgenes. La subzona Saujil, a excepción, muestras pendientes mayores a 5% debido a la presencia de la falla cuaternaria que levanta los niveles plio-pleistocenos.

En Tinogasta se observan las mayores pendientes asociadas a los conos aluviales que progradan e invaden el valle del río Abaucán generando riesgo de erosión, que resulta en todo caso menor al riesgo de degradación por el avance de los depósitos eólicos. En esta subzona, también, se observan pendientes muy marcadas en las bajadas de las Sierras de Fiambalá y en el sector de Punilla (Figura 58).

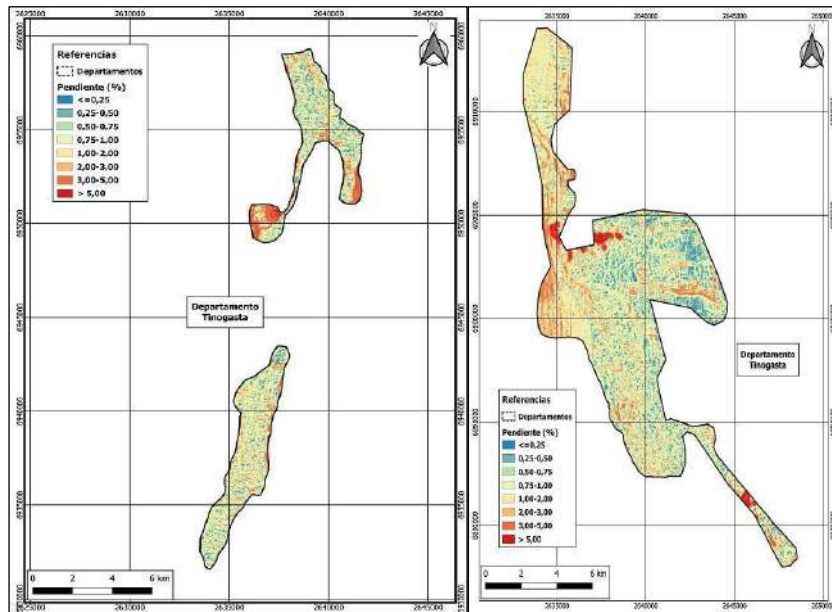


Figura 58 . Mapa de pendientes para las subzonas Medanos-Fiambalá (IZQ) y Tinogasta (DER).

El Modelo Digital de Elevación elaborado muestra para el valle intermontano de la subzona de Hualfín alturas promedio en un rango entre 1796 a 1850 msnm; en tanto Andalgalá, desarrollado en el piedemonte de la Sierra de Aconquija, muestra, sin embargo, elevaciones menores a 1251 msnm. La subzona Siján muestra elevaciones que gradan desde 1710 en la parte más alta del abanico aluvial hasta a 880 m en la parte distal del abanico cerca del Salar de Pipanaco (Figura 59).

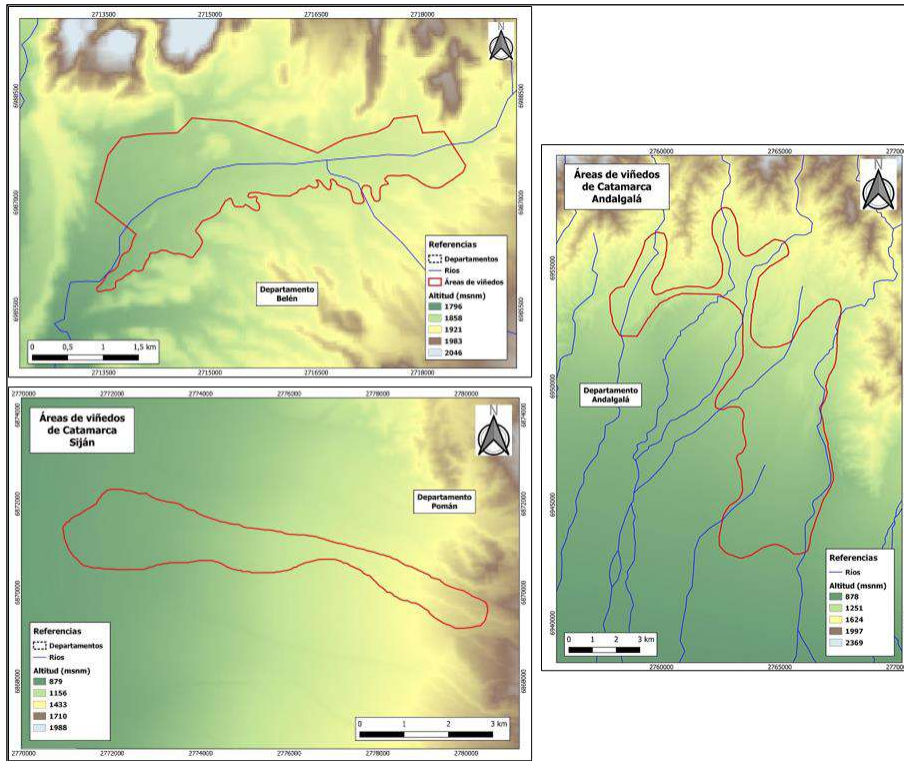


Figura 59 . Modelo digital de Elevación para las subzonas Hualfín (arriba), Andalgalá (centro) y Siján (abajo).

Las pendientes en la subzona de Hualfín son realmente muy suaves, con los sectores de piedemontes de las sierras con pendientes superiores al 5%. El sector más occidental con pendientes menores a 0.25% coincide con el sector de anegamientos asociado a la presencia de ciénagas. La subzona Andalgalá presenta pendientes más pronunciadas principalmente en el piedemonte de la Sierra de la Sierra de Aconquija y en los sectores proximales del cono aluvial del río Andalgalá. Las pendientes disminuyen en la parte distal del cono, aunque no son inferiores al 1%. Un comportamiento similar se observa para la subzona Siján con contrafuertes muy pronunciados en el sector próxima a la Sierra de Ambato (Figura 60).

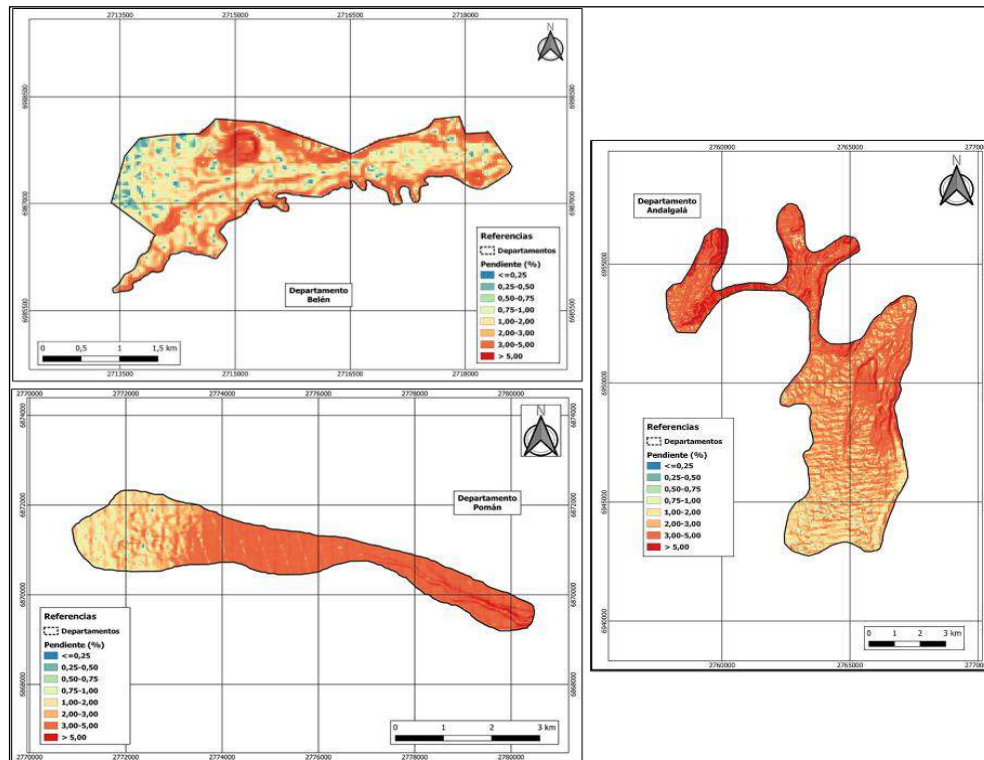


Figura 60 . Mapa de pendientes para las subzonas Hualfin (arriba), Andalgalà (centro) y Sijàn (abajo). el área de estudio.

## 7.3. Índices Morfométricos

### 7.3.1 Aspecto

El aspecto u orientaciones de las laderas dentro de los valles es nulo ya que se trata de valles intermontanos casi sin pendiente. En Medanito-Saujil y Fiambalá la disposición de los cordones montañosos con dirección norte-sur controlan las orientaciones hacia el oeste (Sierra de Fiambalá) y este (Sierra de las Panchadas). En tanto, las direcciones de los cordones que bordean la localidad de Tinogasta, favorecen las orientaciones noroeste en el sistema de Famatina y aspectos suroeste en la Sierra de Fiambalá (Figura 61).

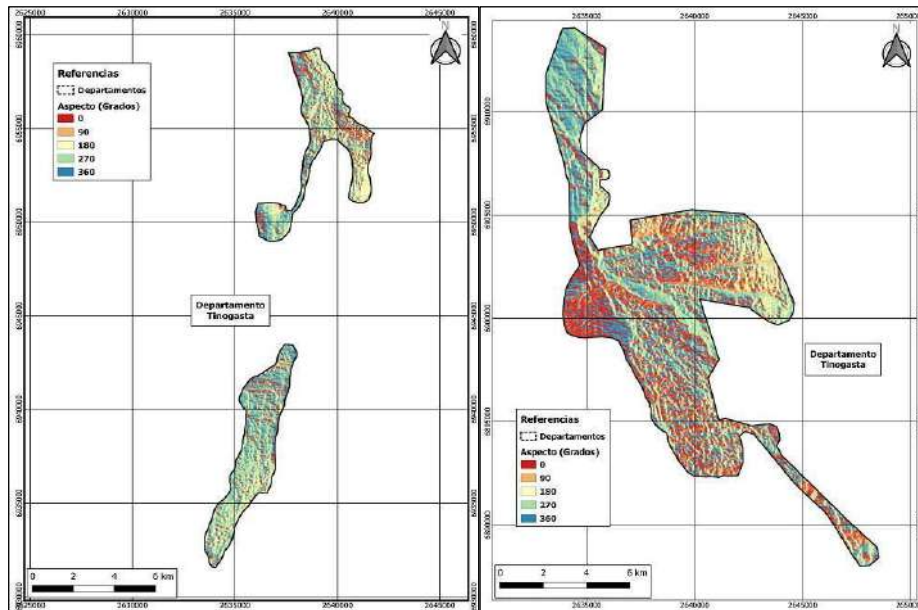


Figura 61. Mapa de aspecto u orientaciones de laderas obtenidos mediante MDE. Subzona Medanitos-Fiambalá (IZQ) y Tinogasta (DER).

En la subzona de Hualfín las laderas están preferentemente orientadas hacia el suroeste, aunque un tercio del territorio presenta orientación hacia el norte en la parte septentrional del valle. La subzona Andalgalá presenta sus laderas orientadas preferentemente hacia el suroeste y en menor medida hacia el sur siguiendo la trayectoria de los cursos principales. Las laderas de la subzona Siján están expuestas mayoritariamente hacia el oeste, aunque algunas superficies se exponen hacia el norte y sur en forma secundaria (Figura 62).

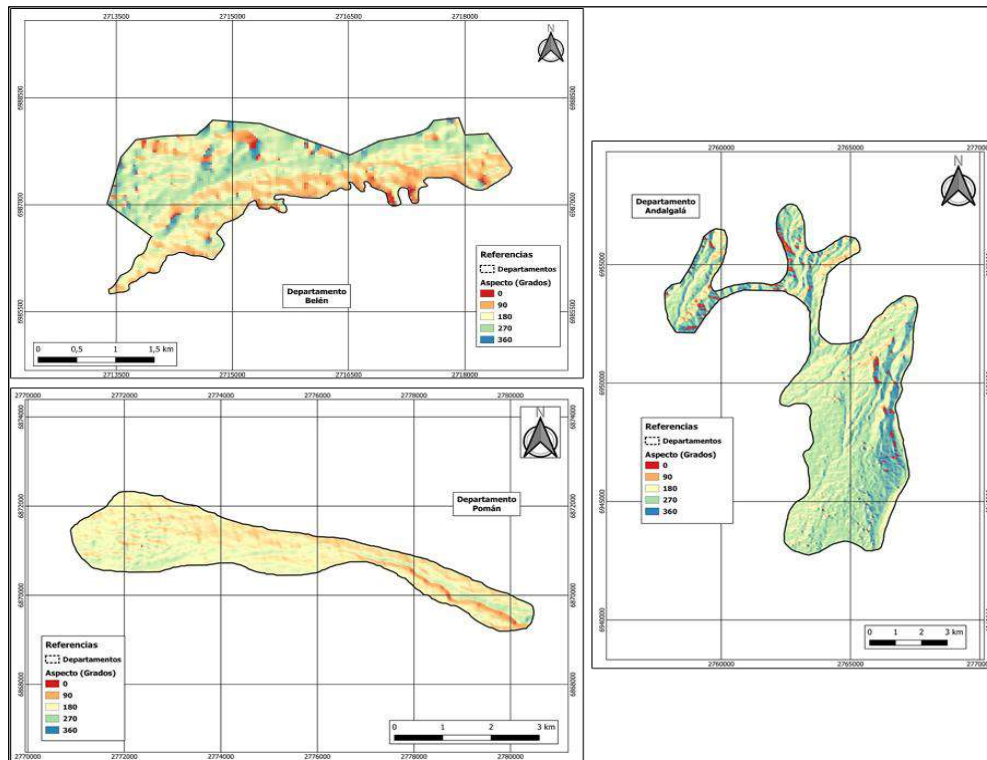


Figura 62 . Mapa de aspecto u orientaciones de laderas obtenidos mediante MDE para las subzonas Hualfín (arriba), Andalgalá (centro) y Siján (abajo).

### 7.3.2. Índice de Curvatura

El índice de curvatura refleja que el valle de Fiambalá- Abaucán está en equilibrio en todas las subzonas, si bien aún se comporta como una cuenca receptora de sedimentos, muestra en general una leve concavidad (Figura 63). Los valores cerca de saturación obtenidos (convexidad) son debido posiblemente a la acumulación de material eólico en el valle. Esto sin duda es una problemática seria para tratar en toda la región con evidencias drásticas de desertificación.

Las zonas o sectores de las bajadas muestran también valores de convexidad, ósea estos conos aluviales se comportan como zonas de alimentación del material sedimentario hacia el valle. En estos sectores deben implementarse medidas de mitigación a la erosión hídrica. Valores bien marcados de concavidad se observan también en las bajadas de la Sierra de Fiambalá y en el piedemonte occidental de la subzona de Tinogasta.

En particular, en Saujil, se concentran los valores de convexidad o saturación debido al alzamiento de las lomas de los Rodados de la Puna por efecto de la falla activa de Saujil. Sin embargo, los terrenos cercanos al río Fiambalá- Saujil siguen siendo receptor de sedimentos.

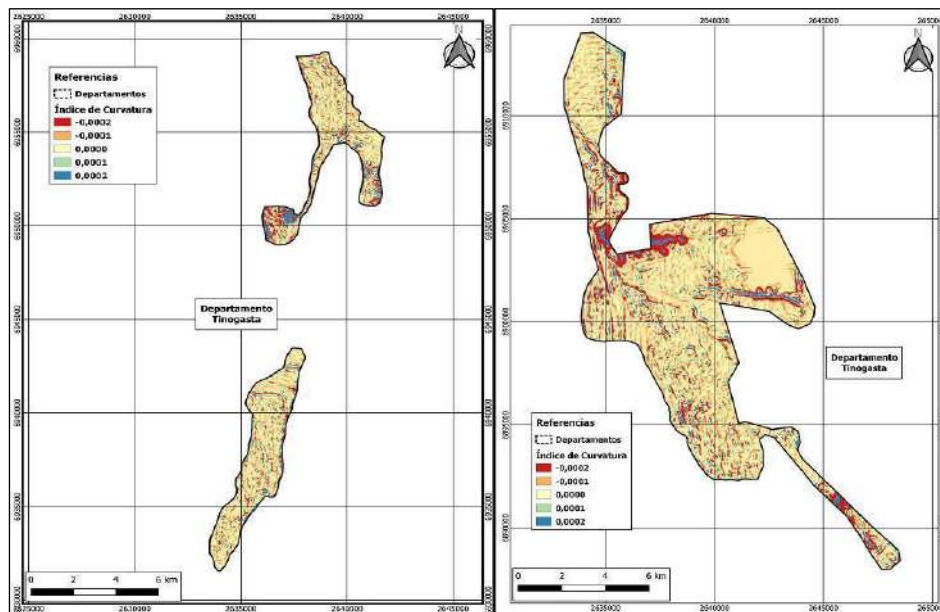


Figura 63 . Mapa de índice de curvatura obtenido mediante MDE. Subárea Medanitos-Fiambalá (IZQ) y Tinogasta (DER).

El índice de curvatura indica que la subzona de Hualfín se comporta en la mayoría de su extensión como una cuenca receptora de sedimentos principalmente a lo largo de la planicie aluvial del río Hualfín. Pocos sectores, aquellos más altos demuestran poca probabilidad experimentar acumulación de depósitos aluviales. La subzona Andalgalá presenta valores de curvaturas contrastante en el sector proximal del cono donde se observa tanto acumulación como erosión de sedimentos, mientras hacia la parte distal el sistema muestra un comportamiento incierto. Curiosamente la subzona Siján tiene comportamiento similar, con zonas de erosión y acumulación muy contrastante en la aparte proximal del cono aluvial; mientras hacia la parte distal la acumulación de sedimentos es un poco más probable que la erosión (Figura 64).

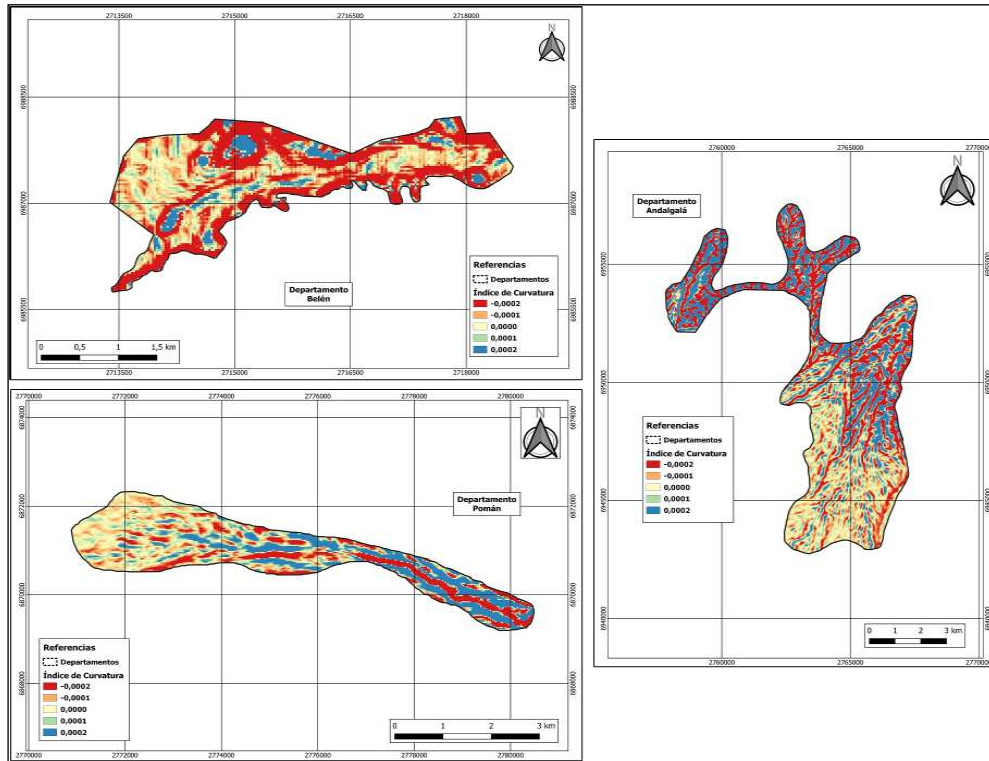


Figura 64 . Mapa de índice de curvatura obtenido mediante MDE para las subzonas Hualfín (arriba), Andalgalá (centro) y Siján (abajo).

### 7.3.3. Índice de Convergencia

En el valle de Fiambalá, el índice de convergencia muestra valores positivos asociados a una convergencia muy baja de sus cursos en las subzonas de Medanitos-Saujil y Fiambalá. Si bien, es de esperar la divergencia de los cursos en los entornos de baja energía de los ríos con patrones meandriformes, sospechamos que valores tan altos de convergencia reflejan la invasión de los médanos a la llanura aluvial del río Fiambalá- Saujil en estas subzonas (Figura 65). En la subzona de Tinogasta, también se reflejan valores de desconexión de los cursos y arroyos del piedemonte de la Sierra de Fiambalá donde también ha avanzado extraordinariamente la acumulación eólica. A pesar de ella el curso del río Abaucán a esta altura muestra una clara convergencia negativa.

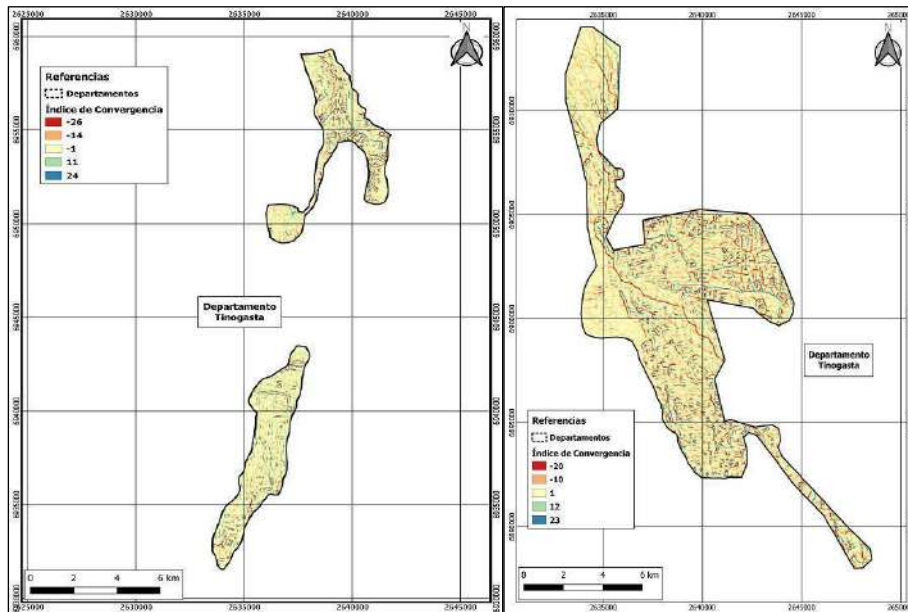


Figura 65 .Mapa de Índice de convergencia obtenido mediante MDE. Subárea Medanitos-Fiambalá (IZQ) y Tinogasta (DER).

En la subzona de Hualfín, el índice de convergencia muestra valores positivos que se asocian a muy baja convergencia de los cursos superficiales debido a la escasa pendiente en este valle. La mayor convergencia se da en la trayectoria del río Hualfín y su tributario señalando un escaso desarrollo de planicie aluvial del curso actual. En la subzona Andalgalá los valores de convergencia son positivos en la parte distal en donde los cursos tienen a desmembrarse debido a la baja pendiente; sin embargo, en la parte proximal del cono los cursos presentan una alta convergencia (valores negativos) asociados a cauces activos en el piedemonte de la Sierra de Aconquija. Esto vuelve a repetirse en el cono aluvial de la subzona de Siján, con cursos bien encajonados en el sector proximal y flujo más dispersos, tipo radiales, en la parte distal del cono que se reflejan con valores de índice de divergencia positivos (Figura 66).

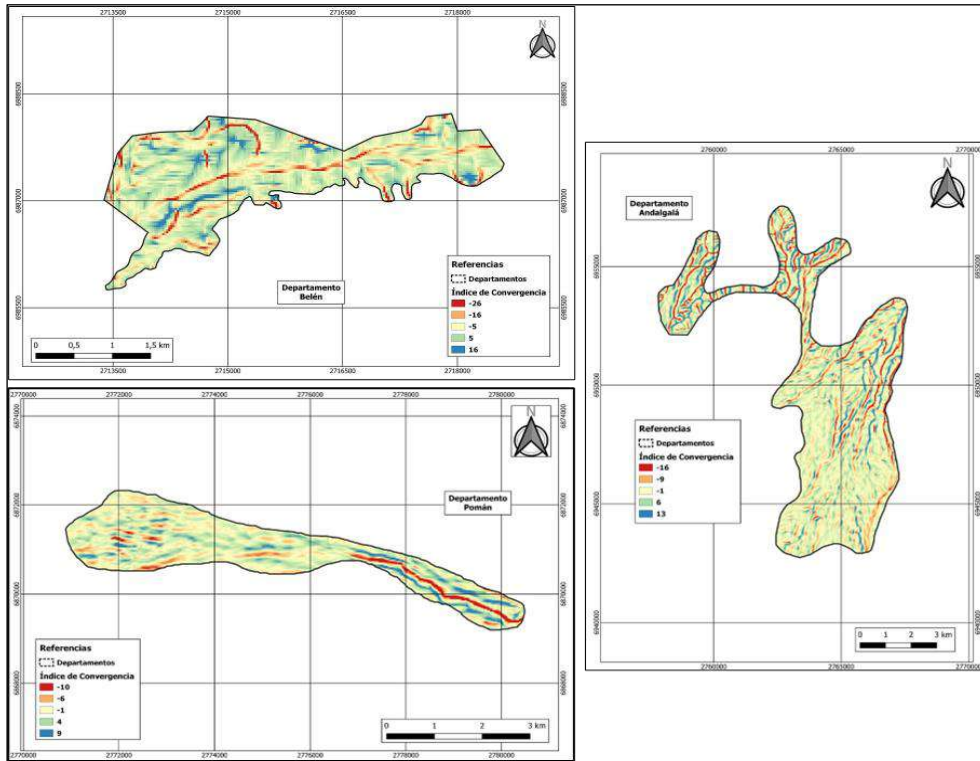


Figura 66 . Mapa de Índice de convergencia obtenido mediante MDE para las subzonas Hualfin (arriba), Andalgalá (centro) y Siján (abajo).

### 7.3.4. Longitud de la Pendiente (L-S Factor).

Este factor indicativo del efecto de la topografía sobre la erosión muestra un mayor riesgo a erosión en los sectores de mayor pendiente y marginales al valle del río Fiambalá o Abaucán principalmente en las bajadas de las sierras circundantes principalmente en la subzona de Tinogasta (Figura 67).

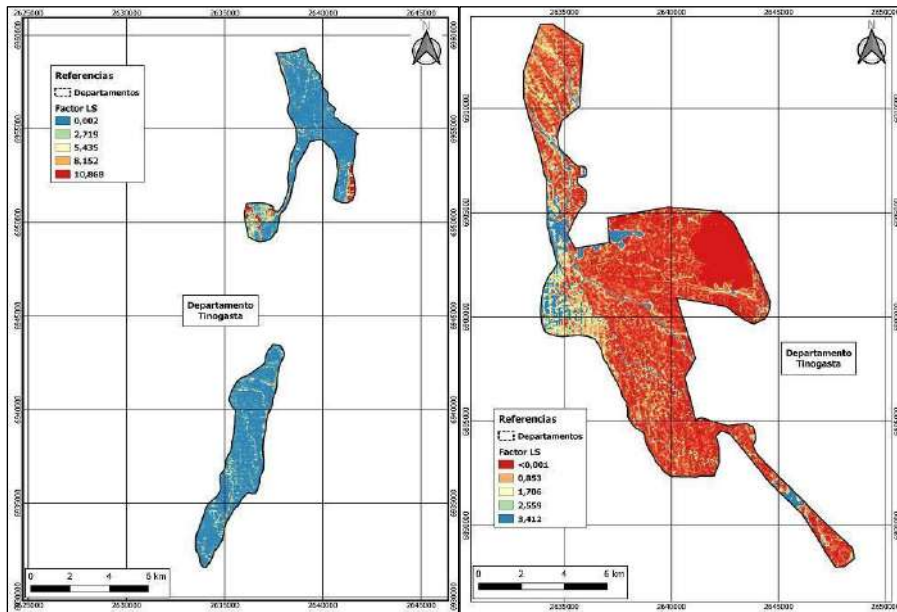


Figura 67. Mapa de Longitud de pendiente obtenido con MDE. Subárea Medanitos-Fiambalá (IZQ) y Tinogasta (DER).

En la subzona de Hualfín, los mayores valores de la longitud de pendiente se observan a lo largo del curso principal de río Hualfín revelando un mayor grado de erosión en este sector. Asimismo, el mayor riesgo de erosión en la subzona Andalgalá, se observa en los cauces activos del sector proximal de los conos ubicados en el piedemonte de la Sierra de Aconquija, de tal manera que se prevé un mayor grado de erosión sobre estos sectores. Esto también se observa en la subzona de Siján donde los cursos erosivos tienen a encausarse hacia el suroeste sin embargo se descartan cursos activos potencialmente dañinos y altamente erosivos que se han desplazado hacia el norte. Estos resultados deben ser considerados para implementar medidas de mitigación como la canalización de estos flujos o la colocación de dispositivos disipadores de la energía de choque (Figura 68).

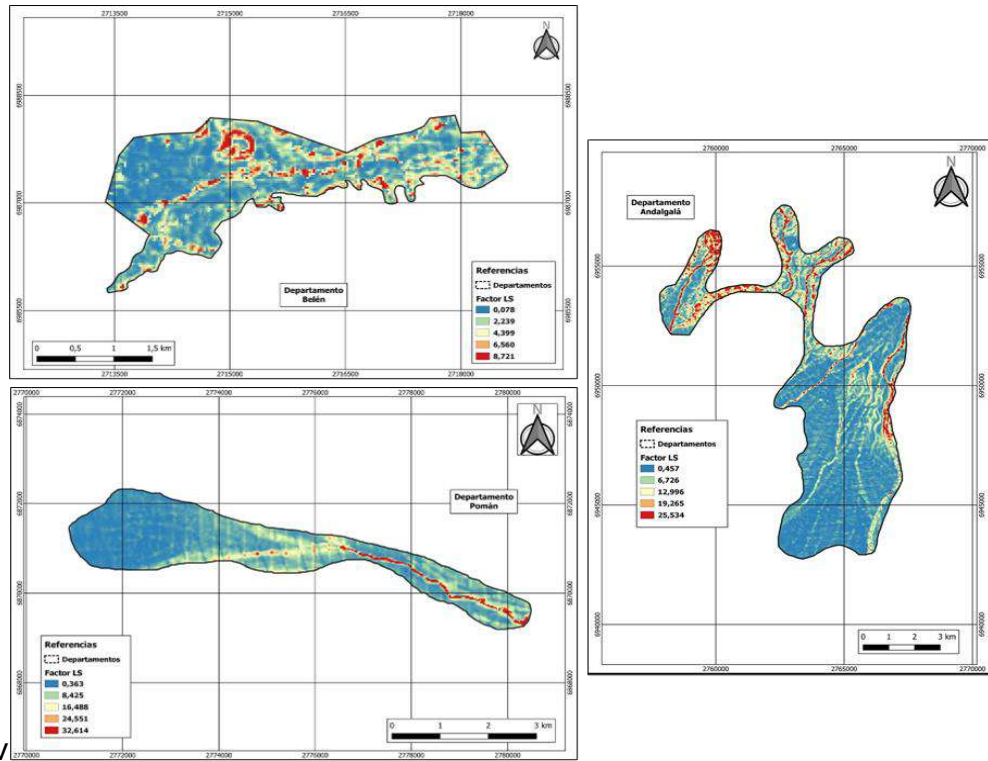


Figura 68 . Mapa de Longitud de pendiente obtenido con MDE para las subzonas Hualfín (arriba), Andalgalá (centro) y Siján (abajo).

### 7.3.5. Índice de humedad topográfica

El índice de humedad fue originalmente desarrollado para predecir las áreas saturadas y también para predecir la profundidad del nivel freático del suelo. Los valores altos del índice de humedad indican mayor potencial para la acumulación de agua en el perfil en el sector próximo a la falla de Saujil y evidencia levemente la saturación de los terrenos en el sector de los Nacimientos al norte de Medanito (Figura 69).

Este índice muestra capacidad de acumulación de agua en el sector norte de la subzona de Tinogasta posiblemente asociado a viejos represamientos del valle en este sector conformando el cierre de la cuenca Fiambalá- Saujil en el pasado. En esta área también existen valores de saturación al pie de la Sierra de Fiambalá, lo cual fue constatado en terreno. Los conos aluviales orientales procedentes del Sistema de Famatina y el sector de Punilla también muestran posible saturación, aunque esto no pudo ser verificado in situ.

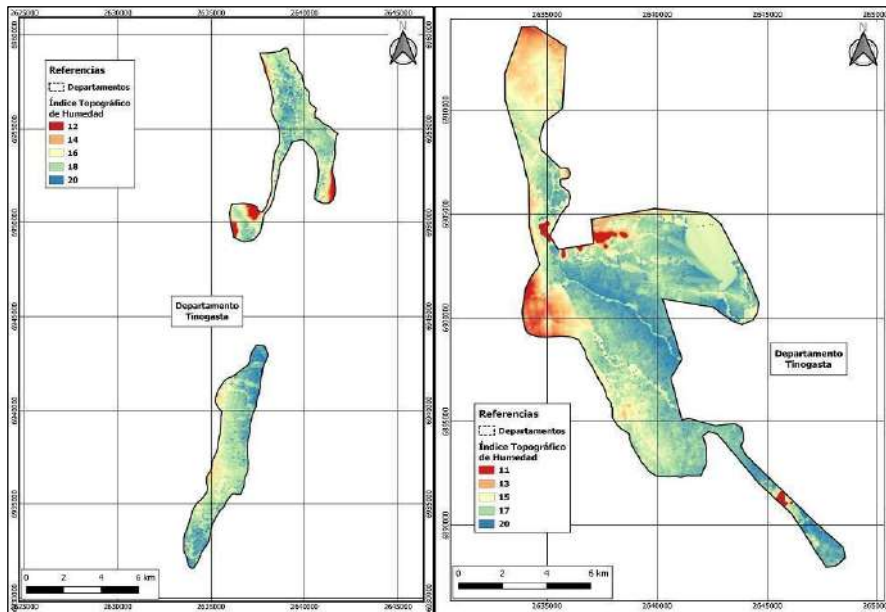


Figura 69 . Índice de humedad topográfica. Subárea Medanos-Fiambalá (IZQ) y Tinogasta (DER).

En la subzona de Hualfín, el índice de humedad topográfica revela claramente el sector de la ciénaga en el borde occidental del valle del río Hualfín. En un orden menor aparecen sectores de saturación o con la freática cercana a lo largo del curso de dicho río. En la subzona Andalgalá, los sectores más probables de ser saturados o abnegados se dan sobre la trayectoria de los cursos superficiales de los ríos principales. En la subzona de Siján la mayor probabilidad de acumulación de agua se da en el sector distal del cono del río Siján próximo al Salar de Pipanaco donde la freática tiene a estar a nivel de la superficie (Figura 70).

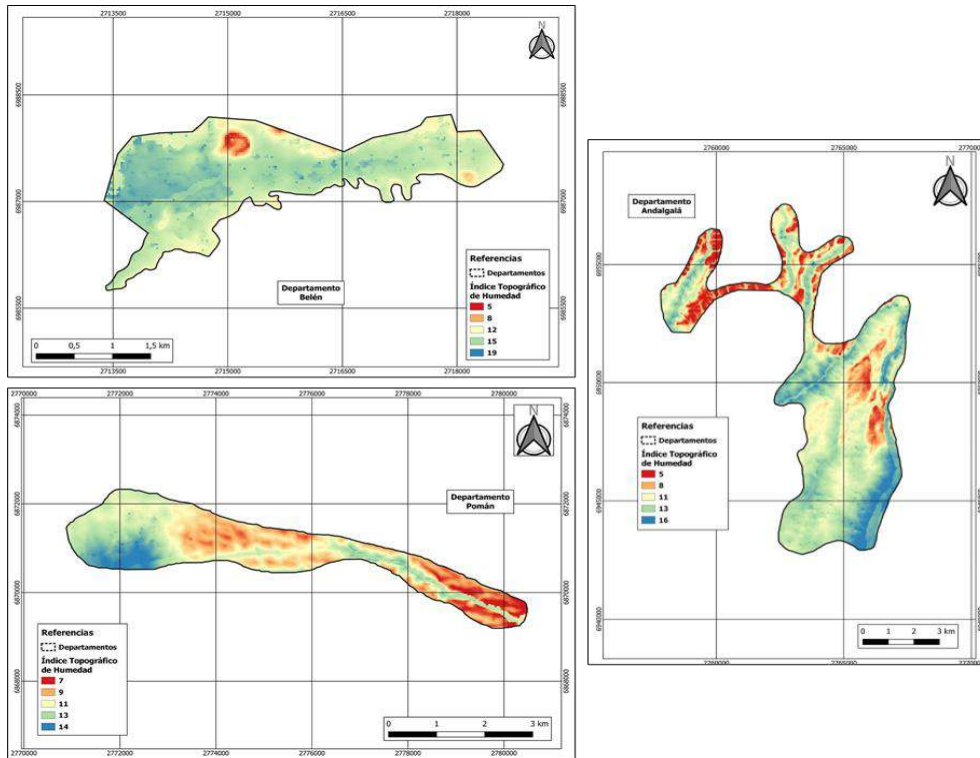


Figura 70 . Índice de humedad topográfica para las subzonas Hualfín (arriba), Andalgalá (centro) y Siján (abajo).

### 7.3.6. Distancia vertical a la red de drenaje

Este indicador muestra valores altos con energía potencial para la erosión hídrica principalmente en la subzona Tinogasta donde se observó la profundización del lecho del río Abaucán. La generación de una terraza expuesta de más de 2 metros de altura generó valores sensibles de erosión en este sector (ver en apartado geomorfología de Tinogasta). En esta subzona los mayores valores de erosión estarían concentrados en las bajadas aluvionales que cargan de flujos de detritos que erosionan el piedemonte hasta depositar su carga sedimentaria en proximidades del valle (Figura 71).

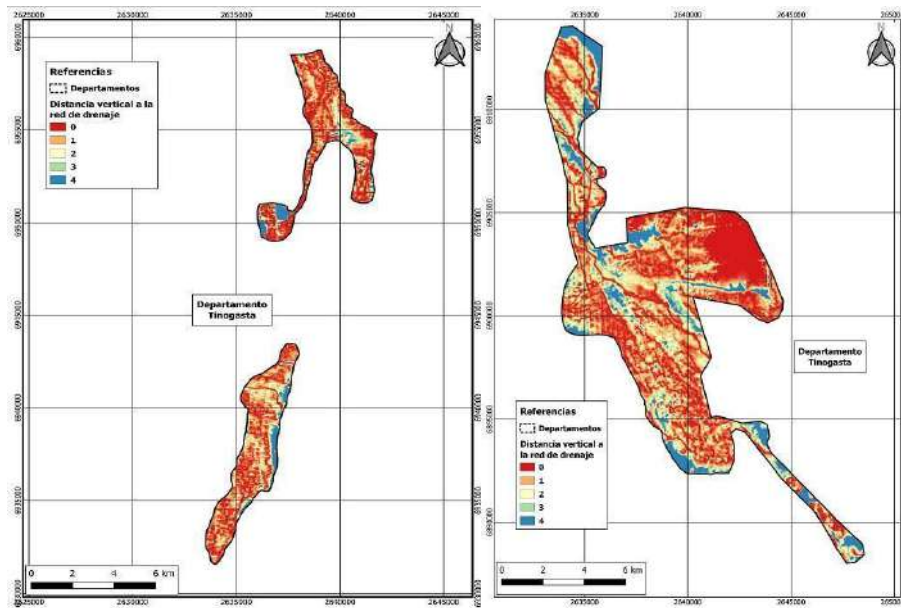


Figura 71 . Distancia vertical a la red de drenaje. Subárea Medanitos-Fiambalá (IZQ) y Tinogasta (DER).

En la subzona de Hualfín, los valores de mayor energía potencial para la erosión hídrica se presentan a lo largo del valle del río Hualfín y en los conos aluviales localizados en el piedemonte de la Sierra de Hualfín. En la subzona Andalgalá, los sectores más probables de ser erosionados en función de la energía potencial son el piedemonte de la Sierra de Aconquija y las superficies aluviales más antiguas que presentan una altura superior al cono más joven del río Andalgalá. Mientras, en la subzona de Siján la mayor probabilidad de erosión se da en el abanico proximal más antiguo, con mayor altura, y en forma secundaria el sector medio del gran cono del río Siján (Figura 72).

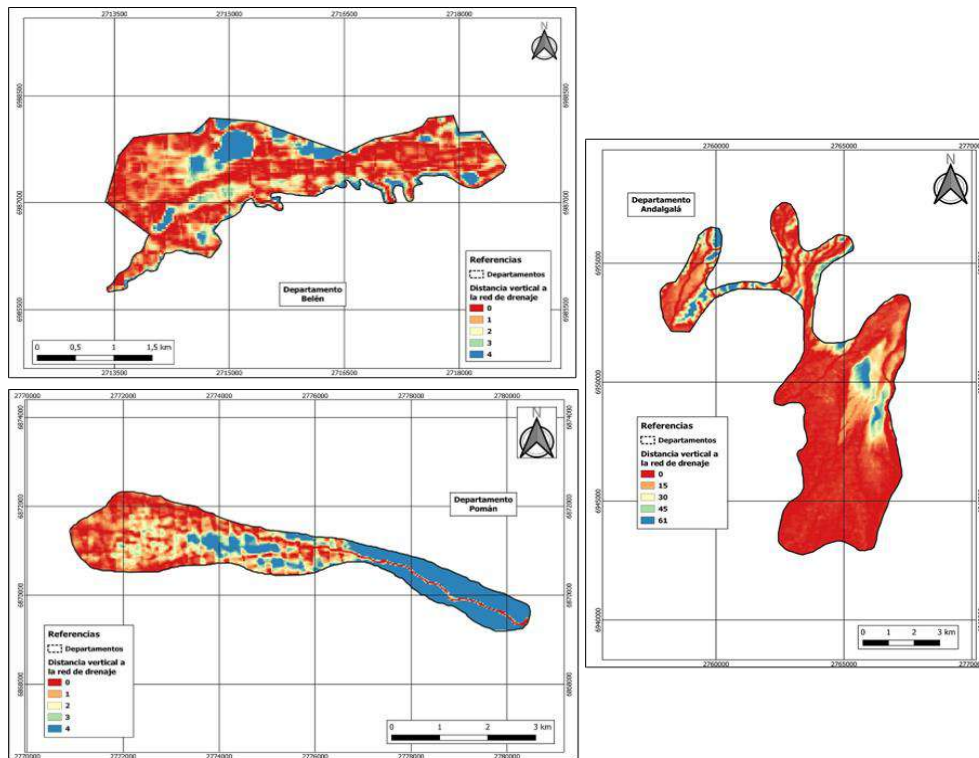


Figura 72 . Distancia vertical a la red de drenaje para las subzonas Hualfín (arriba), Andalgalá (centro) y Siján (abajo).

### 7.3.7. Índice multiresolución de fondo de valle

Este índice muestra los sectores de mayor deposición de material, resultando toda la depresión del bolsón de Fiambalá, donde no existe prácticamente pendiente, el receptáculo por excelencia en toda la región (Figura 73).

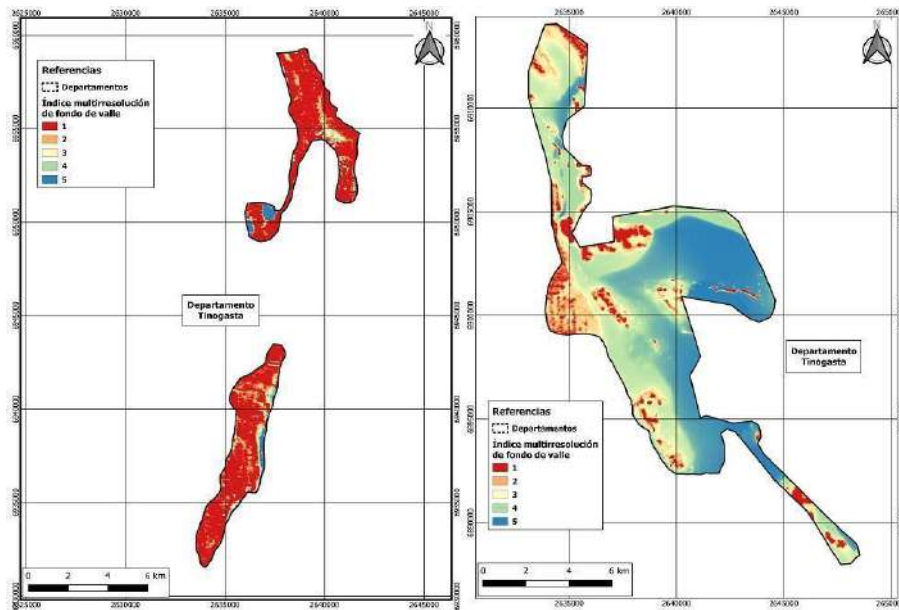


Figura 73 . Índice multiresolución del fondo de valle. Subárea Medanos-Fiambalá (IZQ) y Tinogasta (DER).

Este índice confirma lo observado por otros índices. Los sectores de mayor acumulación de sedimentos en la subzona de Hualfín, son los sectores más bajos asociados a la planicie aluvial del río Hualfín. Asimismo, en la subzona Andalgalá, los sectores más probables de acumular sedimentos son la trayectoria de los cursos y el sector distal del cono actual del río Andalgalá. En la subzona de Siján la mayor probabilidad de acumulación de sedimentos se encuentra en el sector distal (Figura 74).

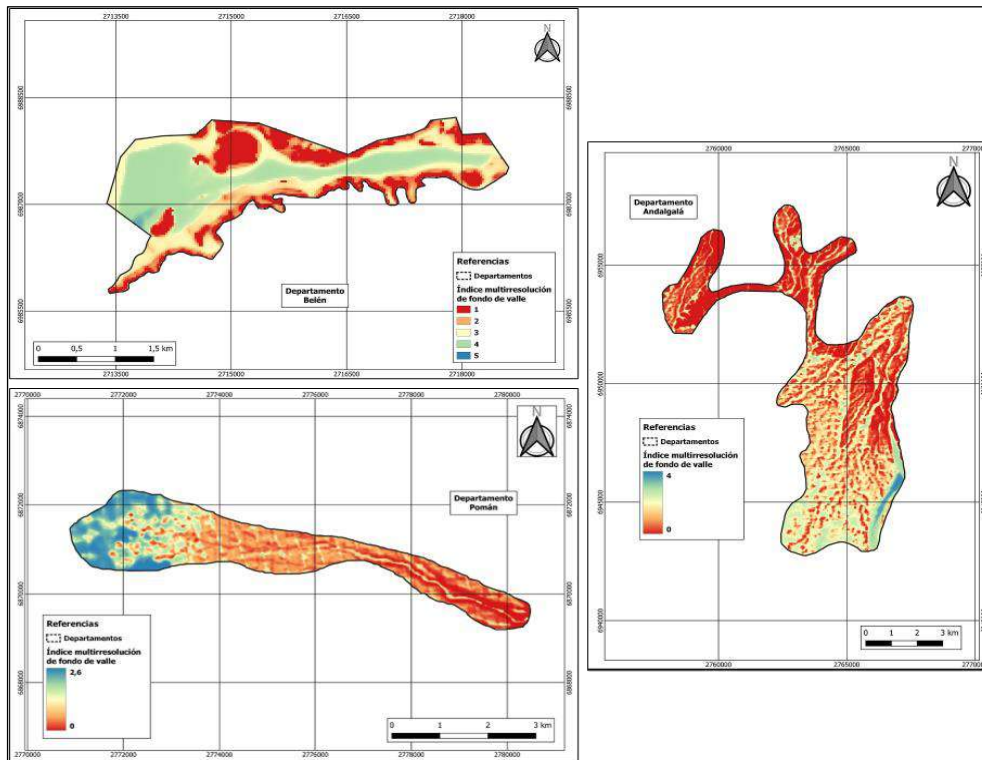


Figura 74 . Índice multiresolución del fondo de valle para las subzonas Hualfín (arriba), Andalgalá (centro) y Siján (abajo).

### 7.3.8. Índice de acumulación de flujo superficial.

El índice de acumulación de flujos superficiales expone claramente donde se encuentran dispuestos las trayectorias de los flujos en la región. Tanto en las subzonas de Medanito como Saujil, así como en Tinogasta, los flujos superficiales se concentran en la planicie aluvial del colector principal, el río Fiambalá-Abaucán y cursos secundarios se concentran en las bajas de los conos coalescentes del piedemonte. Sin embargo, en Fiambalá este índice no es revelador, sospechamos por la incidencia de la acumulación de arenas eólicas en el valle del río de esta subzona (Figura 75).

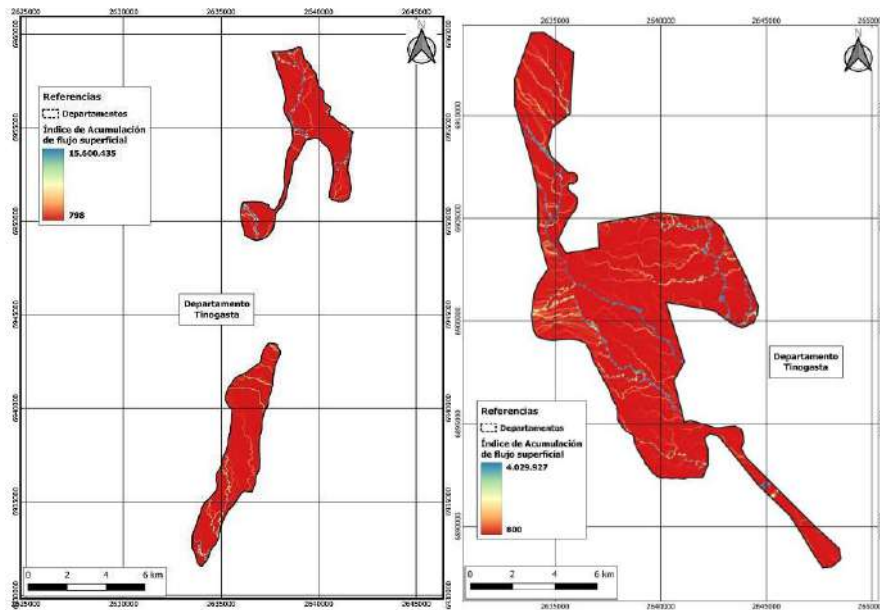


Figura 75 . Índice de acumulación de flujo superficial. Subárea Medanitos-Fiambalá (IZQ) y Tinogasta (DER).

El índice de acumulación de flujos superficiales revela claramente las trayectorias de los cursos activos en cada subzona. En Hualfín, se revela la trayectoria del río principal del valle y su tributario, así como los aportes laterales de cursos temporarios que provienen de las sierras circundantes. En el caso de la subzona Andalgalá, se observan todos los cursos activos que dominan el gran cono del río Andalgalá y el río Chasquiasgo. Igualmente, se denotan muy claramente la trayectoria de los flujos activos y del propio río Siján en la subzona que lleva dicha denominación. Asimismo, se revelan cursos secundarios en el sector distal cerca del Salar de Pipanaco (Figura 76).

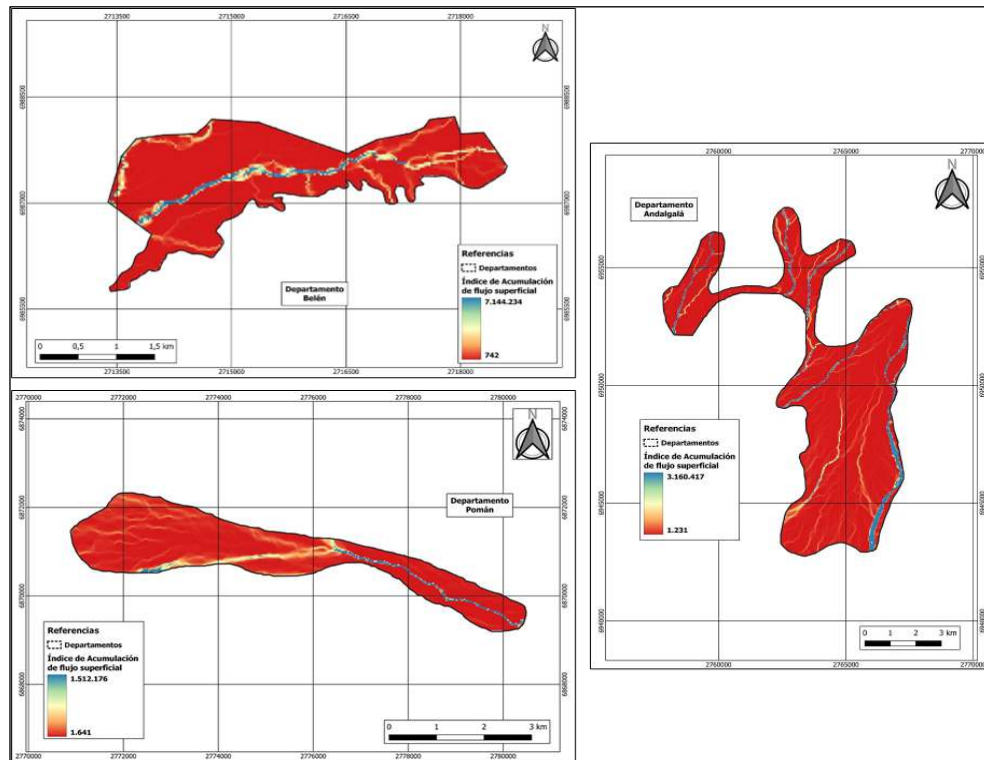


Figura 76 . Índice de acumulación de flujo superficial para las subzonas Hualfín (arriba), Andalgalá (centro) y Siján (abajo).

## 7.4 Estudio de Suelos

### 7.4.1. Características generales de los suelos y su composición granulométrica.

El presente apartado analizará algunos indicadores edáficos aplicados al presente estudio con la finalidad de contar con más información que aporte a entender el patrón de distribución de los sedimentos sobre el paisaje fluvio eólico característico de estas regiones. Las figuras 77 a 79 presentan la ubicación de los 40 sitios relevados en las subzonas seleccionadas. Por no haber antecedentes de estudios de suelos similares, fueron descriptos más sitios de los originalmente programados, de este modo se buscó mejorar la precisión de los atributos del suelo con el uso de algoritmos geoespaciales.

Con el levantamiento de información realizada se obtuvo información para hacer distinciones respecto al origen del material (fluvial - aluvial - eólico), a la profundidad de los sedimentos acumulados y a posibles limitantes físicas (compactación-profundidad de suelos) o químicas (salinización-alcalinización).

Los resultados de los análisis realizados en laboratorio sobre cada muestra fueron reportados en las fichas edafológicas correspondientes, además, aquellos generados de “n” capas de suelo entre 0 y 100 cm, se usaron para hacer correr modelos de distribución espacial de varios atributos en toda la subzona. Básicamente se hizo una agrupación en dos capas sintéticas de 0-50 y 50-100 cm, lo que sirvió para procesar la mayoría de los atributos cuyos valores serían representados espacialmente.

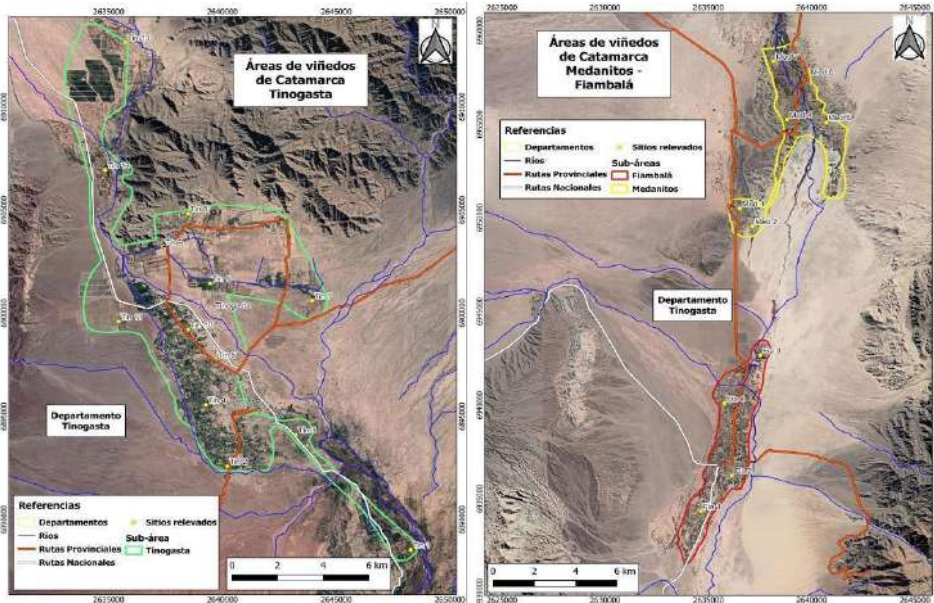


Figura 77. Ubicación de los sitios relevados en la subzona Tinogasta (IZQ) y Medanitos-Fiambalá (DER).

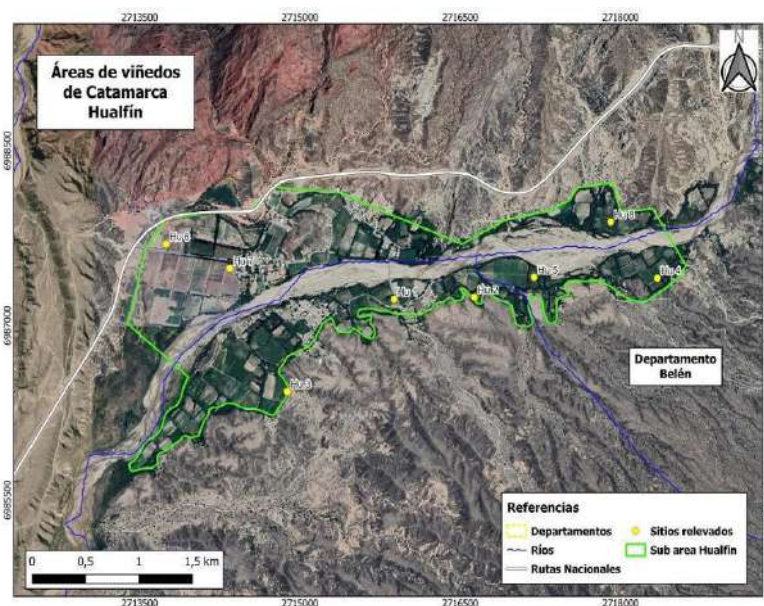


Figura 78 . Ubicación de los sitios relevados en la subzona Hualfin.

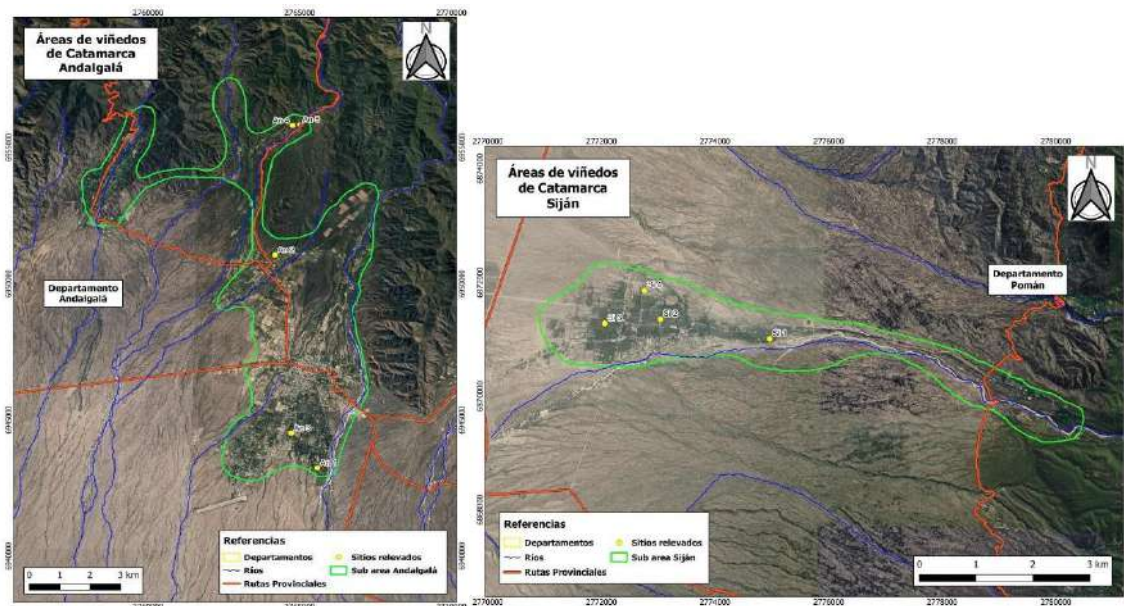


Figura 79 . Ubicación de los sitios relevados en las subzonas Andalgalá (IZQ) y Siján (DER).

Composición textural: En instancias de efectuar la descripción de los suelos, el primer aspecto de interés fue estimar la composición textural al tacto de cada capa identificada y a posteriori, en laboratorio, se efectuaron ensayos de textura elemental y fraccionamiento de arenas por tamización.

La forma más práctica para mostrar composiciones granulométrías de suelos es a través del diagrama textural. Se trata de un triángulo que se divide en 12 secciones. Presenta líneas diagonales y horizontales que atraviesan este triángulo. Estas líneas le dan los puntos de intersección de los tres lados y representan el porcentaje de arcilla, limo y arena. El resultado de las determinaciones de textura elemental realizadas por el método de Bouyoucus se presenta en la figura 80.

Del análisis visual de la ubicación de la nube de datos texturales es posible concluir que hay un marcado dominio de los suelos arenosos en los oasis occidentales bajo regadío de Catamarca. La composición más frecuentemente determinada fue arenoso franco.

La clasificación de las arenas por su tamaño dio como resultado que la fracción predominante en todas las subzonas fue la arena fina (100-200 micrones) y además la comparación de las medias para cada fracción también es muy similar. La figura 81 presenta los resultados del fraccionamiento de las arenas.

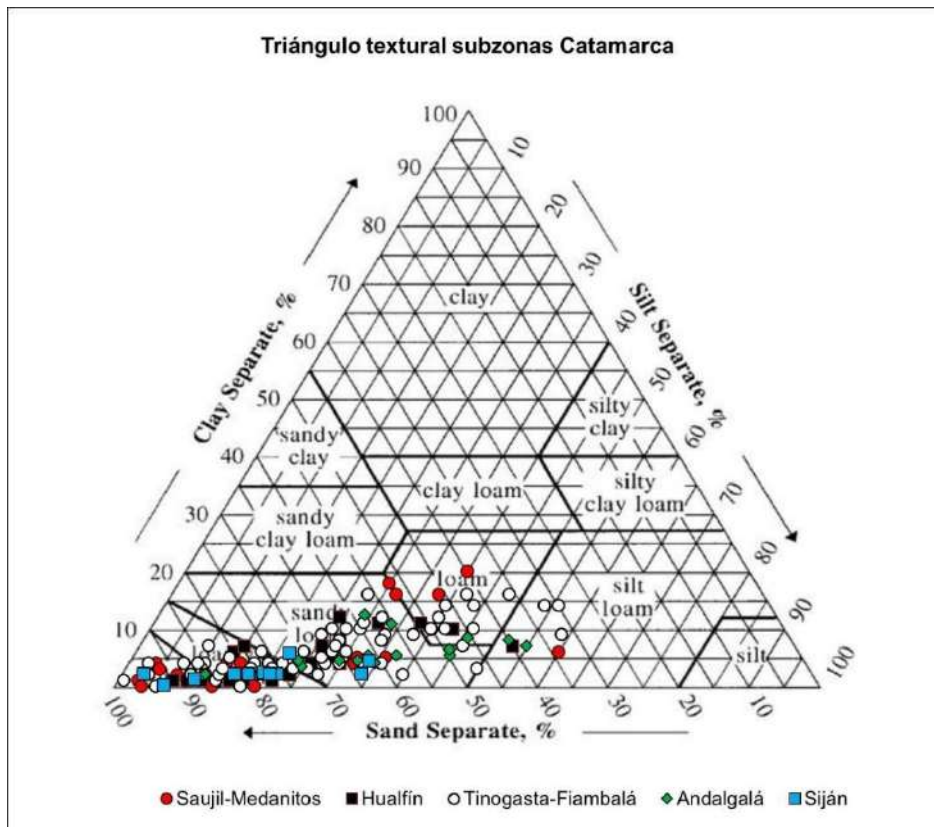


Figura 80 . Triángulo textural americano para las tres localidades estudiadas dentro de la subzona Tinogasta en la provincia de Catamarca

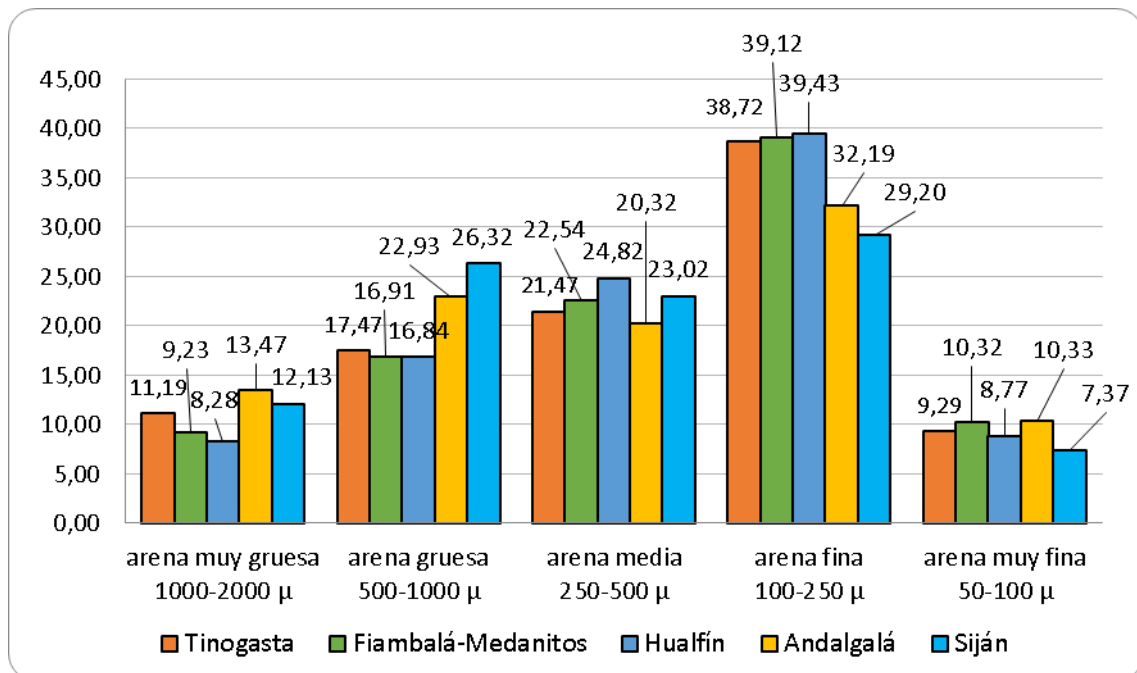


Figura 81 . Fraccionamiento de arenas obtenido en los 40 sitios relevados en las subzonas relevadas.

Del procesamiento conjunto de las texturas resultantes más el aporte de información de las covariables bioclimáticas y morfométricas, se pudieron ejecutar modelos de distribución espacial de la textura. Las figuras 82 a 86, presentan los resultados para la variable textura (0-100 cm), en las subzonas evaluadas.

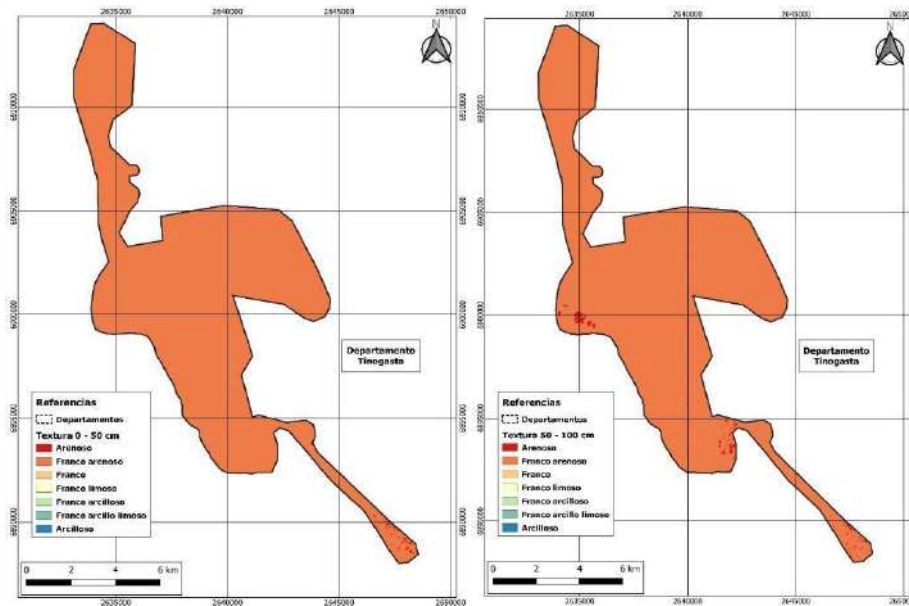


Figura 82 . Modelización de la composición textural de los suelos en la en la sub área Tinogasta. Secciones 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER).

Para Tinogasta el modelo mostró alta homogeneidad espacial de la granulometría superficial, en profundidad, el modelo muestra sectores arenosos correlacionados con áreas pedemontanas (subsuelo areno gravilloso) o bien con sectores con depósitos fluviales arenosos. Fiambalá también presentó suelos muy uniformes en cuanto a textura. Con un marcado predominio de perfiles arenoso franco y profundos. Los suelos fuertemente arenosos se presentan al norte asociados, por su proximidad, al desierto de Tatón que cubre, con un paisaje imponente, más de 160 km<sup>2</sup> hacia el noreste de la citada comuna.

En relación al análisis de la distribución textural de los suelos de Hualfín, se observó que, en coincidencia con el análisis para Tinogasta, los suelos son arenosos en general con algunas reducidas excepciones en sectores acotados con suelos franco limosos.

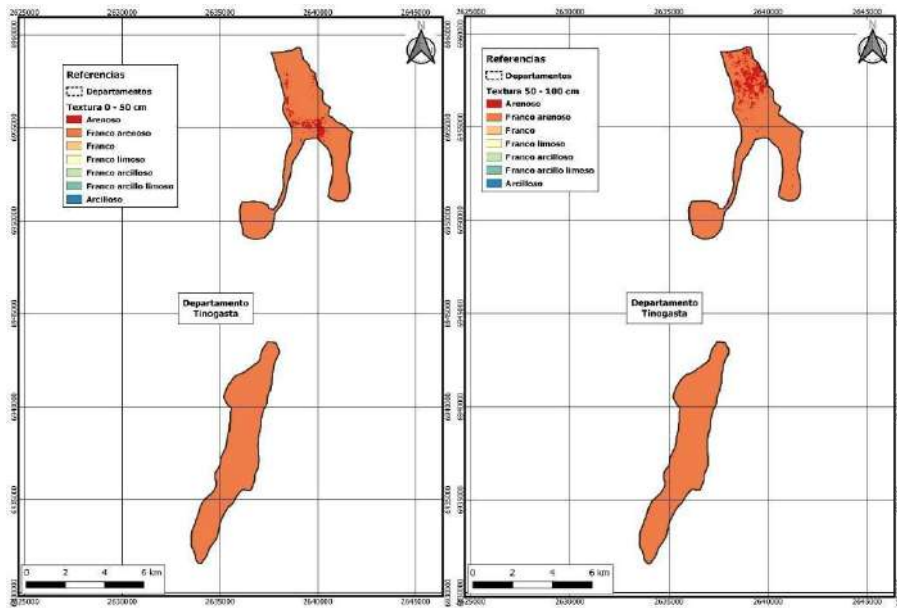


Figura 83 . Modelización de la composición textural de los suelos en la en la sub área Medianitos y Fiambalá, Dpto. Tinogasta. Secciones 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER).

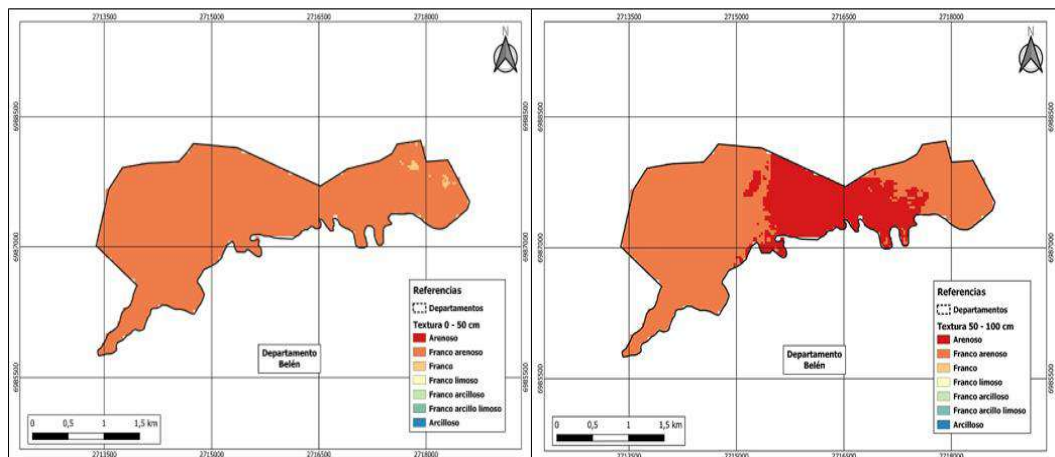


Figura 84 . Modelización de la composición textural de los suelos en la en la subzona Hualfín. Secciones 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER).

Respecto a las modelizaciones espaciales de textura para Andalgalá cabe mencionar se presentan suelos de texturas medias a finas en la capa superficial y medias a gruesas en el subsuelo. La condición climática subhúmeda imperante en esa zona influyó sobre el grado de meteorización de los minerales que componen en sustrato superficial. Finalmente, para Siján, los modelos indican predominio de texturas gruesas especialmente en el subsuelo de las zonas bajas.

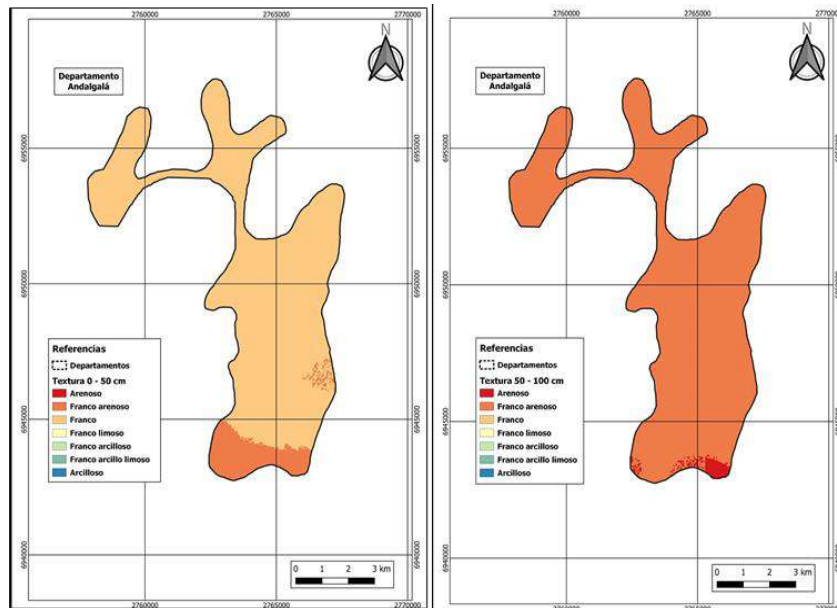


Figura 85 . Modelización de la composición textural de los suelos en la en la subzona Andalgalá. Secciones 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER).

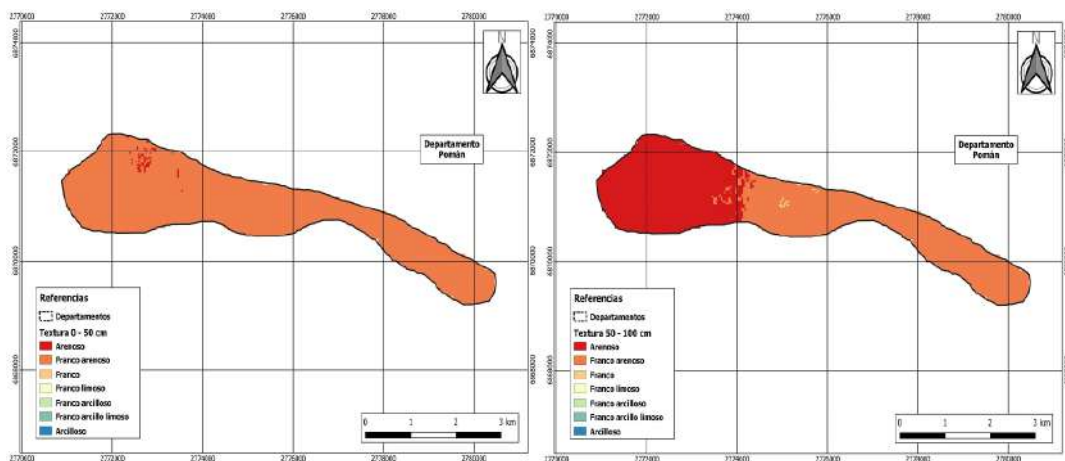


Figura 86 . Modelización de la composición textural de los suelos en la en la subzona Sijàn. Secciones 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER).

**Permeabilidad:** Del procesamiento de la información tomada en campo más los resultados de análisis de laboratorio, se calculó el coeficiente de permeabilidad de Darcy “Kd”. Este parámetro ofrece sugiere sobre la facilidad con la que el agua se desplaza a través de la matriz edáfica y se correlaciona con la morfología de los poros presentes y por ende por la estructura de los micro agregados condicionada ésta, a su vez, por la textura, densidad aparente y espesor de cada capa de suelo. La permeabilidad calculada considera la sección de control 0-100 cm, allí radica la diferencia con la infiltración básica la cual expresa la velocidad (mm/h), con la que el agua ingresa en el perfil en sus primeros centímetros.

En una gráfica descriptiva se presentan los resultados obtenidos, con sus valores medios y desvíos, en todas las subzonas relevadas de la provincia de Catamarca (figura 87).

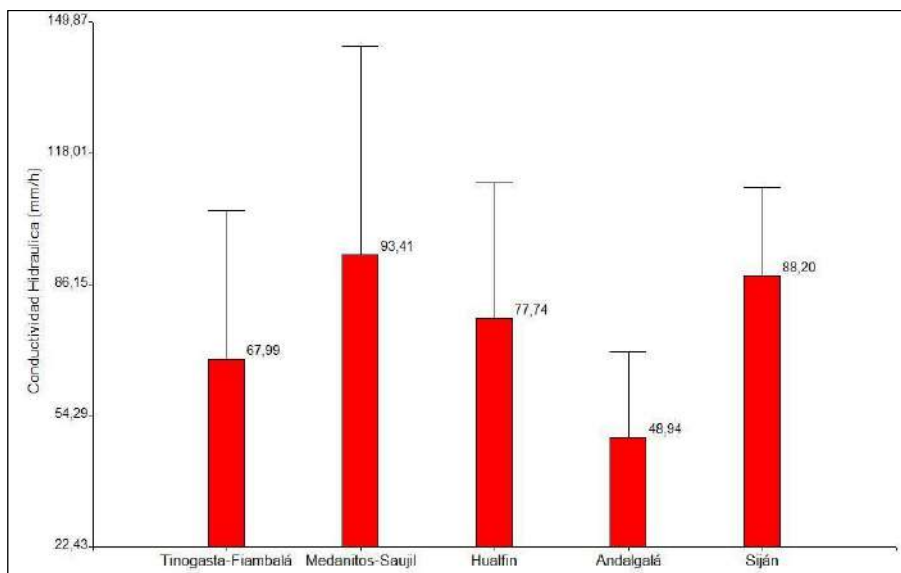


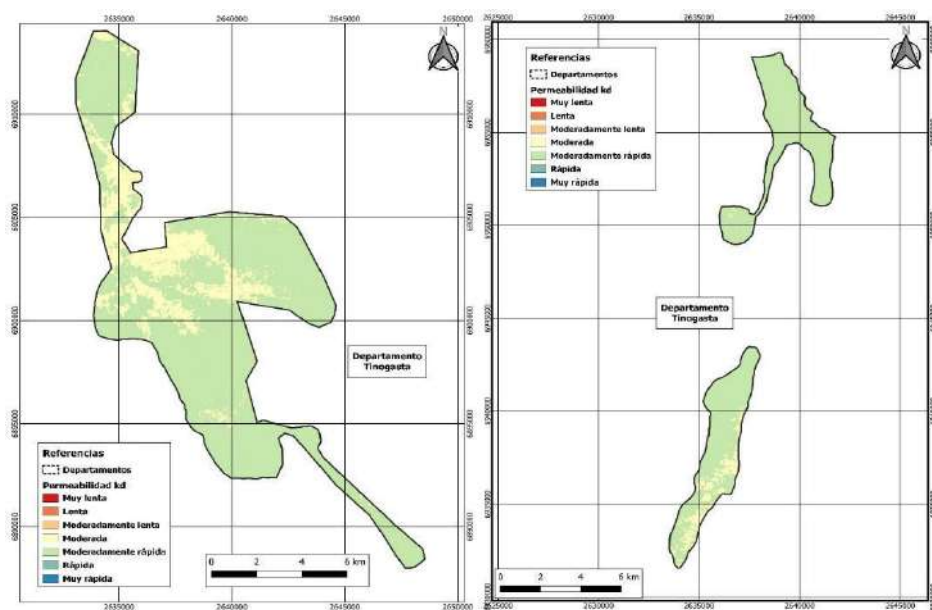
Figura 87. Permeabilidad Kd (mm/h). Gráfica descriptiva determinada en las subzonas relevadas de la provincia de Catamarca.

Para facilitar la interpretación de este parámetro, una adaptación del Servicio de Conservación de Suelo de los Estados Unidos (1951), permite calificar la conductividad hidráulica saturada de los suelos del área estudiada (cuadro 3). El coeficiente K Darcy presenta valores de permeabilidad moderadamente rápida para los suelos del valle de Tinogasta en general y de Hualfín. Por la mayor proporción de suelos de textura areno-franco descriptos en las localidades de Saujil-Medanitos, así como también en Siján, el Kd promedio resultó mayor a los antes mencionados. En el caso de Andalgalá, la permeabilidad fue moderada según la referencia del Bureau of Reclamation (1951), lo que se explica por la prevalencia de suelos (0-50 cm), de texturas medias (franco a franco-arenosas).

Para analizar el grado de variabilidad espacial de la permeabilidad, a los datos calculados se les aplicaron los modelos de distribución espacial descriptos en la metodología y se generaron mapas del atributo permeabilidad para las subzonas relevadas. Las figuras 88 y 89, presentan los resultados obtenidos. Tal como se describió precedentemente, predomina la permeabilidad moderadamente rápida, a excepción de Andalgalá y parte de Hualfín donde la presencia de composiciones texturales más finas, reducen la velocidad del movimiento del agua en el perfil.

**Cuadro 3. Clases de permeabilidad en suelos según coeficiente de K Darcy (USBR 1951)**

CLASES DE PERMEABILIDAD		
Clase	Calificación	K (mm h <sup>-1</sup> )
1	Muy lenta	< 1,25
2	Lenta	1,25 – 5
3	Moderadamente lenta	5 – 20
4	Moderada	20 – 62,5
5	Moderadamente rápida	62,5 – 125
6	Rápida	125 – 250
7	Muy rápida	> 250



*Figura 88 . Modelización de la permeabilidad de los perfiles de suelos en Tinogasta (IZQ) y en Medianitos-Fiambalá (DER), Dpto. Tinogasta. Sección 0-200 cm.*

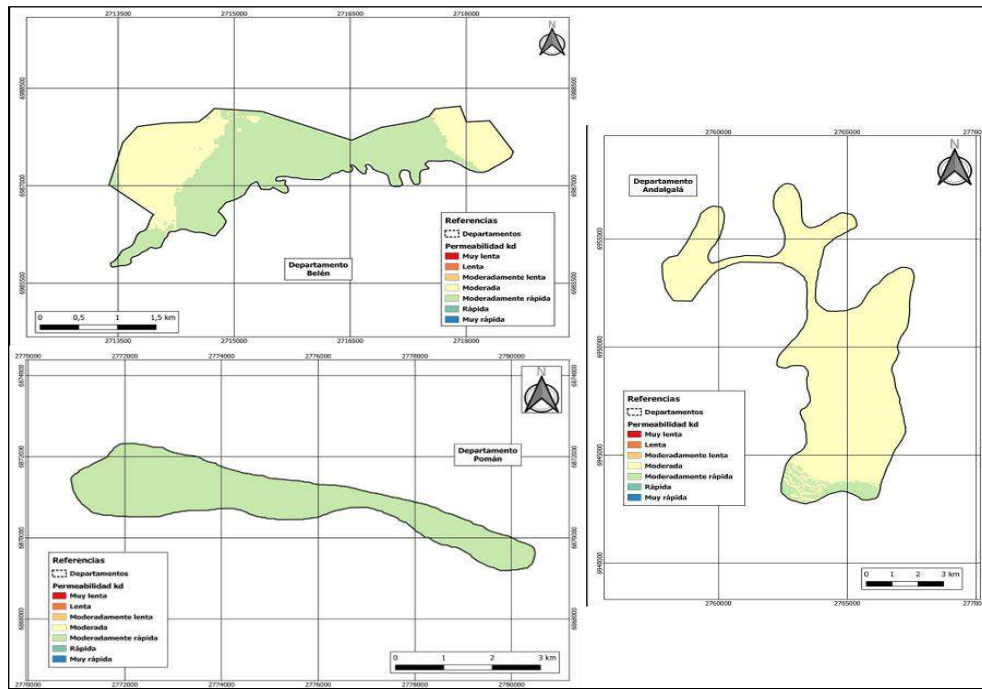


Figura 89 . Modelización de la permeabilidad de los perfiles de suelos. Subzonas Hualfín (arriba), Andalgalá (centro) y Siján (abajo). Sección 0-200 cm.

**Profundidad efectiva de los suelos (PES):** Este parámetro resulta muy importante para fruticultura, incide tanto en el anclaje de las plantas como en el potencial desarrollo de las mismas y condiciona el manejo del método de riego. Hay consenso internacional respecto a considerar como perfil de suelos profundo a aquel que no presenta limitantes a la exploración de raíces en la sección 0-200 cm de profundidad. Las tres posibles causas que reducen la profundidad de suelo explorable son: presencia de napa freática, de material pedregoso muy abundante (> 6 cm de diámetro) y de densificación natural (Tosca) de una o más capas de suelo por presencia de calcáreo y/o yeso en abundancia. La Figura 90 presenta el modelo digital obtenido para la variable PES la cual integra las tres limitantes antes descritas.

Fue posible apreciar que en toda la subzona Tinogasta se presentaron suelos profundos en general, las limitantes posibles estuvieron presentes, pero no produjeron significativo impacto en la variable. En las giras de campo se pudo verificar la presencia de napa freática fluctuante en el sector norte de la localidad de Medanitos, sería esta la problemática dominante en cuanto a profundidad de suelos. Para evitar redundancias, no se presentarán los mapas de profundidad a cada una de las tres limitantes, sin embargo, están disponibles en el paquete de productos que se incorporaron al repositorio de COVIAR.

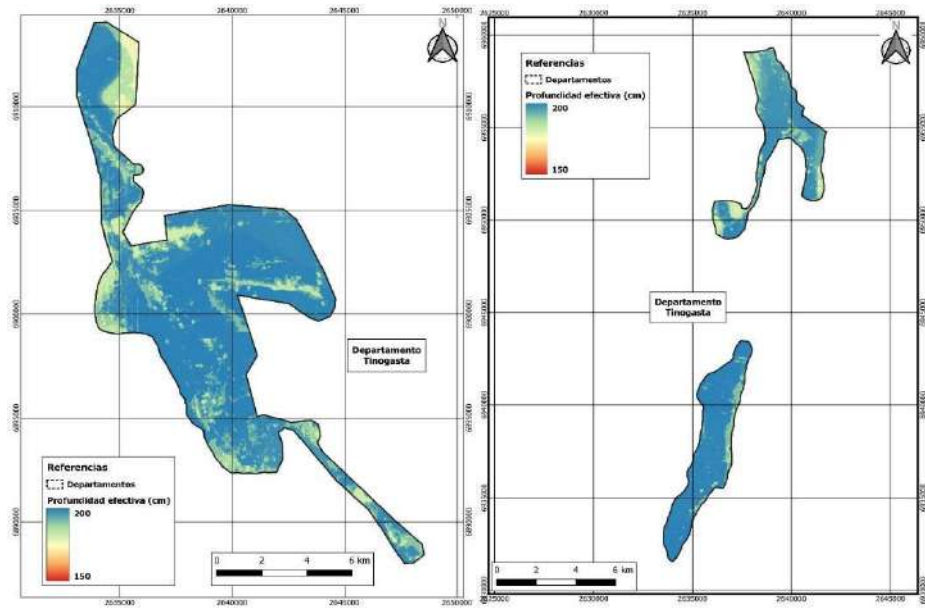


Figura 90 . Modelización de la profundidad efectiva de los suelos en Tinogasta (IZQ) y en Medianitos-Fiambalá (DER), Dpto. Tinogasta. Sección 0-200 cm.

En Hualfín se presentó alta variabilidad respecto a la profundidad efectiva, sucede que se combinan dos limitantes, en las tierras altas de relieve normal, la piedra se presenta entre 100 y 150 cm de profundidad, en las bajas en cambio, la presencia de napa freática es la limitante dominante (Figura 91). En Andalgalá y Siján, el modelo presentó una profundidad efectiva más reducida respecto a las zonas antes citadas. El relieve juega un rol generando contactos líticos a escasa profundidad (100 cm promedio), sin embargo, en cuanto la pendiente del terreno cae por debajo de 1,5 % los suelos muestran una significativa ganancia de sedimento y por ende de profundidad.

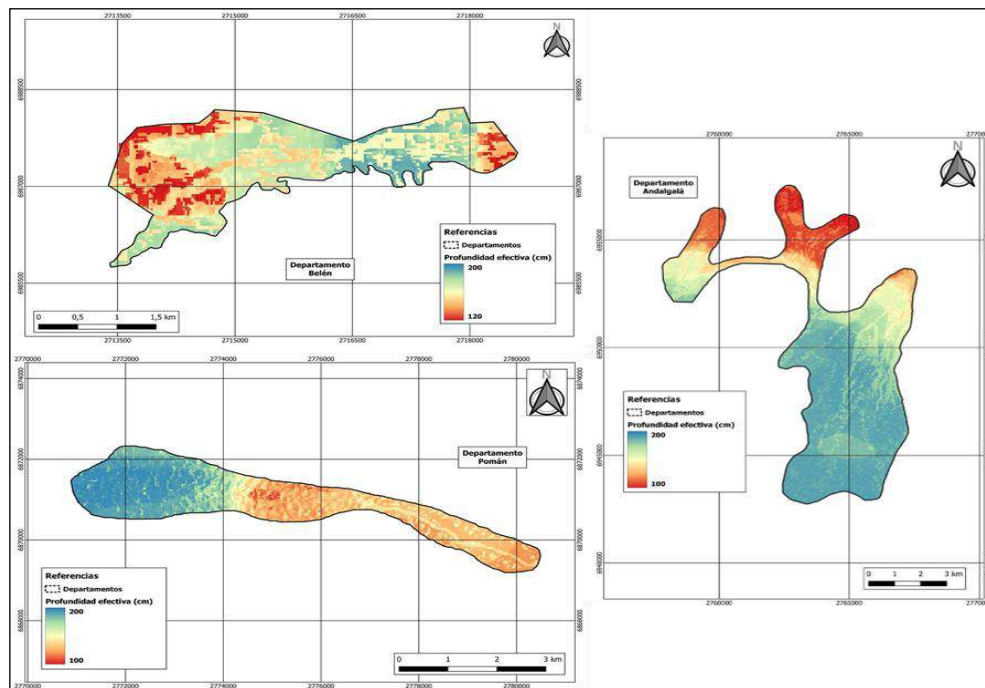


Figura 91 . Modelización de la profundidad efectiva de los suelos Subzonas Hualfín (arriba), Andalgalà (centro) y Sijàn (abajo). Sección 0-200 cm.

Riesgo de Anegamiento y Drenaje natural: En las áreas estudiadas de la provincia, el riesgo de anegamiento general es casi improbable.

Analizando las zonas individualmente, en Tinogasta solo ante ocasionales recrecimientos del Río Abaucán, se pueden generar problemas de saturaciones del perfil en áreas no cultivadas de la zona norte de la localidad de Medanitos, comúnmente estos ambientes se los reconoce como ciénagas en las clasificaciones de ambientes edáficos (Figura 92). En concordancia con lo expresado, en la subzona Hualfín también se presenta un sector con riesgo ocasional de anegamiento del sector Noroeste del área seleccionada. Las condiciones para que ello suceda claramente están condicionadas a un módulo de descarga del río Hualfín muy superior a la media histórica. Andalgalá y Siján no presentan zonas con riesgo respecto a este atributo, se trata de áreas con excelente descarga hacia tierras bajas fuera de las zonas cultivadas (Figura 93).

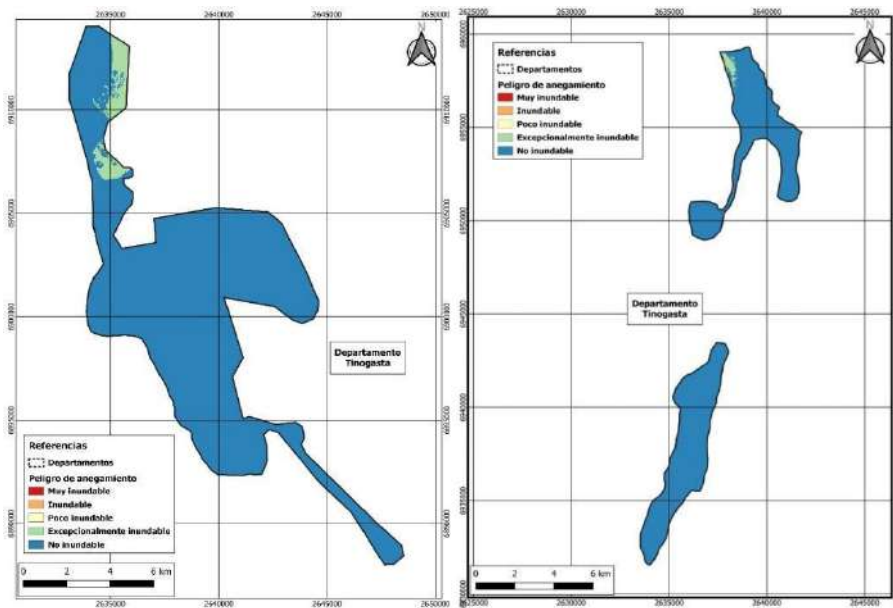


Figura 92 . Modelización del riesgo de anegamiento del perfil edáfico en Tinogasta (IZQ) y en Medianitos-Fiambalá (DER), Dpto. Tinogasta.

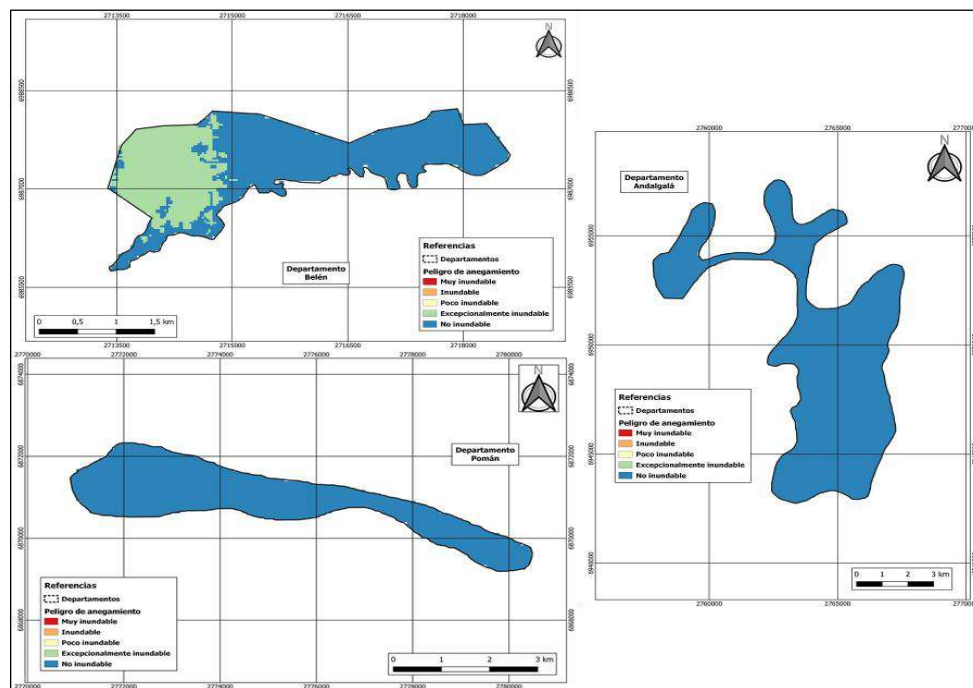


Figura 93 . Modelización del riesgo de anegamiento del perfil edáfico. Subzonas Hualfín (arriba), Andalgalá (centro) y Sijàn (abajo).

Respecto al drenaje, por la composición textural predominantemente arenosa de sus suelos, en las tres localidades incluidas en la subzona Tinogasta, se presentan ambientes como bien a algo excesivamente drenados (Figura 94). Para Hualfín, el modelo indicó tres clases de drenaje y se correlaciona con la textura de los suelos. Aunque no es limitante el sector con drenaje más lento se

presenta en los sectores bajos de la zona. Para los ambientes de Andalgalá y Sijan, las zonas bajas, dentro del área seleccionada, son bien drenadas mientras que, en el piedemonte, la presencia del material areno-graviloso favorece el movimiento rápido del agua en el perfil (Figura 95).

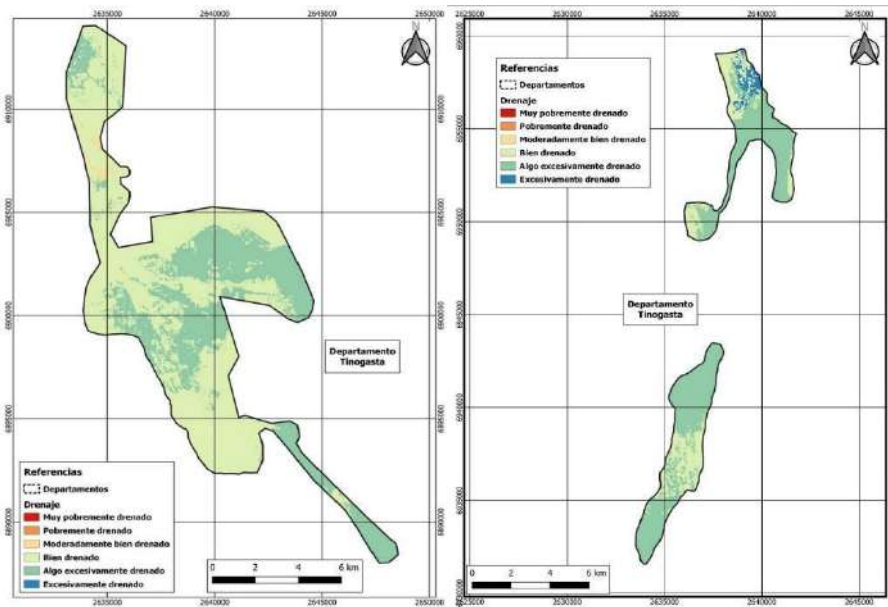


Figura 94 . Modelización del drenaje natural de los suelos en Tinogasta (IZQ) y en Medianitos-Fiambalá (DER), Dpto. Tinogasta

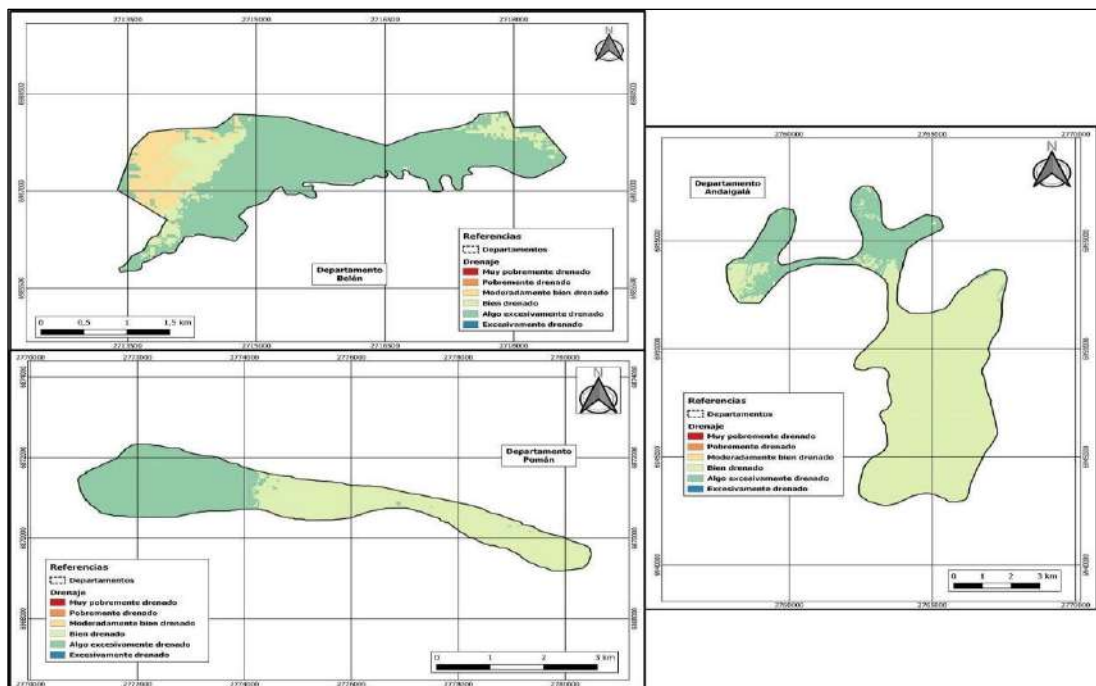


Figura 95 . Modelización del drenaje natural de los suelos en Subzonas Hualfin (arriba), Andalgalá (centro) y Sijan (abajo).

Capacidad de almacenaje de agua del suelo (mm/m): es una cualidad muy importante en zonas de riego, ya que determina el abastecimiento y suficiencia para cubrir las necesidades hídricas estacionales del cultivo, como asimismo la programación del riego y las posibles tecnificaciones aplicables al mismo. Está determinada por la profundidad efectiva, textura, densidad aparente ( $T/m^3$ ) y pedregosidad (% de gravas y gravillas incluidas en la matriz), que influyen en la capacidad de retención de agua en el perfil.

Se efectuó un análisis comparativo de la capacidad de almacenaje de agua (mm/m) en el perfil, los resultados se muestran en una gráfica descriptiva (Figura 96). Las localidades que, por la composición textural de sus suelos, requerirían de mayor tecnificación del riego para sostener productividades aceptables en los cultivos son Siján y Saujil-Medanitos. Para mayor información sobre este atributo tan importante, se realizó una modelización espacial de la capacidad de almacenaje en todas las zonas relevadas (Figuras 97 y 98).

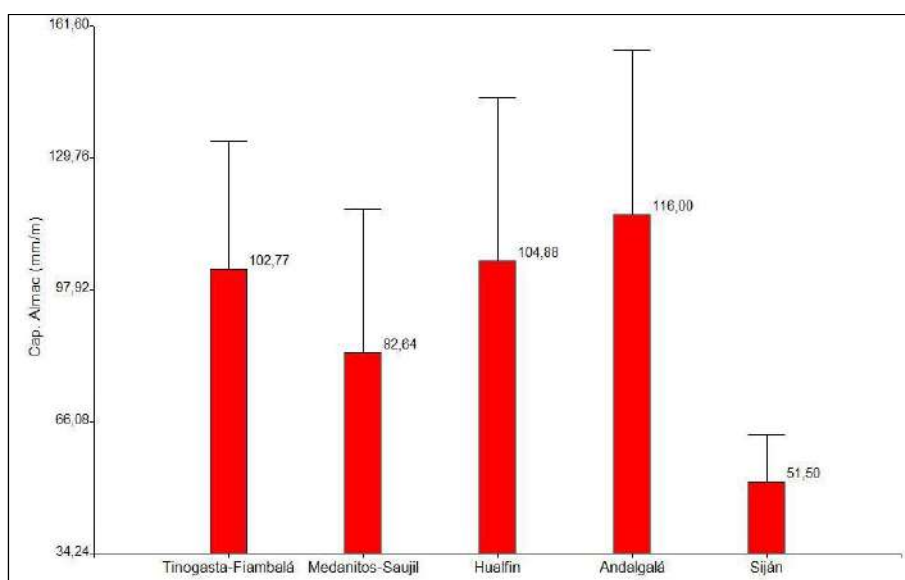


Figura 96 . Capacidad de almacenaje de los suelos. Gráfica descriptiva que integra todas las zonas evaluadas.

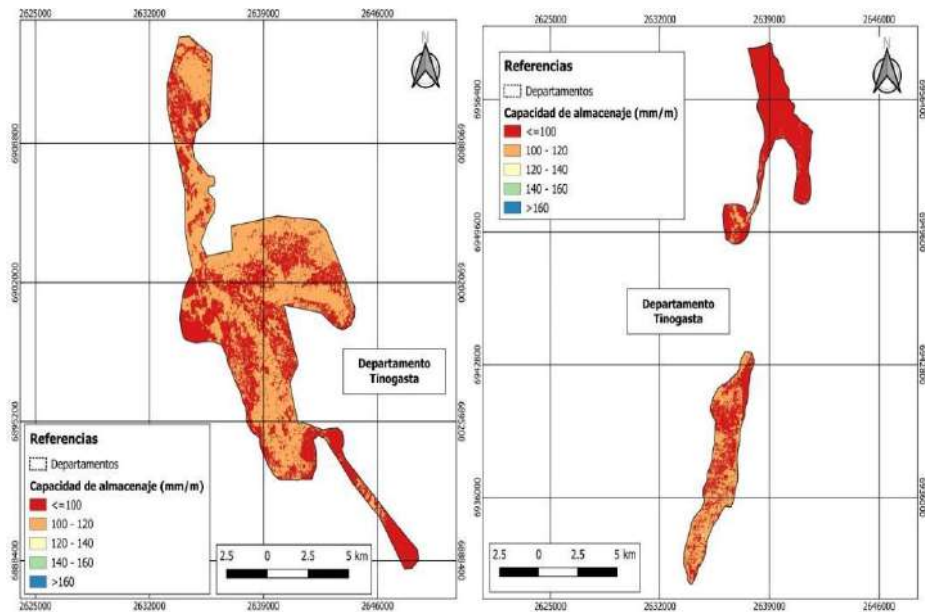


Figura 97 . Modelización de la capacidad de almacenaje de los suelos en Tinogasta (IZQ) y en Medianitos-Fiambalá (DER).

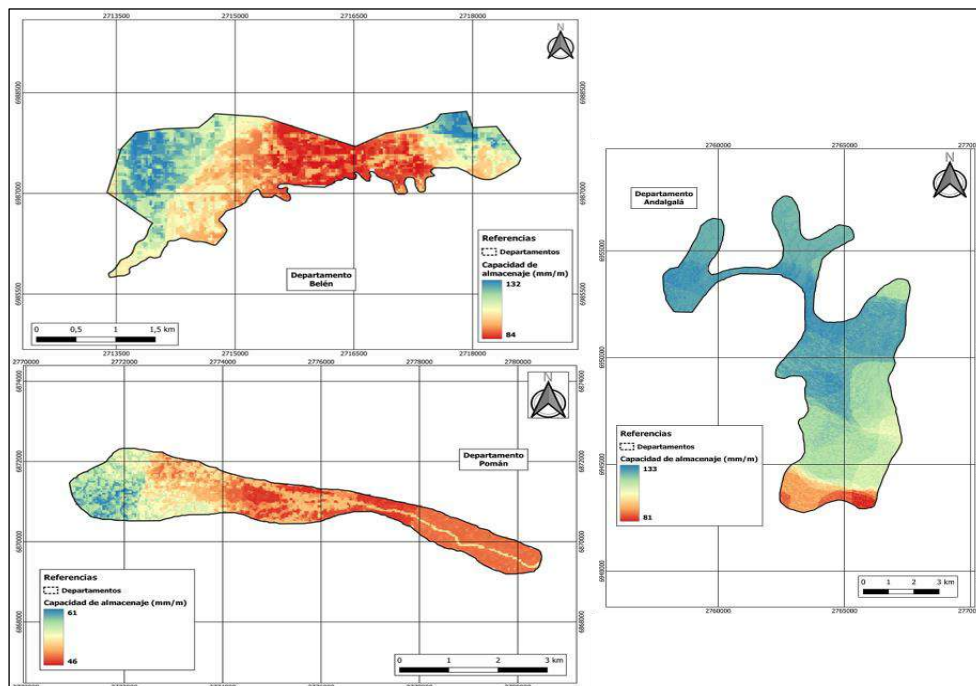


Figura 98 . Modelización de la capacidad de almacenaje de los suelos en Hualfin (arriba), Andalgalá (centro) y Siján (abajo).

El escurrimiento superficial, indicador cualitativo determinado en los sitios visitados. Da cuenta de la susceptibilidad a erosión hídrica que tiene una zona o región. Considerando el relieve mayoritariamente subnormal (pendiente 0-1%), y a la rápida infiltración del agua en estos suelos, el escurrimiento descrito fue medio a lento en toda la extensión de la subzona Tinogasta (Figura 99).

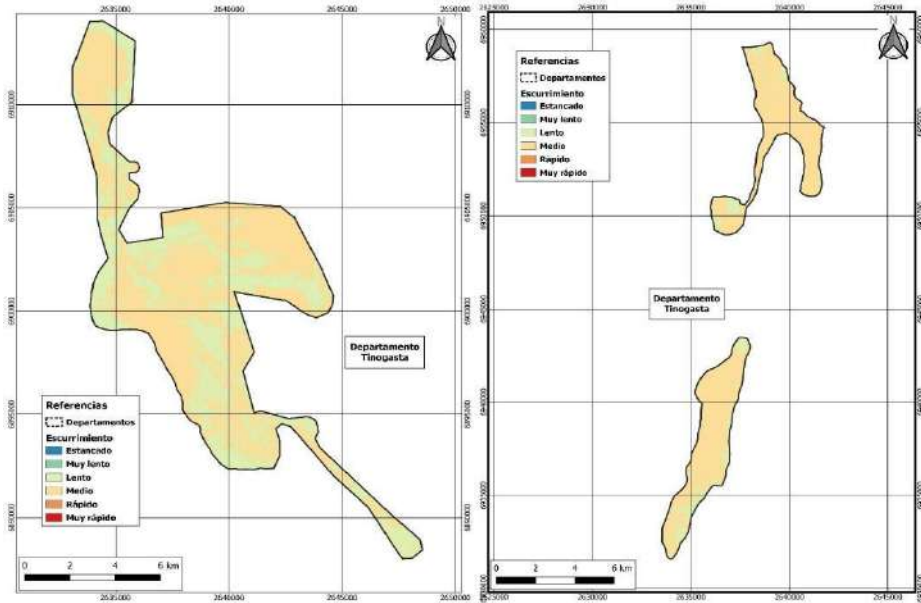


Figura 99 . Modelización del factor escurrimiento superficial en Tinogasta (IZQ) y en Medianitos-Fiambalá (DER), Dpto. Tinogasta.

En las zonas de mayor pendiente natural (2-3%), donde los viñedos se han instalado con riego por goteo sin mayores movimientos de suelo y con terrenos de alta rugosidad, los escurrimientos se ven sensiblemente disminuidos salvo, claro está, en los ríos permanentes o temporarios. La modelización del escurrimiento en Huafín combina varias situaciones y esto es producto de lo mixta que es la zona en cuanto a releve, podemos decir que el modelo no se refleja bien lo observado en cada sitio visitado. En Andalgalá, en cambio, el modelo se ajusta a la lógica de la asociación pendiente/escurrimiento potencial. Finalmente, en Siján, el modelo también muestra poca adaptación a la realidad, salvo sectores puntuales con suelos franco arenosos, toda la subzona presenta escurrimiento medio a rápido (Figura 100).

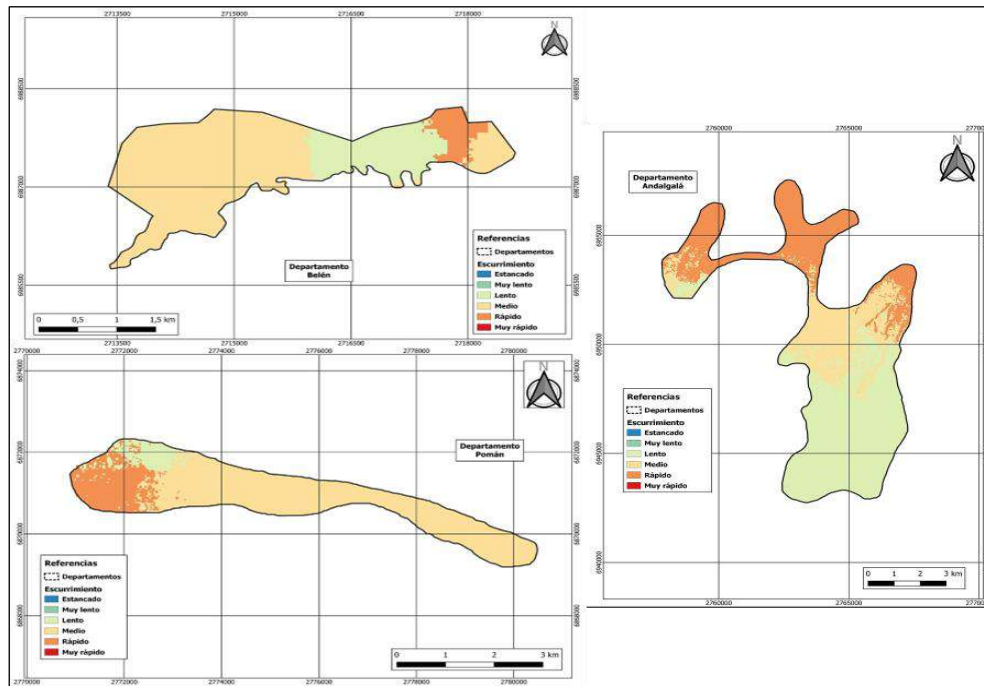


Figura 100 . Modelización del factor escurrimiento superficial en Hualfin (arriba), Andalgalà (centro) y Sijàn (abajo).

## Características químicas de los suelos.

Respecto a los parámetros químicos determinados en cada subzona comprometida para el presente estudio, a continuación, se desarrolla una síntesis de los resultados obtenidos.

### Salinidad (0-100 cm):

**Subzona Tinogasta:** Se efectuaron un total 55 determinaciones del contenido de sales. Se obtuvo como resultado una concentración media de 1 dS/m, la que se interpreta como no salino. Solo en un sitio se registró un valor algo mayor (TIN 8), donde presentó un valor algo superior a 3 dS/m entre 50 y 100 cm, que se considera ligeramente salino y se trata de depósitos de sales de antiguos aportes coluviales provenientes de las serranías vecinas. Las figuras 101 y 102 presentan las modelizaciones generadas para la variable salinidad.

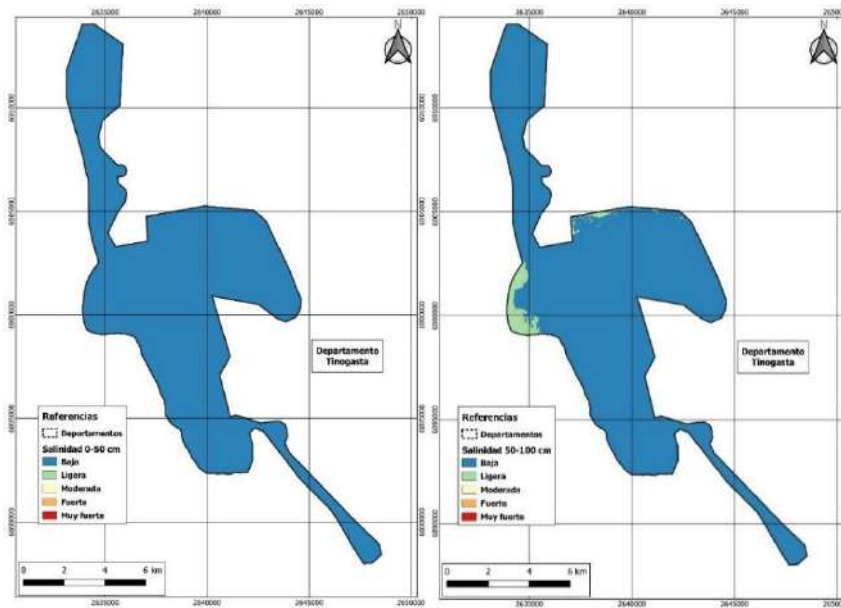


Figura 101 . Distribución espacial modelizada de la salinidad de los suelos de la subzona Tinogasta. Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Tinogasta.

Subzona Hualfín: Se efectuaron un total 16 determinaciones del contenido de sales. Se obtuvo como resultado una concentración media de 1 dS/m, la que se interpreta como no salino. Solo en un sitio se registró un valor algo mayor (Hu 8), donde presentó un valor de 4 dS/m entre 50 y 100 cm, que se considera en el umbral entre salino y no salino). La figura 103, presenta la modelización generada para la variable salinidad donde se aprecia ausencia de riesgo salino en la zona.

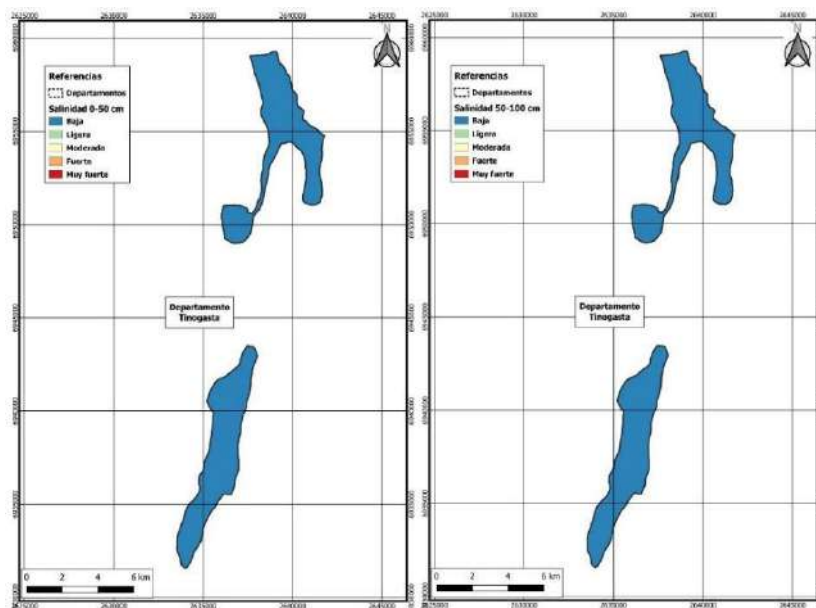


Figura 102 . Distribución espacial modelizada de la salinidad de los suelos de la subzona Medanitos-Fiambalá. Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Tinogasta.

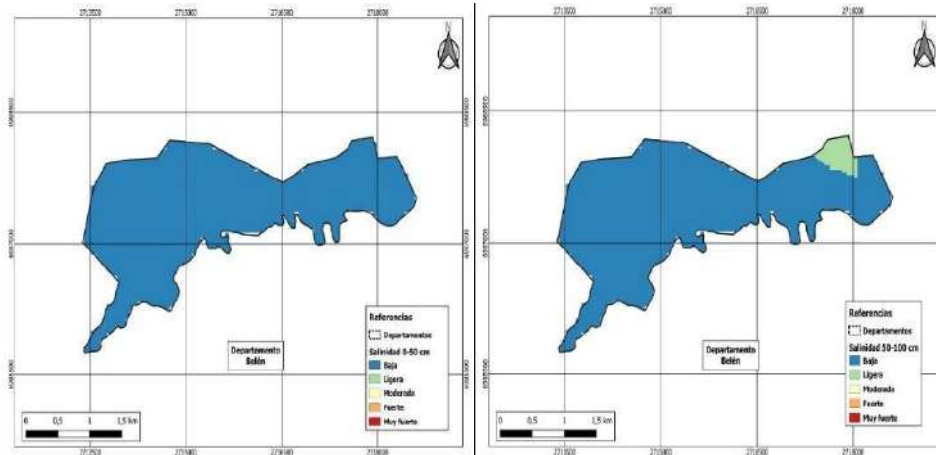


Figura 103 . Distribución espacial modelizada de la salinidad de los suelos de la subzona Hualfín. Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Belén.

Subzona Andalgalá: Se efectuaron un total 13 determinaciones del contenido de sales. Se obtuvo como resultado una concentración media de 0,4 dS/m con un desvío poco significativo, la que se interpreta como no salino. El régimen anual de precipitaciones (algo > a 300 mm), la buena calidad de las aguas utilizadas para riego y la posición altitudinal del área configuran un escenario muy favorable respecto al bajísimo riesgo de salinización de los suelos de esta localidad y zona aledaña. La figura 104, presenta la modelización generada para la variable salinidad donde se aprecia ausencia de riesgo salino en la zona.

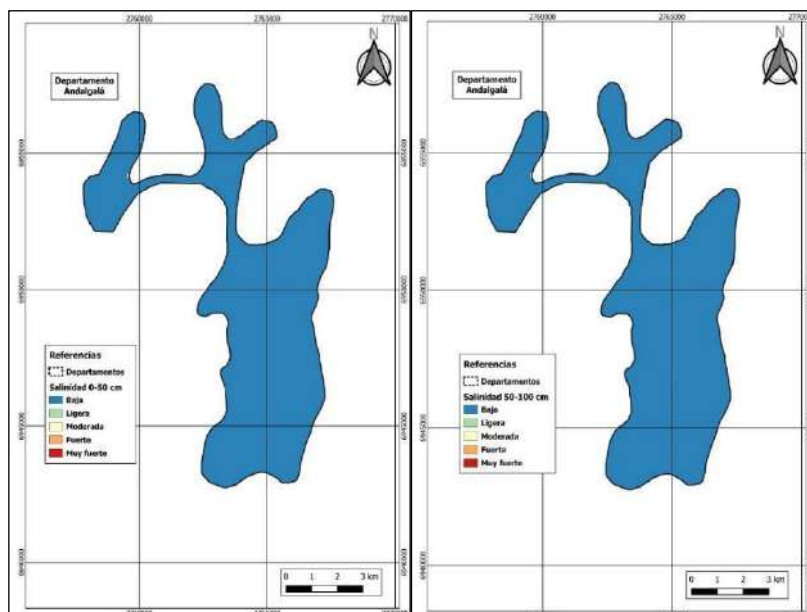


Figura 104 . Distribución espacial modelizada de la salinidad de los suelos de la subzona Andalgalá. Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Homónimo.

**Subzona Siján:** Se efectuaron un total 12 determinaciones del contenido de sales. Se obtuvo como resultado una concentración media de 0,8 dS/m, la que se interpreta como no salino. Las figura 105, presenta la modelización generada para la variable salinidad, bajo las condiciones actuales y en los sitios evaluados no se presentan riesgos de salinización de suelos, no obstante ello se recomienda chequear el contenido salino en los suelos ubicados en el extremo oeste de la zona relevada. Como muestra complementaria se determinó un valor de 3,8 dS/m, en una capa ubicada entre 120 y 200 cm de profundidad en el sitio Si 3.

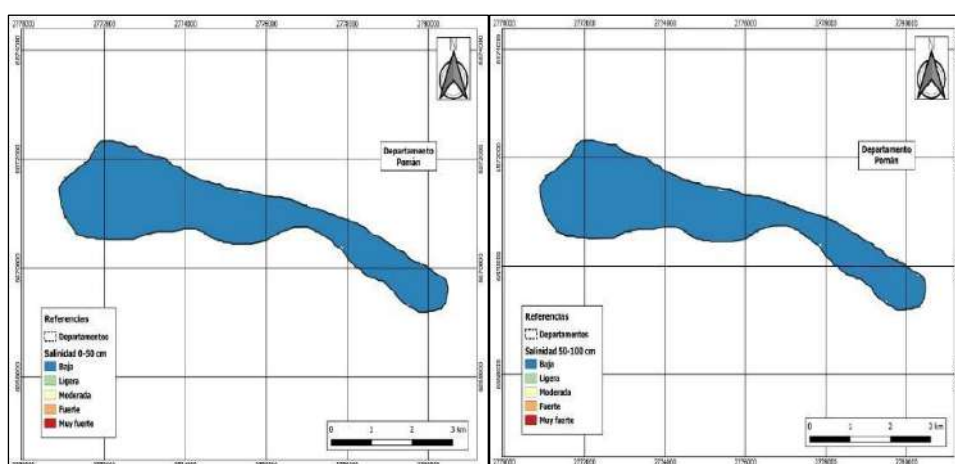


Figura 105 . Distribución espacial modelizada de la salinidad de los suelos de la subzona Siján. Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Pomán.

## pH (0-100 cm):

Subzona Tinogasta: El valor promedio de 8,4 (n=55), que se interpreta como moderada a fuertemente alcalino. La alcalinidad de los suelos tiende a aumentar en profundidad lo cual es normal en suelos cultivados bajo riego con aguas de buena calidad. Las figuras 106 y 107 presentan las modelizaciones generadas para la variable pH.

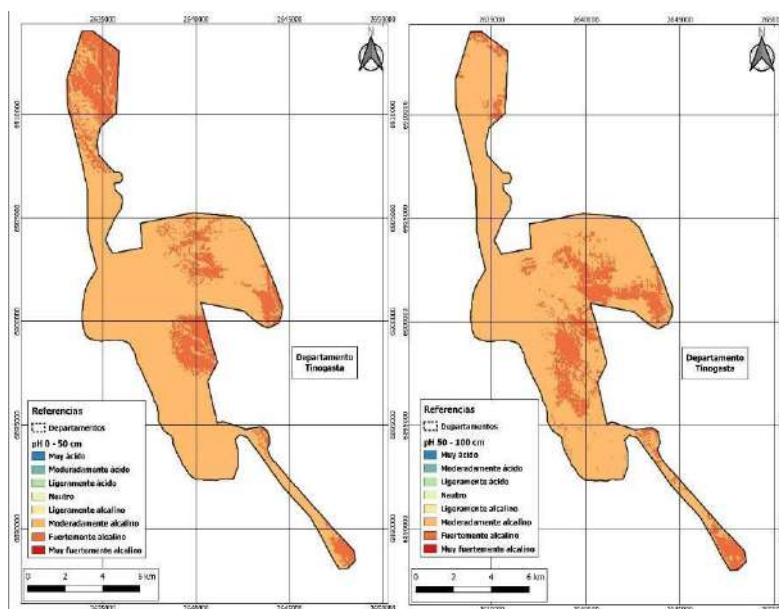


Figura 106 . Distribución espacial modelizada del pH de los suelos de la sub área Tinogasta sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Tinogasta.

Subzona Hualfín: El valor promedio de 8,3 (n=16), que se interpreta como ligera a moderadamente alcalino. La alcalinidad de los suelos, en esta zona se mantiene prácticamente constante en profundidad. La figura 108, presenta la modelización generada para la variable pH.

Subzona Andalgalá: El valor promedio de 7,7 (n=13), que se interpreta como ligeramente alcalino. Al aplicar la modelización en esta zona aparecen sectores con pH neutro (7), especialmente en el subsuelo, lo que indica que el material originario de estos ambientes edáficos es distinto a los anteriores analizados especialmente en los sectores bajos. Las necesidades de corrección de pH, resultan poco necesarias en esta subzona. La figura 109 presenta la modelización generada para la variable pH.

Subzona Siján: El valor promedio de 7,7 (n=12), que se interpreta como ligeramente alcalino. Se presentan las mismas consideraciones mencionadas para Andalgalá (Figura 110).

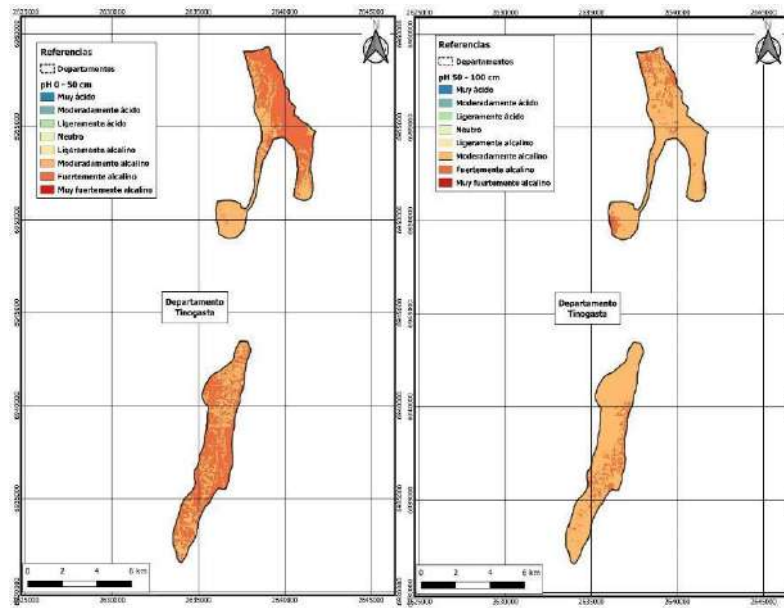


Figura 107 . Distribución espacial modelizada del pH de los suelos de la sub área Medanitos-Fiambalá sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Tinogasta.

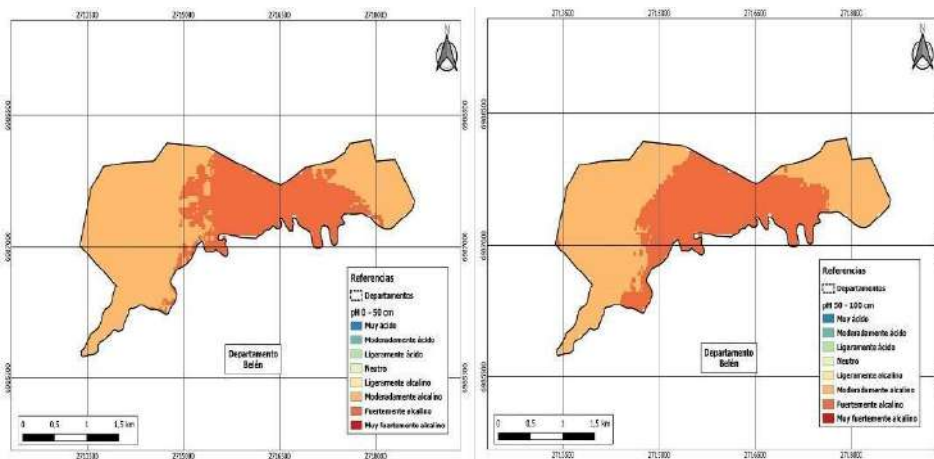


Figura 108 . Distribución espacial modelizada del pH de los suelos de la subzona Hualfín sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Belén.

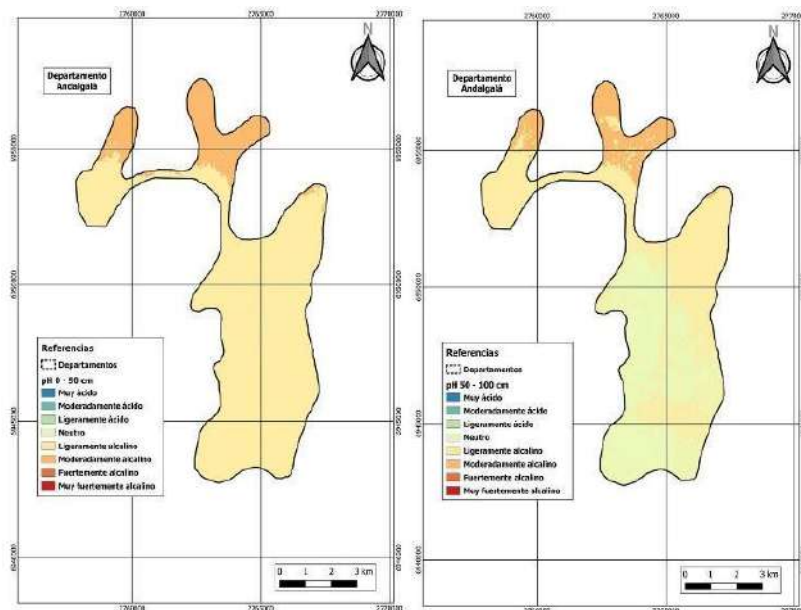


Figura 109 . Distribución espacial modelizada del pH de los suelos de la subzona Andalgalá sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Homónimo.

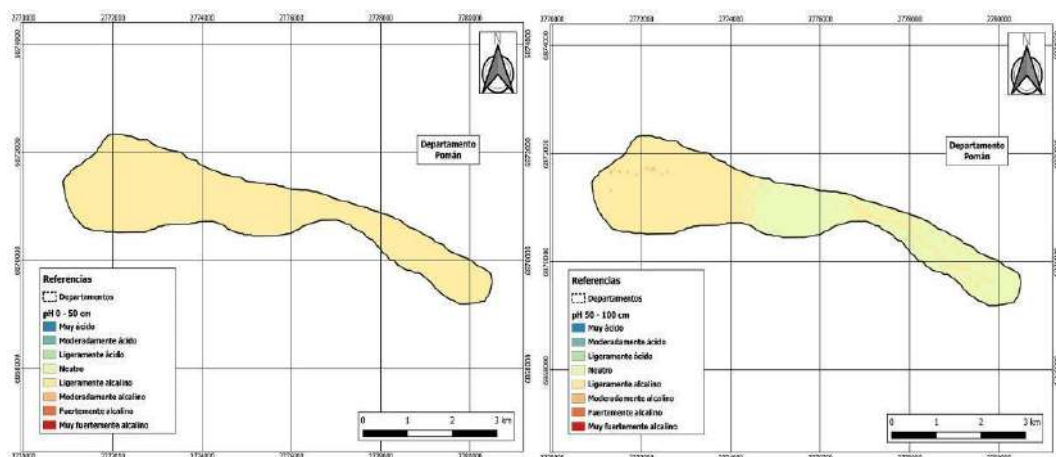


Figura 110 . Distribución espacial modelizada del pH de los suelos de la subzona Siján sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Tinogasta.

### Relación de Absorción de Sodio (RAS) (0-100 cm):

**Subzona Tinogasta:** Respecto a riesgo de sodicidad, cabe mencionar que, salvo un caso puntual detallado en las fichas (Anexo) donde el RAS fue de 15, es valor medio obtenido (n=54) es bajo: 6,8. Se concluye entonces que las afectaciones de los suelos por sodio se presentan en rodales aislados pero que es preciso monitorear y aplicar medidas correctivas. La figura 111, presenta la modelización generada para la variable riesgo de alcalinización o (RAS).

**Subzona Hualfín:** El valor medio obtenido (n=13) es bajo: 5,4. Analizando los mapas de esta subzona en sus dos profundidades se observa que la

presencia de valores inusuales de sodio en exceso solo se da en la capa superficial por lo que se infiere que es una zona donde se están acumulando sales en el suelo por mal manejo de la programación del riego. La figura 112, presenta la modelización generada para esta variable.

Subzona Andalgalá: El valor medio obtenido (n=10) es muy bajo: 1,8 por lo que se puede concluir que esta zona no presenta riesgo de sodicidad en sus suelos siempre y cuando las prácticas agronómicas sean las correctas. La figura 113 presenta la modelización generada para esta variable.

Subzona Siján: El valor medio obtenido (n=8) es muy bajo: 1,2 por lo que se puede concluir que esta zona no presenta riesgo de sodicidad en sus suelos siempre y cuando las prácticas agronómicas sean las correctas. La figura 114 presenta la modelización generada para esta variable.

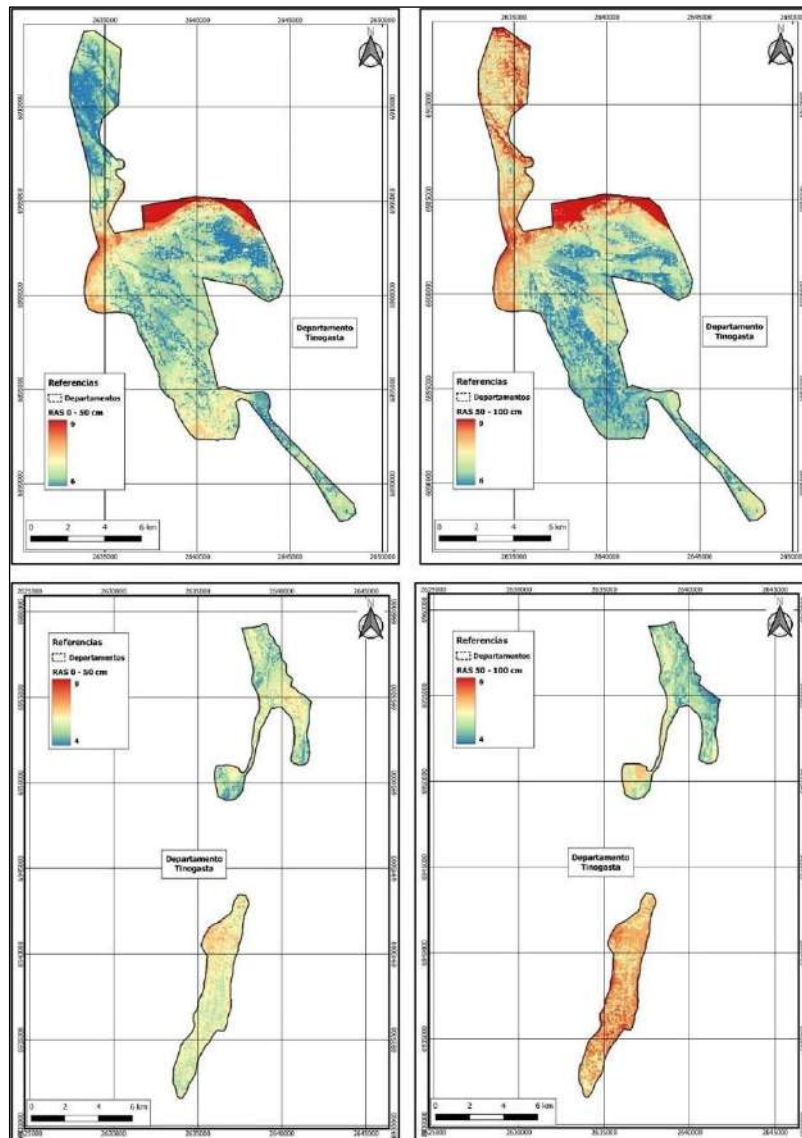


Figura 111 . Distribución espacial modelizada del RAS de los suelos de la subzona Tinogasta (arriba) y Medanitos-Fiambalá (abajo)-Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Tinogasta.

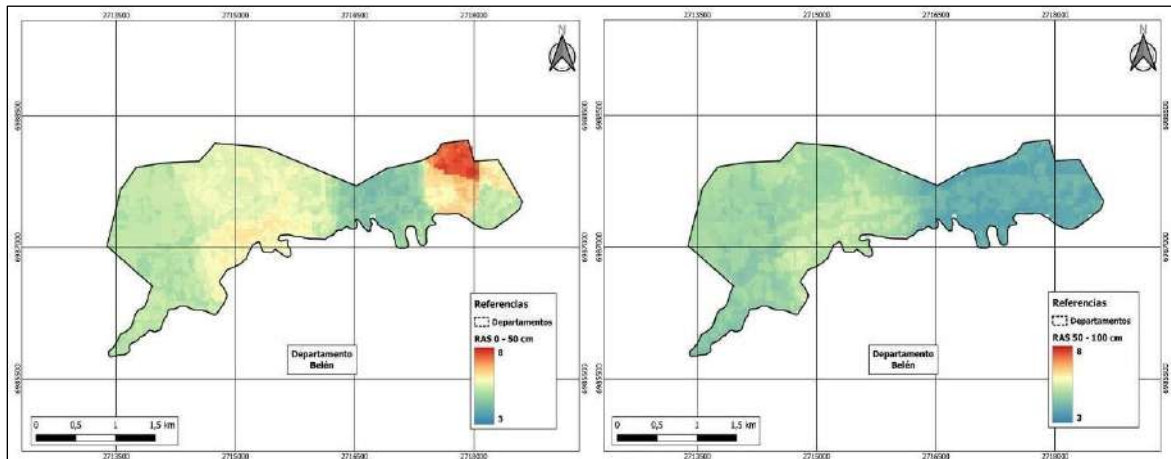


Figura 112 . Distribución espacial modelizada del RAS de los suelos de la subzona Hualfín-Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Belén.

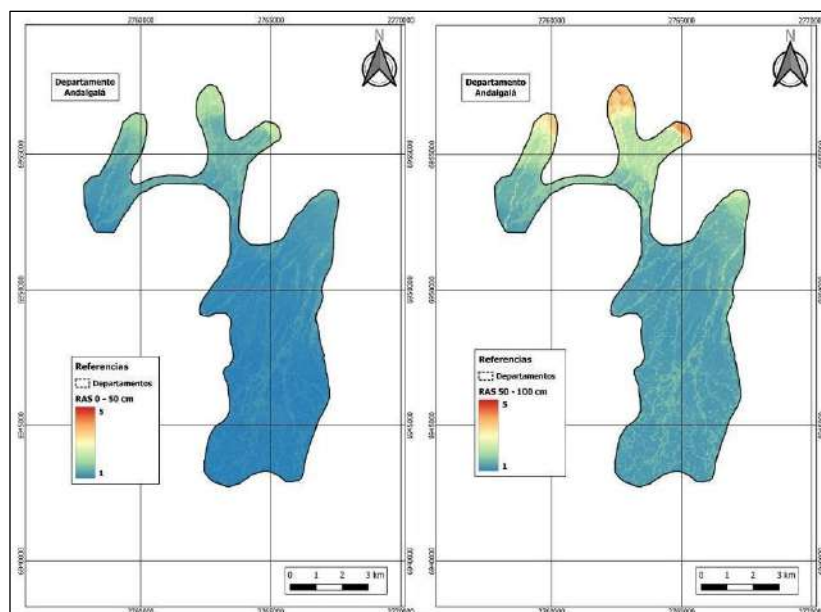


Figura 113 . Distribución espacial modelizada del RAS de los suelos de la subzona Andalgala-Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Homónimo.

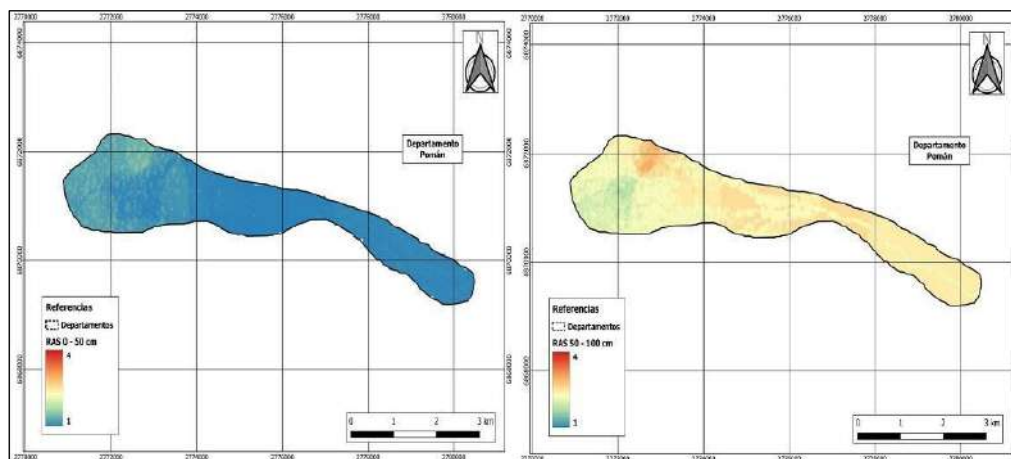


Figura 114. Distribución espacial modelizada del RAS de los suelos de la subzona Siján-Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Pomán.

### Calcáreo y yeso total (0-100 cm):

Para Tinogasta los contenidos de calcáreo total determinados (n=53), resultaron en valores bajos: 1,9 g%g (figura 115). Para Huanfín, en tanto, la presencia de esta sal poco soluble es aún más escasa, el valor medio determinado (n=13), fue de 0,8 g%g . En Andalgalá y Siján los valores medios sobre 17 muestras analizadas indican prácticamente ausencia del elemento en el suelo (promedio 0,02 g%g). La figura 116, presenta los mapas compilados para las tres subzonas evaluadas.

Respecto del yeso de reserva en el suelo, los contenidos son medios a altos para la región habida cuenta de las características del material parental existente (5,7 g%g). La figura 117 presenta la modelización realizada para Tinogasta. Para Huanfín, en tanto, el valor medio obtenido a partir de 8 determinaciones de yeso es algo menor (3,7 g%g). En Andalgalá y Siján los valores medios sobre 17 muestras analizadas indican un contenido medio a bajo del elemento (promedio 2 g%g). La figura 118 presenta los mapas compilados para las tres subzonas evaluadas.

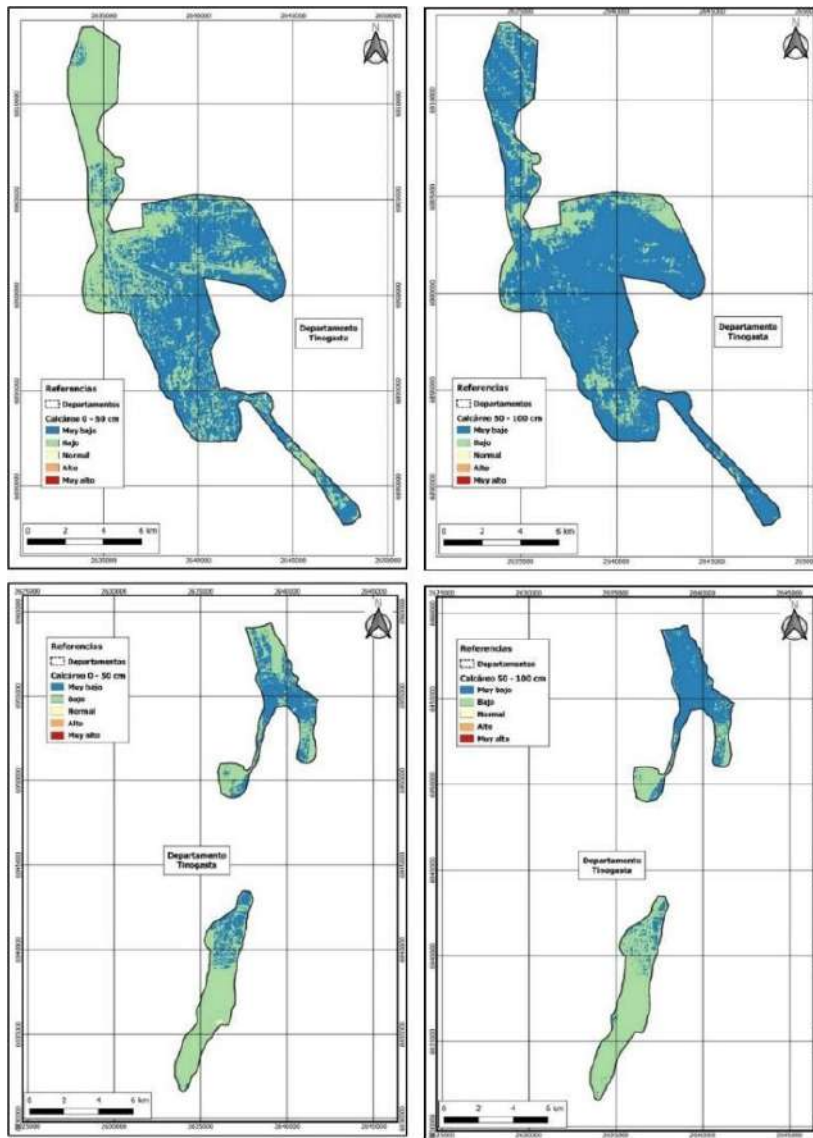


Figura 115. Distribuci6n espacial modelizada del contenido de calci6reo en los suelos en la subzona Tinogasta y Medanitos-Fiambal6 Secci6n: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Tinogasta.

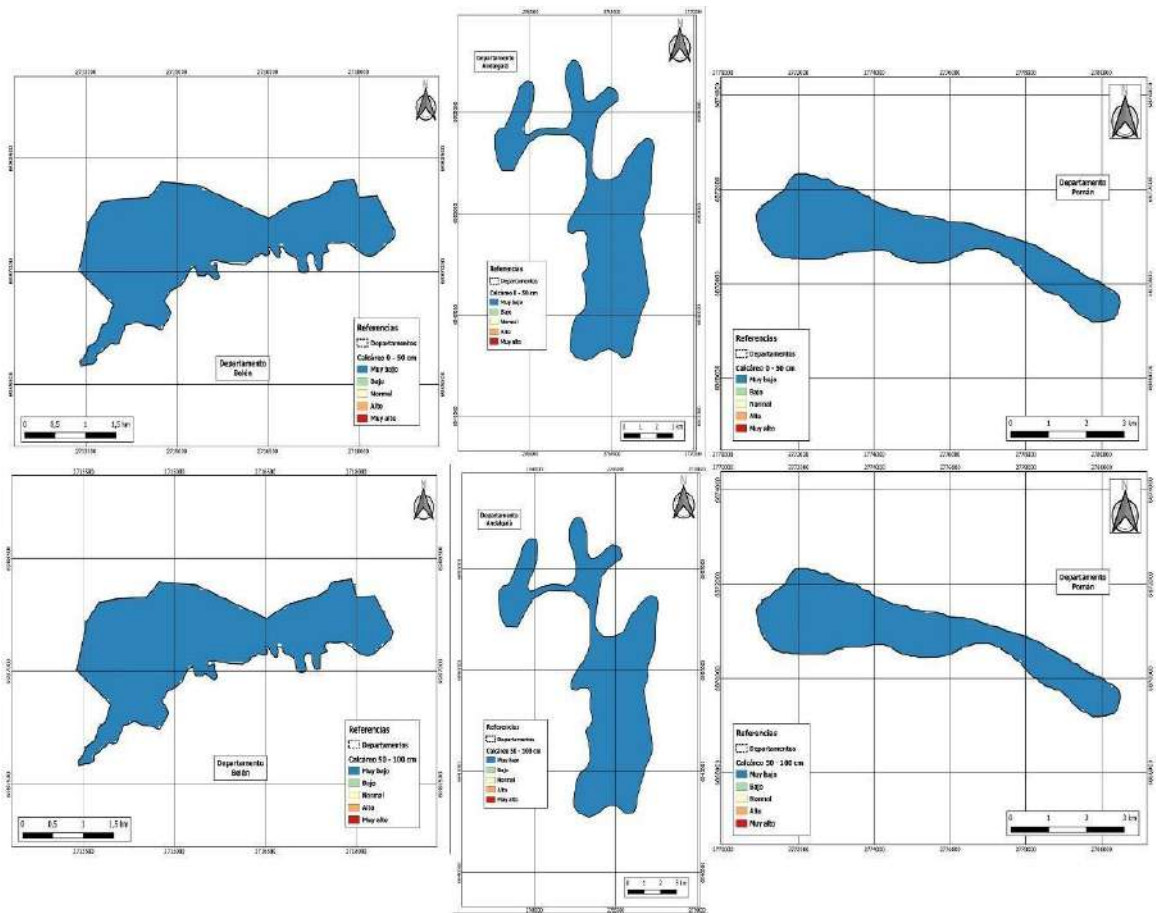


Figura 116. Distribución espacial modelizada del contenido de calcáreo en los suelos de la subzona Hualfín (izq), Andalgalá (ctro) y Siján Der). Sección: 0-50 cm (arriba) y 50-100 cm (abajo).

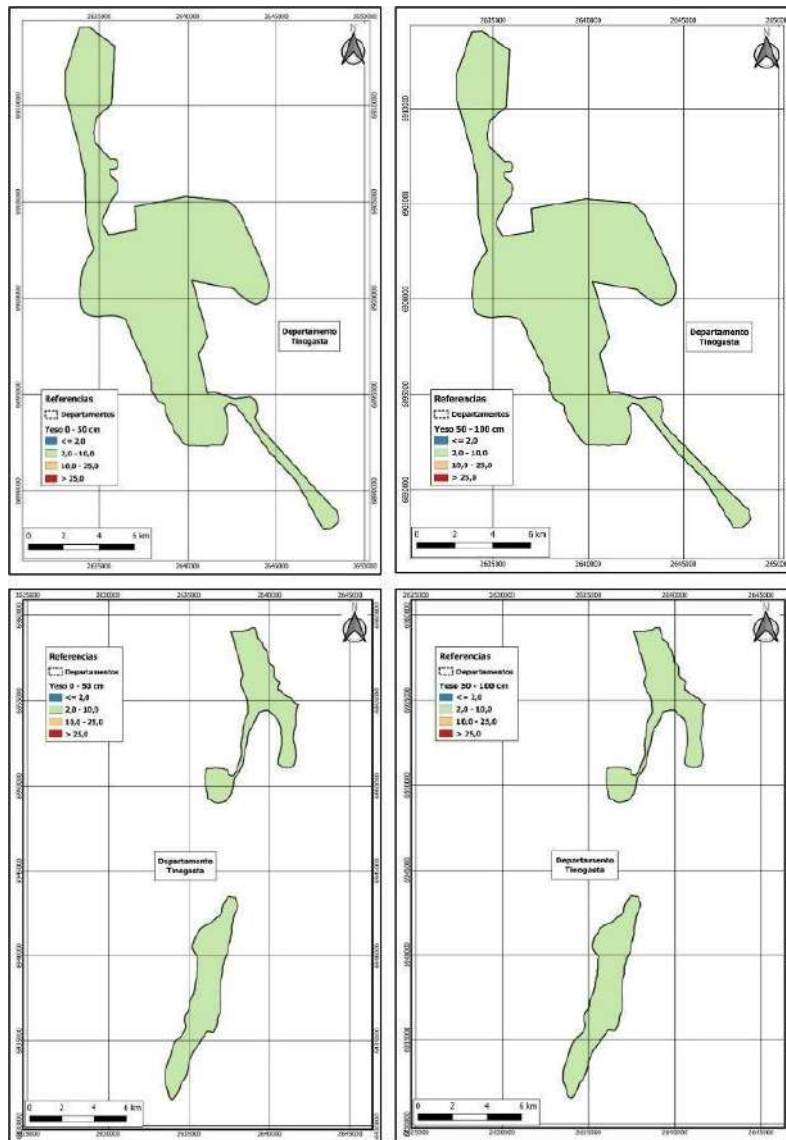


Figura 117. Distribución espacial del contenido de yeso de reserva en los suelos de la subzona Tinogasta y Medanitos-Fiambalá Sección: 0-50 cm (IZQ) y 50-100 cm (DER), Dpto. Tinogasta.

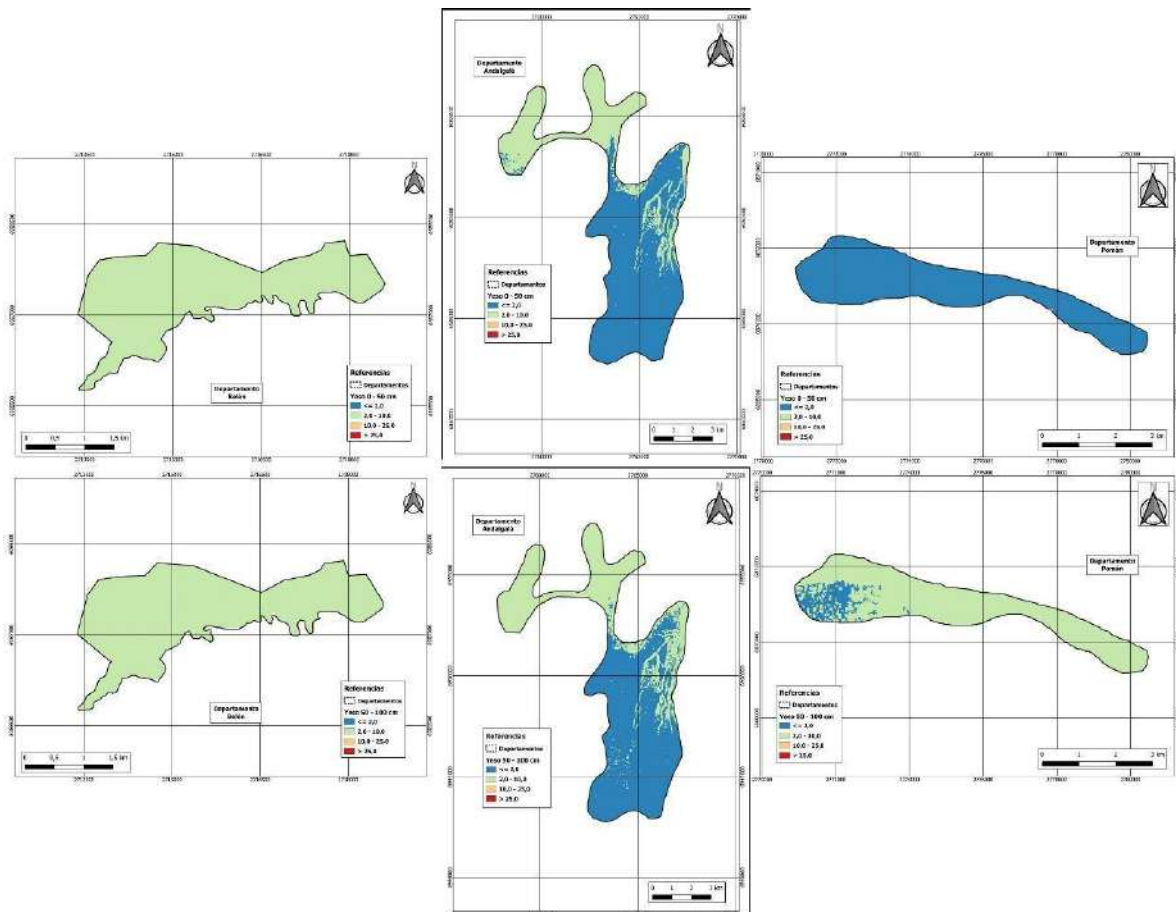


Figura 118. Distribución espacial modelizada del contenido de yeso de reserva en los suelos de la subzona Hualfín (izq), Andalgalá (ctro) y Siján Der). Sección: 0-50 cm (arriba) y 50-100 cm (abajo).

**Nitrógeno total:** Como macronutriente esencial el nitrógeno representa junto con la materia orgánica uno de los más destacados indicadores de la salud del suelo. La concentración de este elemento, expresada en mg/kg, está muy relacionada con los factores formadores del suelo. Considerando el clima árido y las texturas predominantemente arenosas de los suelos evaluados, era de esperar cuantificar bajos tenores de materia orgánica y por ende de Nitrógeno ya que están íntimamente relacionados.

En la subzona Tinogasta se realizaron 39 análisis de Nt en muestras de suelo de entre 0 y 50 cm. El valor medio fue de 581 ppm o mg/kg y se relacionó positivamente con el contenido medio de materia orgánica 0,6 % (n=42) y la relación C/N que dio un valor de 8,5 promedio de todos los perfiles (n=27), esto indica una composición de la fracción orgánica muy lábil o de rápida degradación. Las figuras 119 y 120 presentan las modelizaciones generadas para las variables Nt y MO oxidable.

Respecto de la fertilidad potencial, interpretada a través de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), el valor medio obtenido resultante de 42

determinaciones fue 13. Esto indica índices medios a bajos en general como producto del escaso contenido de arcillas (7% promedio sobre 82 muestras) y de materia orgánica presente en las áreas relevadas. La Figura 121 presenta los resultados obtenidos de la modelización para esta variable.

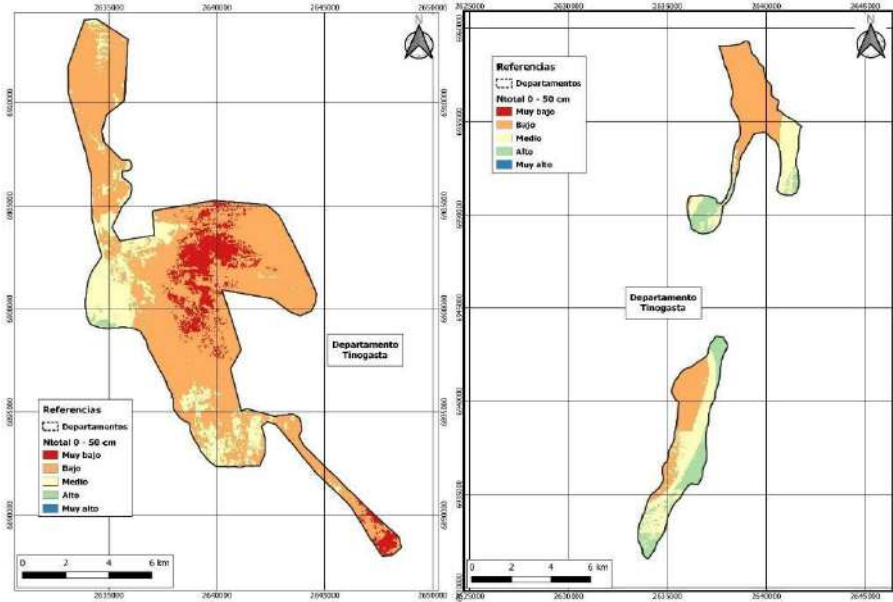


Figura 119. Distribución espacial modelizada del contenido de Nitrógeno total en los suelos de la subzona Tinogasta. Sector: El Puesto-La Puntilla (Izq) y Medanitos-Fiambalá (Der).

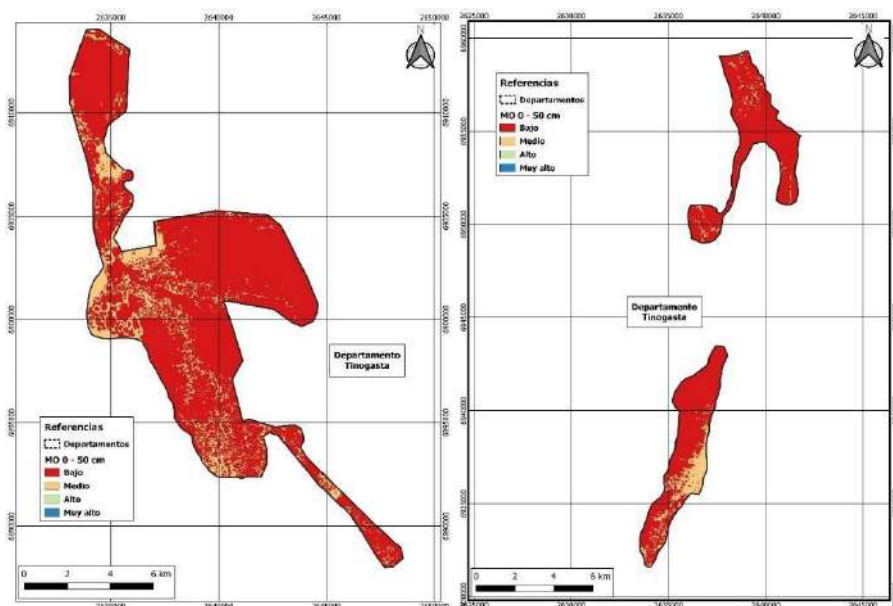


Figura 120. Distribución espacial modelizada del contenido de Materia orgánica en los suelos de la subzona Tinogasta. Sector: El Puesto-La Puntilla (Izq) y Medanitos-Fiambalá (Der)

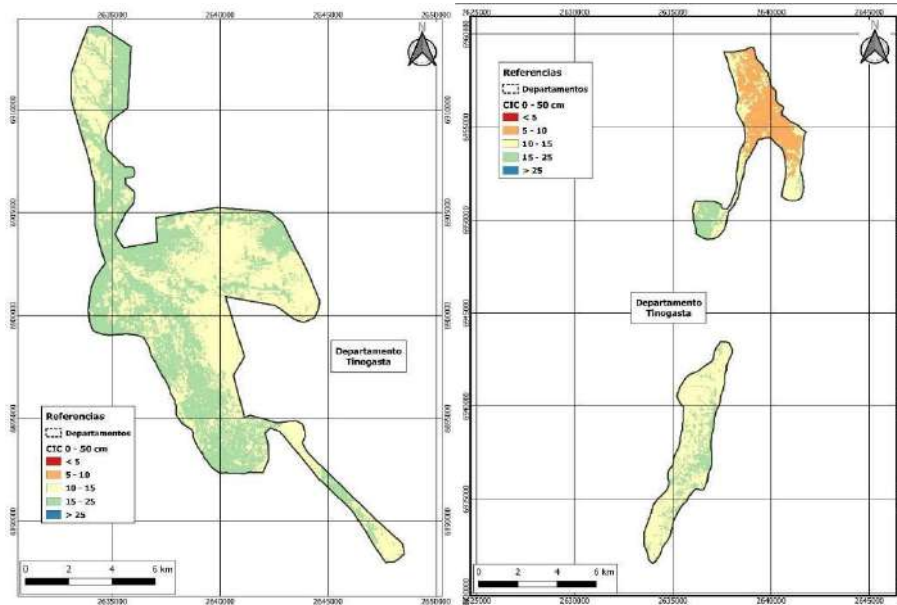


Figura 121. Distribución espacial modelizada de la capacidad de intercambio Catiónico en los suelos de la subzona Tinogasta. Sector: El Puesto-La Puntilla (Izq) y Medanitos-Fiambalá (Der).

En la subzona Hualfín se estudiaron los parámetros de fertilidad orgánica mediante análisis en 8 sitios vitícolas. El valor medio de nitrógeno alcanzó las 389 ppm o mg/kg y se relacionó positivamente con el contenido bajo de materia orgánica total (0,5 %) y la relación C/N que dio un valor medio de 9, repitiéndose la tendencia descrita en la subzona anterior. Respecto a la determinación de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), el valor medio obtenido (n=11) fue de 10,1. Esto indica índices bajos en general como producto del escaso contenido de arcillas (5% promedio sobre 24 muestras) y de materia orgánica presente en las áreas relevadas. La figura 122 presenta la modelización generada para las variables Nt, MO y CIC.

En la subzona Andalgalá se estudiaron los parámetros de fertilidad mediante análisis en 6 sitios vitícolas. El valor medio de nitrógeno alcanzó las 900 ppm o mg/kg lo cual es un valor considerablemente alto y se correlaciona con la vegetación natural abundante que domina la zona. En concordancia, el contenido de materia orgánica resultó alto considerando el clima y los suelos de la zona (1,4 %). La relación C/N indicó alta mineralización de las formas orgánicas (9,2). Respecto a la determinación de la CIC, el valor medio obtenido (n=11), fue de 11,8. La escasa presencia de arcilla (6% promedio sobre 16 muestras), puede

estar explicando el bajo valor de este parámetro, gracias a la materia orgánica presente podemos apreciar que la CIC es mayor respecto a las determinadas en las otras zonas. La figura 123 presenta la modelización generada para las variables Nt, MO y CIC.

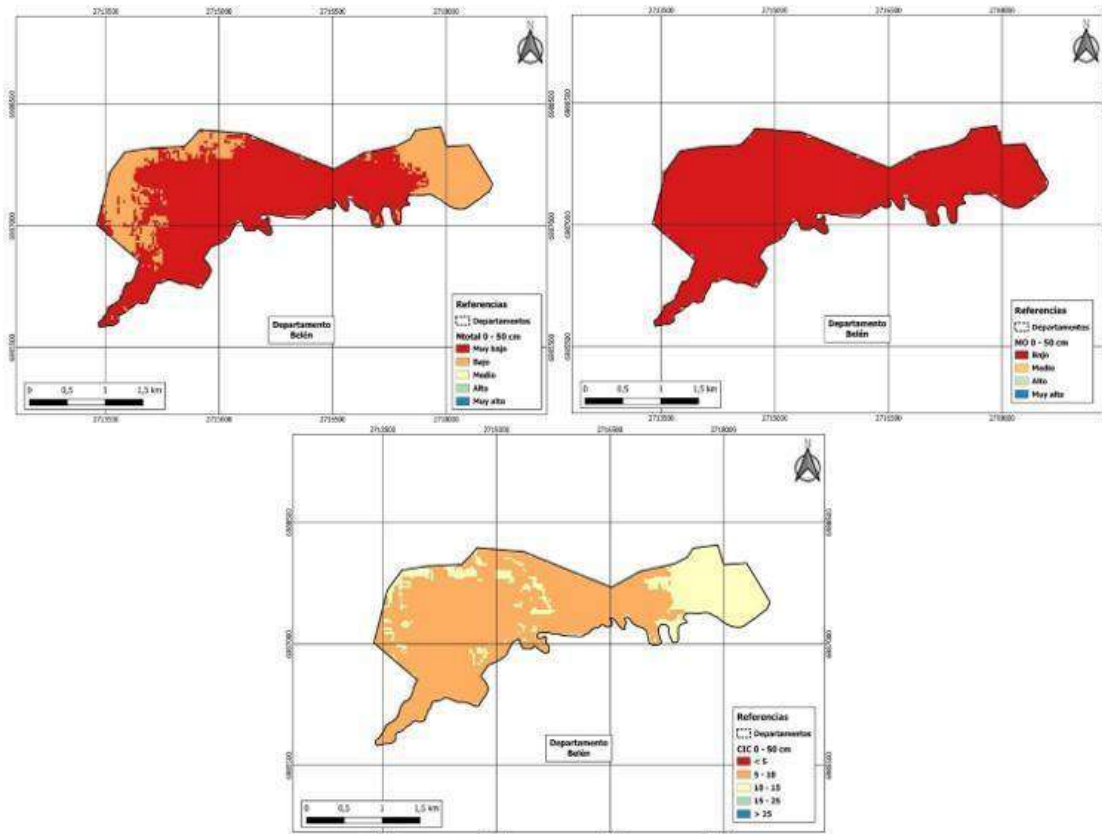


Figura 122. Distribución espacial modelizada del contenido de Nitrógeno total (izq), Materia Orgánica y CIC (der), en los suelos de la subzona Hualfín. Dpto. Belén

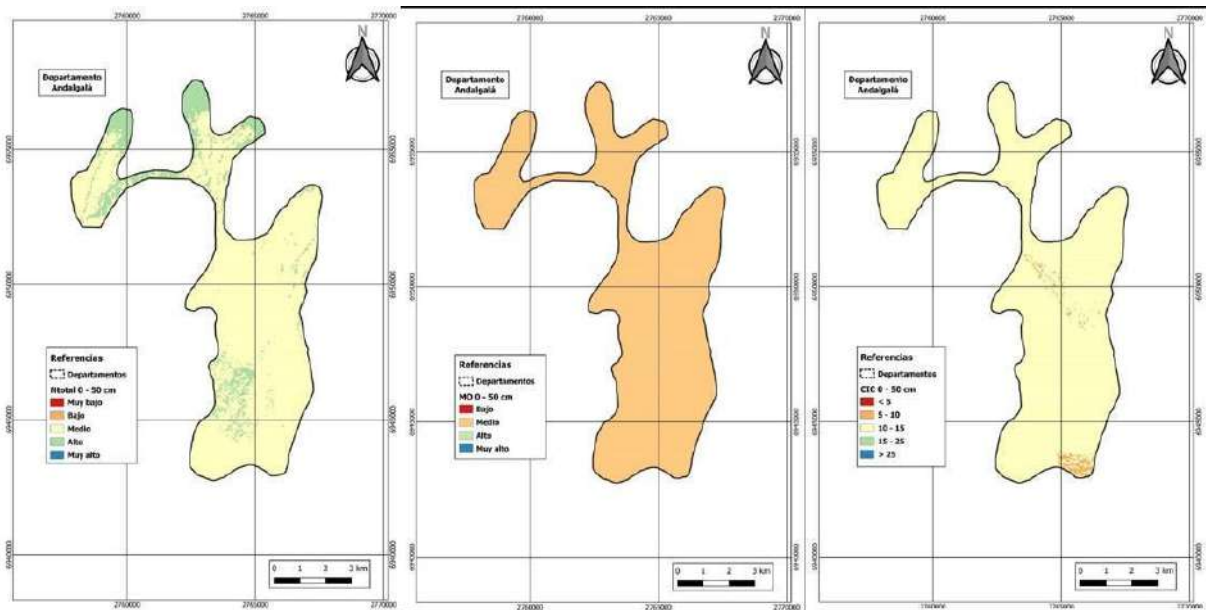


Figura 123. Distribución espacial modelizada del contenido de Nitrógeno total (izq), Materia Orgánica y CIC (der), en los suelos de la subzona Andalgalá. Dpto. Homónimo

En la subzona Siján se estudiaron los parámetros de fertilidad mediante análisis en 6 sitios vitícolas. El valor medio de nitrógeno alcanzó las 750 ppm o mg/kg lo cual es un valor alto considerando los tipos de suelo de la zona. El contenido medio de materia orgánica fue de 1,2%, que es considerado muy bueno para la zona. La relación C/N que dio un valor medio de 8 lo que indica rápida mineralización de los componentes orgánicos dentro de la matriz edáfica. Respecto a la determinación de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), el valor medio obtenido (n=7), fue de 6 (bajo). La figura 65 presenta la modelización generada para las variables Nt, MO y CIC donde se puede apreciar la distribución espacial resultante. El atributo Materia Orgánica debería ser corrido nuevamente con un set de datos mayor para que sea más confiable el resultado.

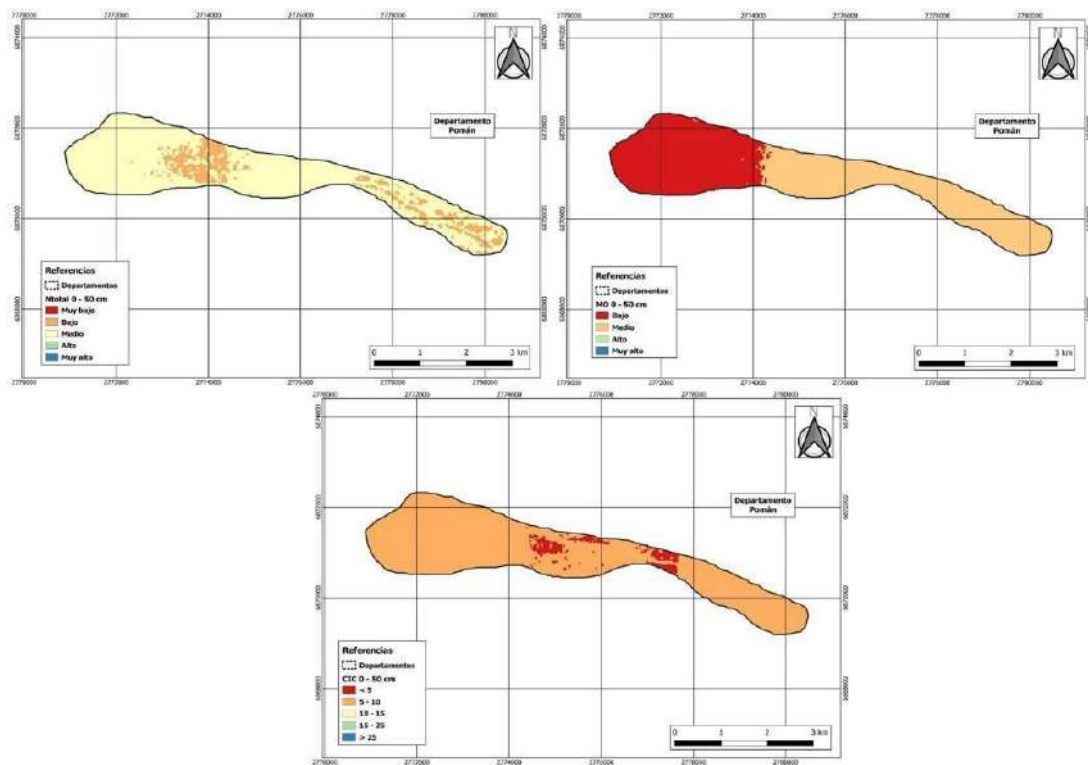


Figura 124. Distribución espacial modelizada del contenido de Nitrógeno total (izq), Materia Orgánica y CIC (der), en los suelos de la subzona Siján. Dpto. Pomán

Complementariamente y a modo de resumen, la figura 125 presenta gráficas comparativas de algunas de las variables analizadas comparando las medias entre las subzonas relevadas de la provincia de Catamarca. Al respecto cabe aclarar que las graficas sirven para evaluar tendencias solamente, hace inferencias a partir de las características edafoclimáticas de cada zona, así como también de la composición química del material parental que formó los suelos.

Ejemplos de inferencias que se pueden hacer a partir de las gráficas. Las condiciones de clima presentes en la cuenca del Salar de Pipanaco (Andalgalá y Siján), permite disponer de tierras con mayor contenido de materia orgánica y de nitrógeno en los suelos, respecto a lo medido en las localidades del valle de Tinogasta. Se observa también que las sierras de Ambato, entre otras, no son de génesis calcáreo yesosas, esto evidenciado por la escasa a nula detección de estas sales ricas en calcio en los suelos de Andalgalá y Siján. La capacidad de intercambio catiónico de los suelos (capa 0-50 cm), presenta alta variabilidad intra zonal, mientras que si se analiza a todas las subzonas podemos decir que la CIC regional es media a bajo, en gran medida debido a la composición textural predominantemente arenosa de sus suelos.

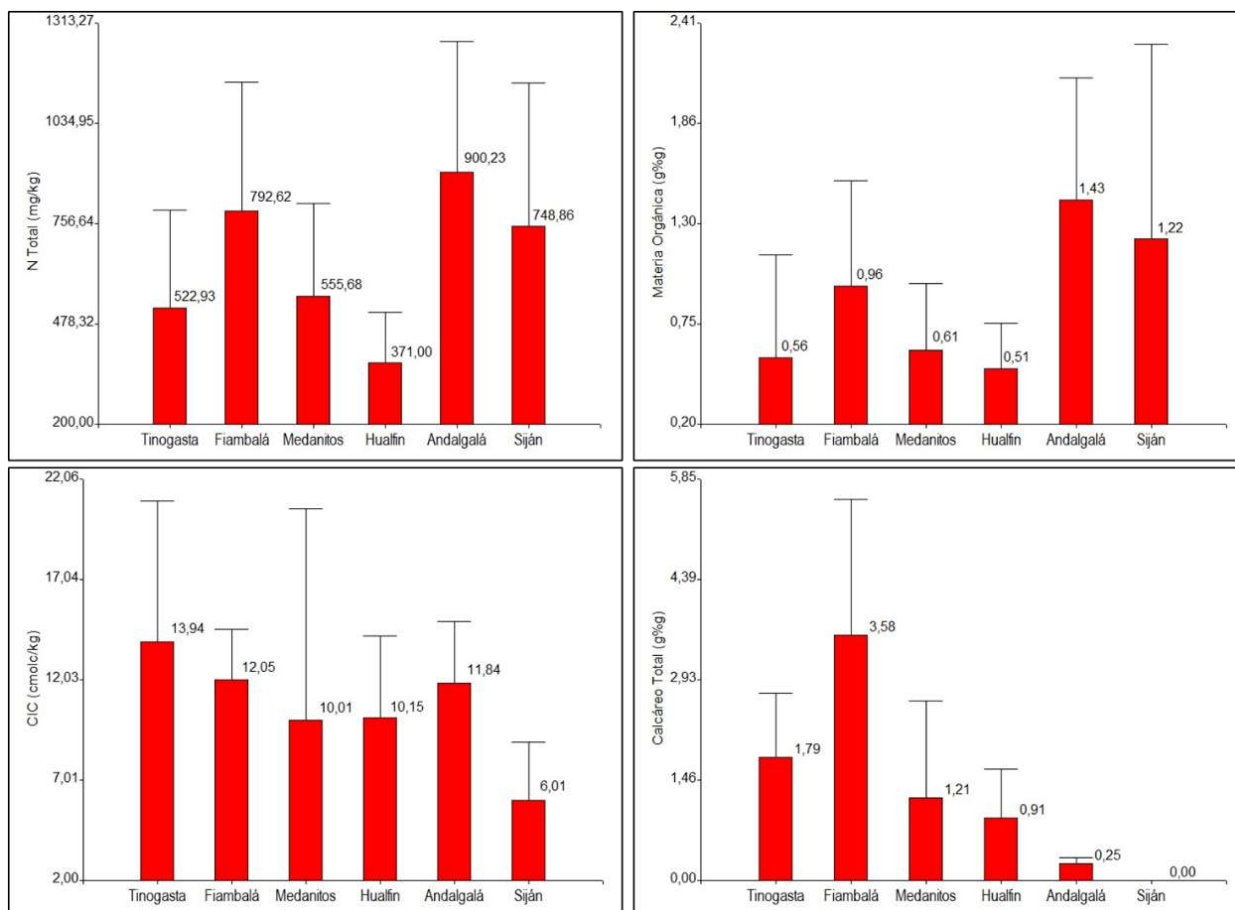


Figura 125. Características químicas de los suelos evaluados. Análisis comparativo entre sub zonas con cultivos de vid de la provincia de Catamarca.

## 7.5. Unidades Edáficas y Perfiles Modales

Mediante uso de vectores realizados con soporte del software Google Earth Pro y QGIS, se confeccionaron una serie de mapas edáficos cuya información estuvo basada en análisis de imágenes satelitales, reconocimiento de campo (sitios relevados) y conocimiento experto del análisis del paisaje del equipo. A continuación, se presentarán los mapas de suelos resultantes para cada subzona relevada. Se hace la aclaración de que, a los fines de mejorar la visualización de los polígonos y aprovechando la separación natural existente entre los valles cultivados, la subzona Tinogasta se presenta particionado en dos secciones (Norte y Sur), las que son representadas en las figuras 126 y 127. Así mismo, las figuras 128 a 130 presentan los mapas de suelos confeccionados para las subzonas restantes analizadas en la provincia.

### a. Unidades edáficas de Saujil-Medanitos y Fiambalá.

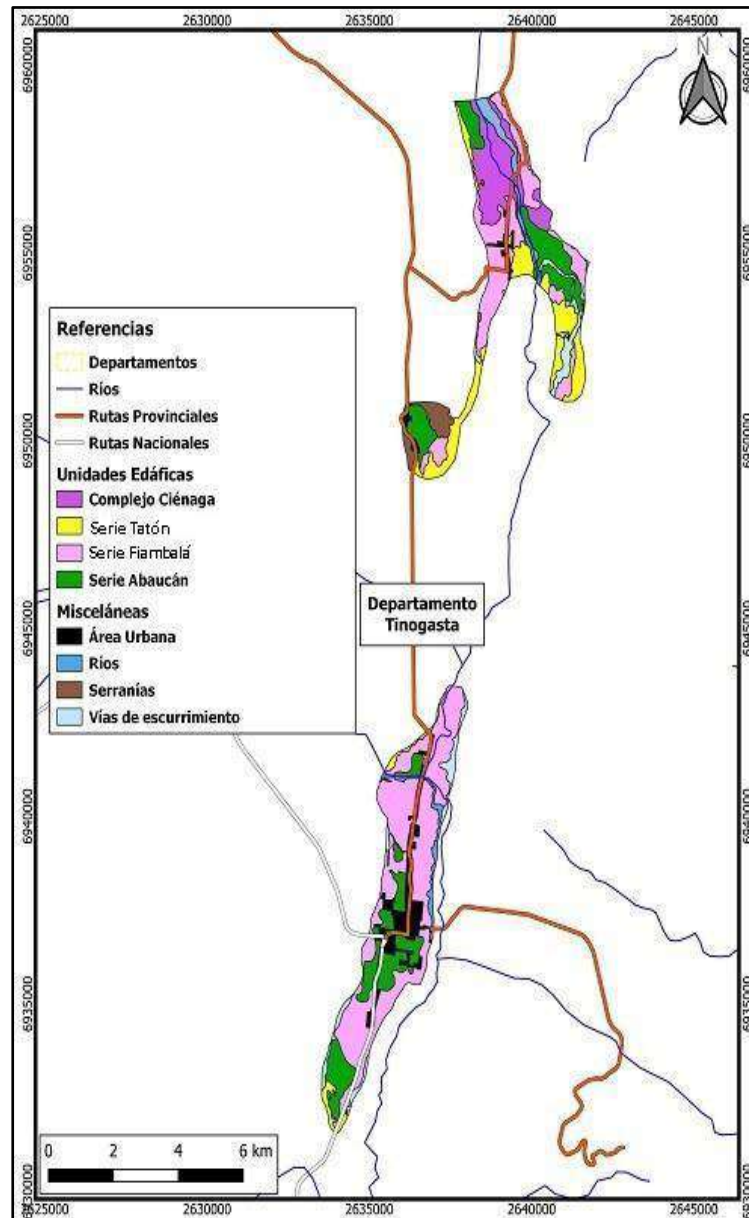


Figura 126. Mapa de Unidades Edáficas de las localidades de Medanitos-Fiambalá. Subzona Tinogasta

**b. Unidades edáficas de Tinogasta.**

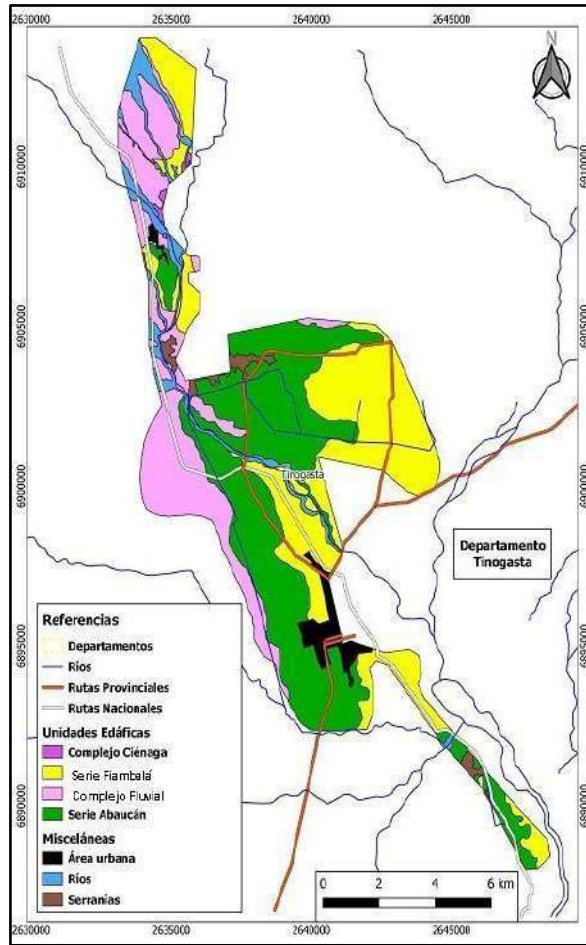


Figura 127. Mapa de Unidades Edáficas de la localidad de El Puesto-Tinogasta y La Puntilla. Subzona Tinogasta

c. **Unidades edáficas de Hualfín.**

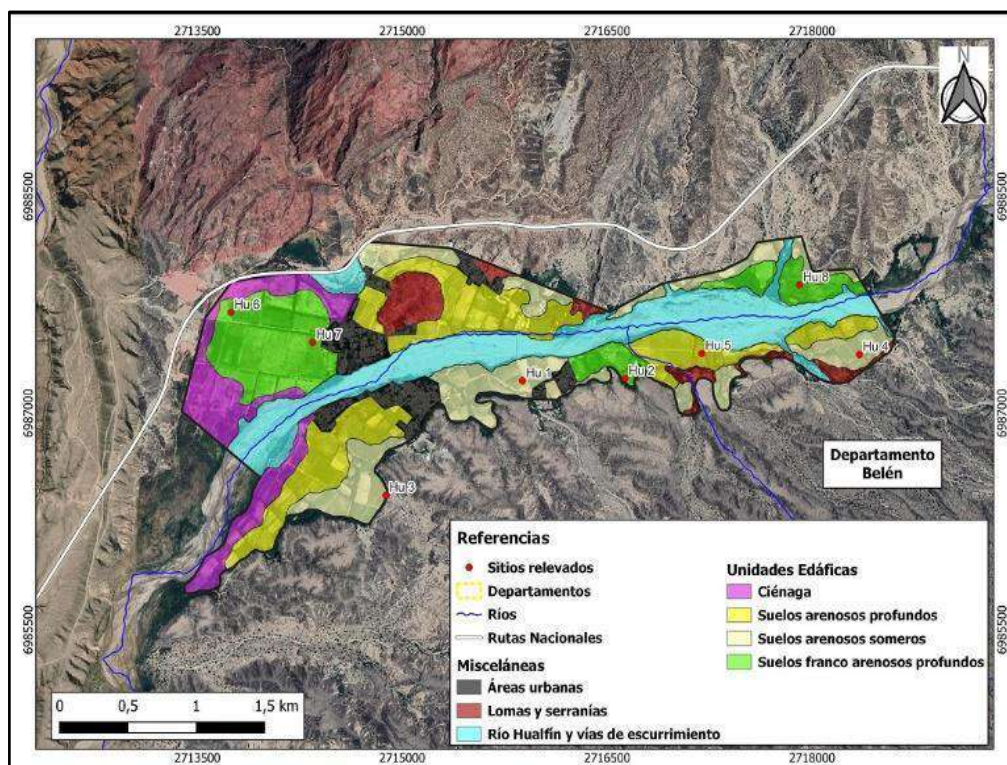


Figura 128. Mapa de Unidades Edáficas de la subzona Hualfín Dpto Belén

d. Unidades edáficas de Andalgalá.

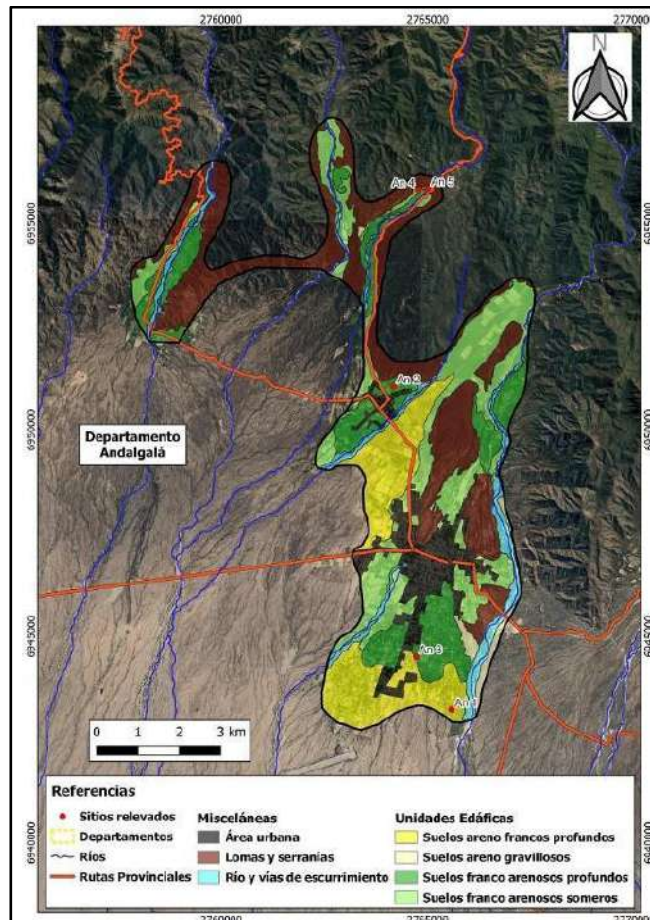


Figura 129. Mapa de Unidades Edáficas de la subzona Andalgalá. Dpto. homónima

e. Unidades edáficas de Siján.

f.

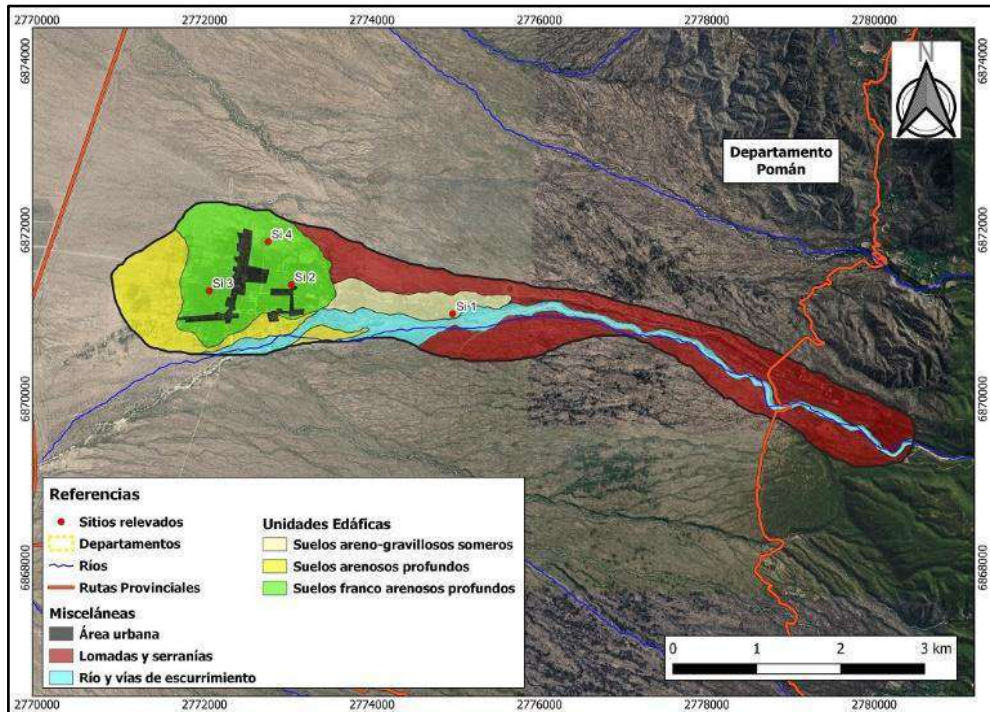


Figura 130. Mapa de Unidades Edáficas de la subzona Siján. Dpto, homónima

## 7.6. Descripción de las Unidades Edáficas Identificadas

**UNIDAD EDÁFICA Serie Fiambalá.** Esta unidad es la más importante en cuanto a superficie de cobertura de los suelos descritos en las 4 subzonas de la provincia. Si bien se le asignó el nombre Fiambalá, esta unidad representa a los suelos arenosos identificados en todas las zonas relevadas. Agrupa suelos de textura gruesa franco arenosa / arenoso Franco y arenoso en profundidad. Algo excesivamente drenados, estos suelos con baja capacidad de almacenar agua (50 a 100 mm/m), poco fértiles. Requiere de un manejo ajustado del riego y la fertilización debido a su facilidad de percolación profunda. Los usos de tecnologías de riego incrementan sensiblemente el potencial productivo de estos suelos. Los siguientes esquemas presentan ejemplos de perfiles de suelo clasificados como típicos de esta unidad. La figura 131 presenta algunos ejemplos de perfiles de suelo clasificados en el presente estudio y que se ajustan a esta unidad descrita.

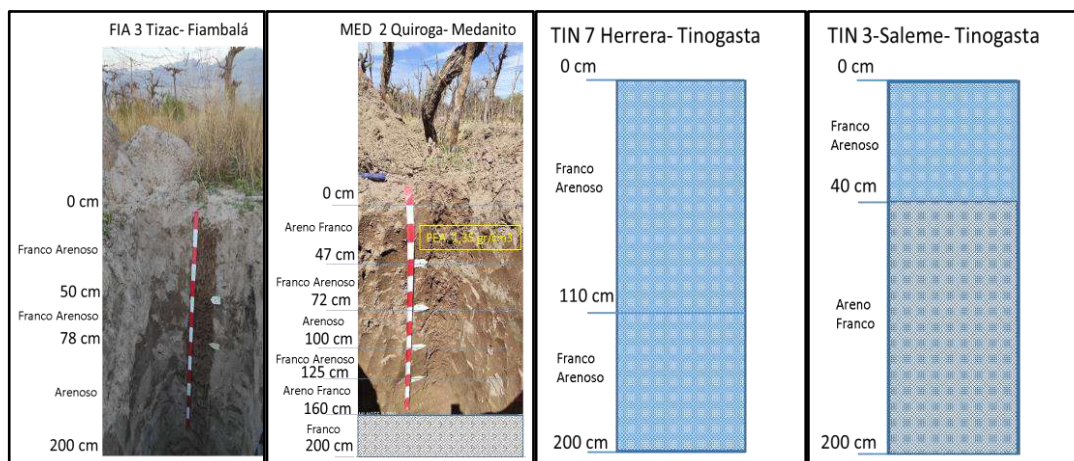


Figura 131. Esquemas de perfiles descritos con calicatas (IZQ) o Barrenados (DER) para la Unidad Fiambalá. Subzona Tinogasta

**UNIDAD EDÁFICA Serie Abaucán.** Esta unidad es la segunda en importancia en cuanto a superficie de cobertura. Si bien se le asignó el nombre Abaucán, esta unidad representa a los suelos de texturas medias (franco) identificados en todas las zonas relevadas. Agrupa suelos de textura media franco/Franco arenosa y Franco limosa. Bien drenados hasta 200 cm, no salinos y con una buena capacidad de almacenar agua ( $> 100$  mm/m). Se la podría considerar como la serie con mejor aptitud para producción de cultivos. La figura 132 presenta algunos ejemplos de perfiles de suelo clasificados en el presente estudio y que se ajustan a esta unidad descripta.

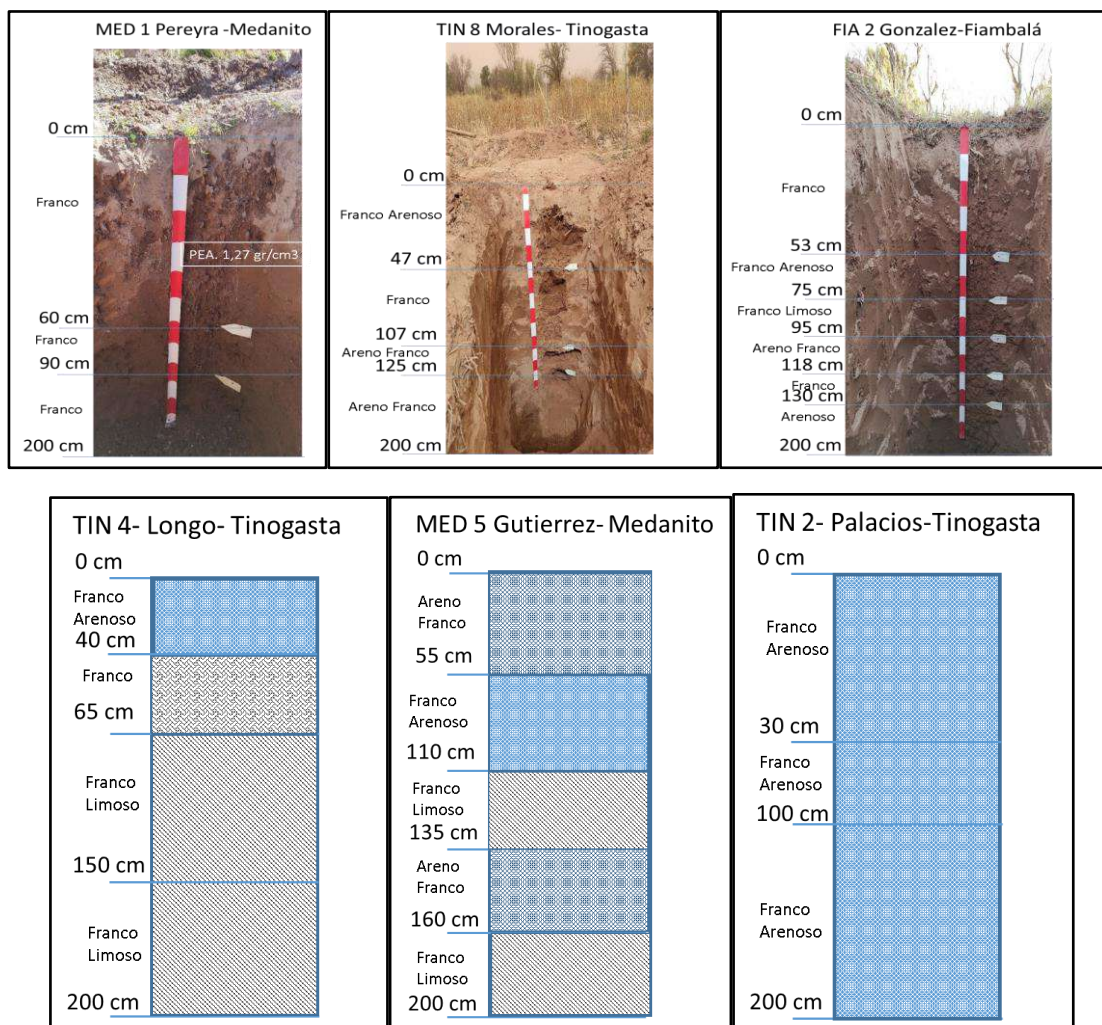


Figura 132. Esquemas de perfiles descritos con calicatas (ARRIBA) o Barrenados (ABAJO) para la Unidad Abaucán. Subzona Tinogasta

**UNIDAD EDÁFICA Complejo Ciénaga.** Se presenta en áreas reducidas y como consecuencia de micro relieves cóncavos. Las dos subzonas donde esta unidad toma relevancia es en la localidad de Medanitos (sector norte) y en Hualfín (sector Oeste). Comparte con las series antes descritas mucha similitud, sin embargo, por la presencia de napa freática, el perfil acumuló sales y sufrió procesos de hidromorfismo. Si bien no se analizaron sitios en esta unidad, el suelo puede ser salino o salino-sódico (CEes >10 dS/m y RAS >14). No son tierras aptas para agricultura, pero sí para actividad pecuaria o producción de forrajes (pasturas perennes). La figura 133 presenta una foto de un paisaje típico de perfiles de suelo que se ajusta a esta unidad descrita.



Figura 133. Paisaje del Complejo Ciénaga. Medanitos - Subzona Tinogasta. Fuente: Babelis, G.

**UNIDAD EDÁFICA Serie Tatón.** Corresponde a los depósitos eólicos profundos de textura arenosa media a fina. Sobresalen en este ambiente todos los rasgos propios de un médano sistematizado por el hombre para cultivar. Excesivamente drenados, estos suelos tienen muy baja capacidad de almacenar agua (20 a 50 mm/m), no son salinos y son muy poco fértiles 200 mg N/kg, y contenidos despreciables de materia orgánica (0,1%) y son propensos a la permanente migración de material por la acción de los vientos. Requiere de un manejo muy ajustado del riego para su uso productivo, pero aun respetando esas premisas, la ocupación de estos suelos es poco frecuente. La figura 134 presenta algunos ejemplos de perfiles de suelo clasificados en el presente estudio y que se ajustan a esta unidad descripta.

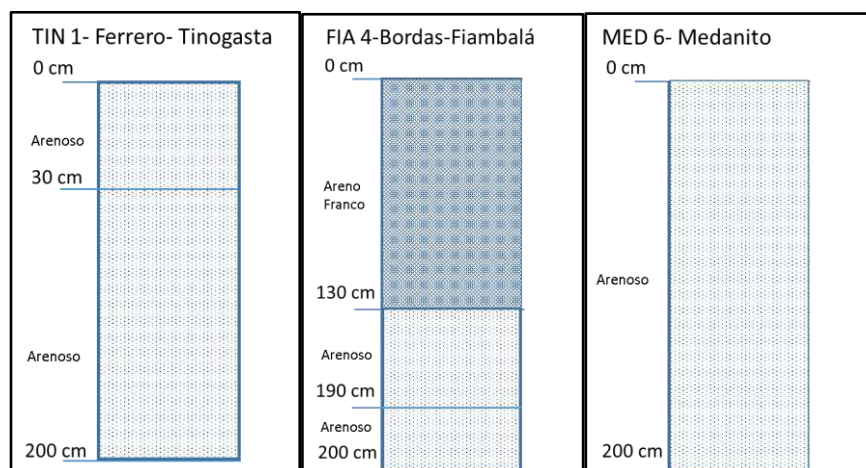


Figura 134. Esquemas de perfiles descritos con Barrenados (DER) para la Unidad Tatón. Subzona Tinogasta.

**UNIDAD EDÁFICA Complejo Fluvial o fluvio Aluvial.** Esta unidad agrupa sectores con cualidades típicas de ambientes del pie de monte (suelos arenosos y gravillosos). Se caracterizan por presentar un contenido de piedra muy abundante en todas las capas del perfil especialmente en profundidad lo que genera una limitante para la exploración radicular. Se trata de suelos esqueléticos con muy limitada capacidad de almacenaje de agua y algo excesivamente drenados. Los cultivos implantados en estos ambientes requieren de manejo ajustado del riego y la fertilización. Como es de esperar, no hay problemas de sales y la fertilidad potencial es baja. La presencia de calcáreo en abundancia se refleja nítidamente en el material rocoso, pero este se encuentra suelto (no aglomerado por sales). La figura 135 presenta un ejemplo de perfil de suelo clasificado en el presente estudio y que se ajusta a esta unidad descripta.

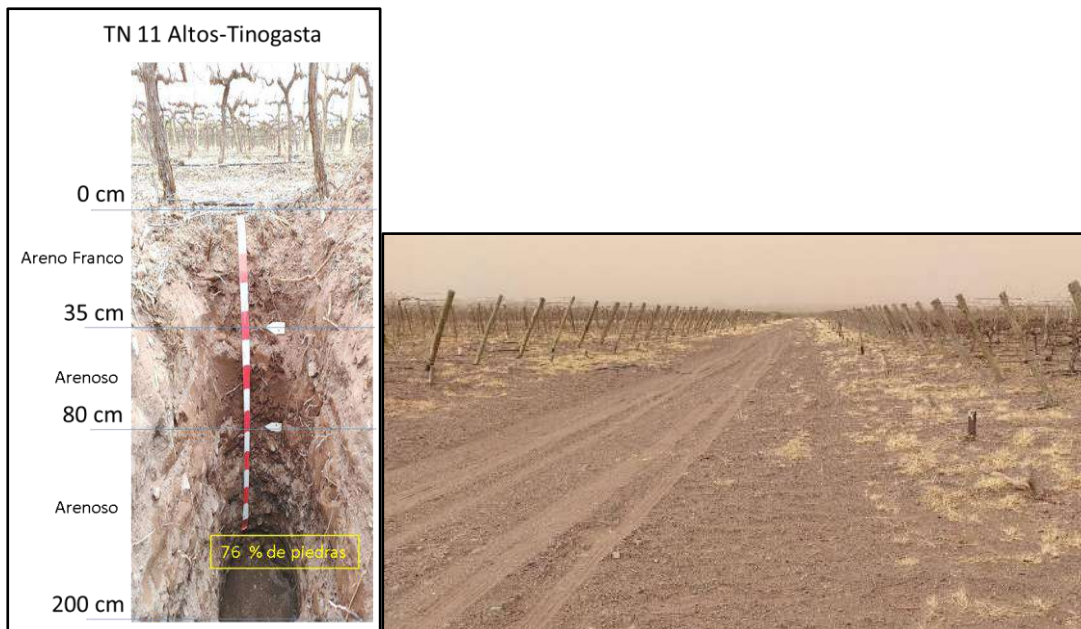


Figura 135. Esquema de perfil y foto de paisaje descritos para la Unidad Fluvial. Subzona Tinogasta Fuente: Babelis, G.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Aceñolaza F., Toselli A. 1981. Geología del Noroeste Argentino. Publicación Especial, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán. 212 pp. San Miguel de Tucumán.

Alasino, P.H., Dahlquist, J.A., Rapela, C.W., Larrovere, M.A., Rocher, S., Morales Camera, M.M. y MacchioliGrande, M. 2017. Magmatismo ordovícico en las Sierras Pampeanas de las provincias de La Rioja y Catamarca. En: Muruaga, C.M. y Grosse, P. (Eds.), Ciencias de la Tierra y Recursos Naturales del NOA. Relatorio del XX Congreso Geológico Argentino, San Miguel de Tucumán: 366-399. ISBN 978-987-42-6666-8366.

Allmendinger R.W., Judge P.A. 2014. The Argentine Precordillera: A foreland thrust belt proximal to the subducted plate. *Geosphere*, 10 (6), 1203-1218.

Andreoni D., Marconetto B., Mors V. y Ratto N. 2018. Selección y manejo de recursos forestales en la región de Fiambalá (departamento Tinogasta, Catamarca). *Estudios Atacameños* 57:7:24.

Arrospide A. 1985. Las manifestaciones de greissen de la sierra de Fiambalá, Catamarca. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 40(1-2): 97-113. Buenos Aires.

Barbeito O., Ambrosino S., Rydzewska A. 2016. Peligrosidad en conos aluviales, caso Siján, provincia de Catamarca. Libro de Actas de las XI Jornadas Nacionales de Geografía Física. ISBN 978 987-661-216-6.

Bazán A. R. 1996. Historia de la Catamarca. Buenos Aires, Plus Ultra.

Bucich N., Torres C., Gianni E., García Perón E. 2011. Estudio Hidrogeológico en la Cuenca Abaucán-Colorado-Salado. Dpto Tinogasta , Pcia de Catamarca.

Cahill T., Isacks B.L. 1992. Seismicity and shape of the subducted Nazca plate. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 97(B12), 17503-17529.

Candiani J.C., Astini R., Dávila F., Collo G., Ezpeleta M., Alasino P., Dahlquist J., Carrizo R. 2008. Hojas geológicas 2969-18 Famatina y 2969-24 Sañogasta, escala 1:100.000, provincia de La Rioja. Boletín 379, Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Buenos Aires.

Caminos R. 1979. Sierras Pampeanas Noroccidentales, Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. Segundo Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, 1: 225-291. Córdoba.

Castañeda E., Ratto N. 2009. Analysis of some meteorological variables recorded at 4000 m in the Argentinian Subtropical Andean Region. *Revista Atmósfera* 22 (3): 253-264.

Ciccioli P. L., Ratto N.R., Fernandez Molina D., Castañeda Miradas M.E. 2021. Miradas interdisciplinarias sobre los procesos ambientales actuantes en la localidad arqueológica de Mishma (bolsón de Fiambalá, departamento Tinogasta, Catamarca), *Relaciones* 46(2), e017, 1852-1479 | <https://doi.org/10.24215/18521479e017> h.

Consejo Federal de Inversiones (CFI), 2023. Estudio de factibilidad para el desarrollo de una colonia productiva – predio: El Arsenal – Andalgalá – Catamarca. Informe Final. GETSEMANI S.R.L.

Consejo Federal de Inversiones (CFI), 2017. Principales actividades - Catamarca - Pomán. Archivo CFI. Fuente: [https://www.wikiwand.com/es/Departamento\\_Pom%C3%A1n#Referencias](https://www.wikiwand.com/es/Departamento_Pom%C3%A1n#Referencias)

Deri M.N., Ciccioli P.L 2018. Sedimentología del campo de dunas intermontano de Medanitos, Bolsón de Fiambalá, Catamarca. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 75 (3): 325-345.

Durand F.R. 1996. La tectónica Cenozoica en el Sistema de Famatina. En: Aceñolaza, F.G., H. Miller y A. Toselli (Eds.), *Geología del Sistema de Famatina*. München Geologische Hefte, Reihe A, 19: 343-357. Munich.

Eremchuk, J.E. 2019. Geoamenazas por inundaciones de las geoformas fluviales de áreas urbanas y rurales de los principales ríos del centro y este de la provincia de Catamarca. *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente* • Nº 42 • 35 - 47 • 2019 • Buenos Aires

Farr T.G. 2007. The Shuttle Radar Topography Mission. *Reviews of Geophysics*, 45, RG2004.

Fernandez Molina D. 2020. Sedimentología del Zanjón de Apocango, Bolsón de Fiambalá, Catamarca. Trabajo Final de Licenciatura inédito. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

Fernández-Turiel J.L., Pérez-Torrado F. J., Rodríguez-González A., Saavedra J., Carracedo J.C., Rejas M., Lobo A. , Osterrieth M., Carrizo J. I., Esteban G., Gallardo J., Ratto N. 2019. The large eruption 4.2 ka BP in Cerro Blanco, Central Volcanic Zone, Andes: Insights to the Holocene eruptive deposits in the southern Puna and adjacent regions. *Estudios Geológicos* 75(1):1-31.

Garleff K., Singl H., Veit H. 1992. New dates on the late Quaternary history of landscape and climate in the Bolsón of Fiambalá, Argentina (province Catamarca). *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie* 1:333-341.

González Bonorino F. 1972. Descripción geológica de la Hoja 13 c, Fiambalá, provincia de Catamarca. Servicio Nacional de Minería y Geología, Boletín N° 127, 75 pp. Buenos Aires.

Grissom G.C. 1991. Empirical constrains on thermal processes in the deep crust of magmatic arcs: Sierra de Fiambalá, Northwestern Argentina. Tesis de doctorado inédita. Universidad de Stanford, California. USA.

Grana L., Tchilinguirian P., Olivera D.E., Laprida C., Maidana N. I. 2016. Síntesis paleoambiental en Antofagasta de la Sierra: heterogeneidad ambiental y ocupaciones humanas en los últimos 7200 años cal AP. *Intersecciones en Antropología* 4: 19-32.

Jordan T.E., Allmendinger R.W., Damanti J.F., Drake R.E. 1993. Chronology of motion in a complete thrust belt: the Precordillera, 30-31 S, Andes Mountains. *J. Geol.* 135-156.

Jordan T., Isacks B., Allmendinger R., Brewer J., Ramos V., Ando C. 1983. Andean tectonics related to geometry of subducted Nazca plate. *Geol. Soc. Am. Bull.* 94 (3), 341-361.

Kay S.M., Mpodozis C. 2002. Magmatism as a probe to the Neogene shallowing of the Nazca plate beneath the modern Chilean flat-slab. *Journal of South American Earth Sciences* 15:39–57.

Instituto Geográfico Nacional

<https://www.ign.gob.ar/AreaInstitucional/OficinasProvinciales/Catamarca>

Instituto Nacional de Vitivinicultura. Informe Anual de superficie con viñedos 2021. <https://www.argentina.gob.ar/inv/vinos/estadisticas/superficie/anuarios>

Linares E., González R.R. 1990. Catálogo de edades radimétricas de la República Argentina. Años 1957- 1987. Asociación Geológica Argentina, Publicación Especial Serie B (Didáctica y Complementaria), 19: 1- 628. Buenos Aires

Lucassen F., Wilke H.G., Viramonte J. , Becchio R. , Franz G. , Laber A., Wemmer K., Vroon P. 1996. The Paleozoic basement of the central Andes (18° - 26°S): a metamorphic view (abstract). Third International Symposium on Andean Geodynamics, St- Malo, France, Abstract Volume, ORSTOM Editions: 779- 782. Paris.

Milana, J.P., 1994. Secuencias aluviales asociadas a variaciones hidrológicas. Consideraciones teóricas y ejemplos. *Revista Asociación Argentina de Sedimentología* I (2): 103-124.

Mon R., Hongn F.D. 1996. Estructura del basamento proterozoico y paleozoico inferior del norte argentino. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 51(1): 3-14. Buenos Aires.

Paoli, H. 2002. Recursos Hídricos de la Puna, Valles y Bolsones Áridos del Noroeste Argentino. Convenio de vinculación tecnológica INTA-CIED. Capítulo 8. 274 p.

Ramos VA. 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino. *Geología Argentina* 29: 41–96.

Ratto N., Montero M.C., Hongn F., Valero Garcés B. 2013. La historia ambiental de las sociedades productivas del oeste tinogasteño (Catamarca), siglos I a XVI. En N. Ratto (comp.), *Delineando prácticas de la gente del pasado: Los procesos sociohistóricos del oeste catamarqueño*:45-66. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

Ratto N., Orgaz M., Coll L., Feely A. 2019. Vulcanismo regional y su impacto en el bolsón de Fiambalá (departamento Tinogasta, Catamarca): El caso del sitio Cardoso. *Relaciones XLIV* (2): 321-329.

Roa Lobo J., Kamp U. 2008. Modelos de elevación digital (MED) a partir de sistemas satelitales. Una introducción y análisis comparativo en la cordillera de Mérida-Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana* 49(1):11-42

Rubiolo R., Martínez L., Pereyra F. 2003. Fiambalá 2769-IV, provincias de Catamarca y La Rioja. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín N° 364, 78 pp. Buenos Aires.

SAGyP-INTA. 1990. Atlas de Suelos de la República Argentina (Escala 1: 500.000 y 1: 1.000.000). Proyecto PNUD ARG/85/019, Buenos Aires. Tomo I: 731 pp, Tomo II: 677 pp.

Sauzuc S. 2022. Orografía de la provincia de Catamarca. <https://geografiacatamarca.blogspot.com/2013/09/relieve-de-catamarca.html>

Sempé M.C. 1976. Contribución a la arqueología del valle de Abaucán. Tesis doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata, La Plata.

Sempé M.C. 1984. Mishma N°7. Sitio incaico del valle de Abaucán. Dpto. Tinogasta, Pcia. Catamarca. *Revista del Museo de La Plata. Antropología N.S. VIII* (65): 405-438.

Servicio Nacional de Información Hídrica, 2021. Datos históricos de caudal medio mensual (1919-1956 y 2017-2020) y caudal mensual máximo (1940-1953 y 2016-2019) Abaucán 201- Tinogasta. <https://snih.hidricosargentina.gob.ar/>

Servicio Meteorológico Nacional 2015. Información climatológica de la localidad de Tinogasta (Catamarca), para el período 1985- 2015.

Sosic, M. 1972. Aspectos hidrogeológicos de la provincia de Catamarca. Informe técnico N° 475. Consejo Federal de Inversiones - Buenos Aires <http://biblioteca.cfi.org.ar/biblioteca/> .

SOIL SURVEY DIVISION STAFF. 1993. Soil Survey Manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.

Subsecretaría de Recursos Hídricos (2002). Atlas Digital de los Recursos Hídricos Superficiales de la República Argentina CD-ROM, Buenos Aires

Tálamo, E., Rodríguez M., Bea S., Vives L., Mira A., García R., Moya Ruiz F., Rocha V. 2016. MODELO HIDROGEOLOGICO CONCEPTUAL DEL SALAR DE PIPANACO, PROVINCIAS DE CATAMARCA Y LA RIOJA, ARGENTINA. IX Congreso Argentino de Hidrogeología y VII Seminario Hispano-Latinoamericano Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea. Catamarca, Argentina, 2016 ISBN: 978-987-661-224-1

Turismo Tinogasta. Municipalidad de Tinogasta <https://tinogasta.tur.ar/>

Turner J.C. 1967. Descripción Geológica de la Hoja 13 b, Chaschuil. Provincias de Catamarca y La Rioja. Boletín 106. Buenos Aires, Servicio Nacional Minero Geológico.

Valero Garcés B., Ratto N. 2005. Registros Lacustres Holocénicos en la Puna de Chaschuil y el Bolsón de Fiambalá (Dpto. Tinogasta, Catamarca): Resultados Preliminares. Simposio Geología del Cuaternario, Paleontología, Geoarqueología, Paleoclimas y Paleoambientes (Coord. J. Rabassa). En: Actas del XVI Congreso Geológico Argentino, Tº IV, pp. 163-170. La Plata.

Valero-Garcés B., Ratto N. ,Moreno A. , Navas A., Delgado-Huertas A. 2011. Los Lagos del Altiplano de Atacama y el Noroeste Argentino como sensores de cambios hidrológicos durante el Holoceno. En M. Caballero y B. Ortega Guerrero (eds.), Escenarios de Cambio climático: Registros del Cuaternario en América Latina: 185-208. D.F. México, Editado por UMEC-UNAM.

Vervoorst F. 1951. Resultados de un viaje a la cuenca de Laguna Verde (Tinogasta, Catamarca). Actas de la XV Semana de Geografía: 61-67. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos.

Viera V.O.1982. Geomorfología (control de médanos). Área: Fiambalá (Provincia de Catamarca). Proyecto NOA Hídrico segunda fase.

## 9. ANEXO. Fichas de campo

PERFIL	AN 1	Departamento/Provincia	
		Andalgala-Catamarca	
Fecha relevamiento: 16/05/23		Latitud	-27,615609
		Longitud	-
		Altitud	66,310071 979 m.s.n.m

**Método Descriptivo: Barrenado (minipits)**

Relieve	Subnormal
Posición	Pie de loma
Pendiente	0-1 %
Escurrimiento	Lento
Permeabilidad	Moderadamente rapida
Erosión	Sin erosion
Drenaje	Clase 4 - Bien drenado
Peligro de anegamiento	Clase 5 - Area no inundable
Cobertura vegetal	90%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregocidad	Grado 0 - No existen piedras
Uso de la Tierra	Parral
Reacción al calcáreo	N - No calcareo



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Limite Sup	Limite inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	40		7,5YR 4/4	Areno Franco	4	24	72
II	40	70		7,5YR 4/4	Arenoso	2	12	86
III	70	120		7,5YR 4/3	Areno Franco	3	25	72
IV	120	200		7,5YR 4/4	Franco Arenoso	4	30	66

Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	0,950	7,40	7,82	1,60	0,80	0,00	2,70	8,12
II	0,323	7,70	2,02	1,20	1,20	0,00	1,40	
III	0,229	7,50						
IV	0,577	7,60						

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N

Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada

I	552,00	0,90	10,00

mm/metro	mm/hora
51,00	80,70

<b>PERFIL</b>	<b>AN 2</b>	<b>Departamento/Provincia</b> <b>Andalgala-Catamarca</b>
---------------	-------------	---

Fecha relevamiento: 16/05/23

Latitud -27,545369  
 Longitud -  
 66,325978  
 Altitud 1214 m.s.n.m

Método Descriptivo: Barrenado (minipits)

Relieve	Normal
Posición	Media loma alta
Pendiente	10-25 %
Escurrimiento	Medio
Permeabilidad	Moderada
Erosión	Ligera
Drenaje	Clase 4 - Bien drenado
Peligro de anegamiento	Clase 5 - Area no inundable
Cobertura vegetal	80%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregocidad	Grado 0 - No existen piedras
Uso de la Tierra	Espaldero
Reacción al calcáreo	(I) y (II) N - No calcareo / (Capa III) ST - Fuertemente calcareo



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Limite Sup	Limite inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	70			Franco Arenoso	4	35	61
II	70	140			Franco Limoso	8	52	40
III	140	200			Franco Limoso	7	55	38

Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g% g)	Yeso Total (me% g)	CIC (cmolc/kg)

I	0,196	7,10	1,30	0,92	1,16	0,00	0,36	9,41
II	0,231	6,90						
Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje		Conductividad hidráulica saturada		
I	729,70	1,30	10,69	mm/metro		mm/hora		
				148,00		48,20		

<b>PERFIL</b>	<b>AN 3</b>	<b>Departamento/Provincia</b> <b>Andalgalá-Catamarca</b>
---------------	-------------	---

Fecha relevamiento: 16/05/23

Latitud -27,604206  
 Longitud -66,319045  
 Altitud 1035 m.s.n.m

Método Descriptivo: Barrenado (minipits)

Relieve	Normal
Posición	Pie de loma
Pendiente	3-10 %
Escurrimiento	Lento
Permeabilidad	Moderadamente rápida
Erosión	Sin erosión
Drenaje	Clase 4 - Bien drenado
Peligro de anegamiento	Clase 5 - Área no inundable
Cobertura vegetal	40%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregocidad	Grado 0 - No existen piedras
Uso de la Tierra	Espaldero
Reacción al calcáreo	(I), (II) y (III) N - No calcáreo / (IV) SL - Ligeramente calcáreo



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Limite Sup	Limite inf	Seco	Húmedo		Arcilla %	Limo %	Arena %
I	0	30		7,5YR 3/4	Franco Arenoso	12	29	58
II	30	50		7,5YR 4/3	Franco Arenoso	11	34	55
III	50	95		7,5YR 4/4	Franco Arenoso	5	33	61
IV	95	180		7,5YR 4/4	Franco Arenoso	5	45	50
Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	0,243	7,60	2,20	0,75	0,71	0,00	1,14	12,97
II	0,284	7,60	2,50	1,06	0,96	0,00	1,61	16,47
III	0,620	7,40	5,60	3,11	1,86	0,00	2,65	

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada
I	1486,50	2,50	9,94	mm/metro	mm/hora
II	801,20	1,50	10,65	149,00	35,50

<b>PERFIL</b>	<b>AN 4</b>	<b>Departamento/Provincia</b> <b>Andalgala-Catamarca</b>	
<b>Fecha relevamiento: 16/05/23</b>	<b>Latitud</b>	-27,502425	
	<b>Longitud</b>	-	
	<b>Altitud</b>	66,321043	
		1470 m.s.n.m	
<b>Método Descriptivo: Calicata</b>			

<b>Relieve</b>	<i>Normal</i>
<b>Posición</b>	<i>Pie de loma</i>
<b>Pendiente</b>	<i>10-25 %</i>
<b>Escurrimiento</b>	<i>Rapido</i>
<b>Permeabilidad</b>	<i>Moderadamente rapida</i>
<b>Erosión</b>	<i>Moderada</i>
<b>Drenaje</b>	<i>Clase 5 - Algo excesivamente</i>
<b>Peligro de anegamiento</b>	<i>Clase 5 - Area no inundable</i>
<b>Cobertura vegetal</b>	<i>40%</i>
<b>Sales</b>	<i>No salino sin alcalinidad sodica</i>
<b>Pedregocidad</b>	<i>Grado 1 - Cantidad escasa de</i>
<b>Uso de la Tierra</b>	<i>Espaldero</i>
<b>Reacción al calcáreo</b>	<i>(I) y (II) Mo - Moderadamente calcareo / (III) SL - ligeramente</i>



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Limite Sup	Limite inf	Seco	Húmedo		Arcilla %	Limo %	Arena %
I	0	36		7,5YR 4/4	Franco Arenoso	5	37	57
II	36	92		7,5YR 3/4	Franco Arenoso	4	32	63
III	92	105		7,5YR 3/3	Areno Franco	4	24	72
Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +M g	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g/g)	Yeso Total (me%)	CIC (cmolc/kg)

			(me /L)				g)	
I	0,249	8,40	1,80	1,50	1,56	0,31	5,80	10,44
II	0,262	8,10	2,50	0,57	0,52	0,19	5,05	

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada
I	643,00	0,60	5,57	mm/metro	mm/hora
				117,00	53,80



			/L)					
I	0,277	8,10	2,10	2,83	2,77	0,00	0,75	13,64
	0,563	8,30	3,50	8,06	6,11	0,00	1,95	
Horizonte/Capa	N (mg/kg )	MO (g%g)	C/N		Capacacida d de almacena je	Conductividad hidráulica saturada		
I	1189,0 0	1,80	8,71		mm/metro	mm/hora		
					115,00	26,50		

<b>PERFIL</b>	<b>H U 1</b>	<b>Departamento/Provincia</b> <b>Hualfin-Catamarca</b>
---------------	----------------------	---

Fecha relevamiento: 18/08/22

Latitud -27,227724  
 Longitud -  
 66,82090204  
 Altitud 1897 m.s.n.m

Método Descriptivo: Barrenado (minipits)

<b>Relieve</b>	<i>Normal</i>
<b>Posición</b>	<i>Media Loma Alta</i>
<b>Pendiente</b>	<i>3-10%</i>
<b>Escurrimiento</b>	<i>Medio</i>
<b>Permeabilidad</b>	<i>Moderada</i>
<b>Erosión</b>	<i>Ligera</i>
<b>Drenaje</b>	<i>Clase 5 - Algo excesivamente</i>
<b>Peligro de anegamiento</b>	<i>Clase 5 - Areas No Inundables</i>
<b>Cobertura vegetal</b>	<i>20%</i>
<b>Sales</b>	<i>No salino sin alcalinidad sodica</i>
<b>Pedregocidad</b>	<i>Grado 0 - Escasa o nula</i>
<b>Uso de la Tierra</b>	<i>Viñedo - Espaldero</i>
<b>Reacción al calcáreo</b>	<i>SL - Ligeramente calcareo</i>



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Limite Sup	Limite inf	Se co	Húme do		Arcilla %	Limo %	Arena %
I	0	40		7,5 YR 3/4	Franco Arenoso	4	30	66
I I	40	110		7,5 YR	Arenoso	2	10	88

				4/3				
I I I	110	160		7,5 YR 4/3	Arenoso Franco	1	22	77
Horizonte/Capa	C <sub>Ee</sub> (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me% g)	CIC (cmolc/ kg)
I	0,907	8,57	1, 80	6,83	7,24	0,92	4,14	12,60
I I	0,516	8,93	0, 90	3,90	5,91	0,16	2,68	6,40
Horizonte/Capa	N (mg/kg )	MO (g%g)	C/ N	Capacidad de almacenaje		Conductividad hidráulica saturada		
I	385,00	0,60	8, 94	mm/metro		mm/hora		
I I		0,10		70		96		

PERFIL	<b>HU 2</b>			Departamento/Provincia <b>Hualfin-Catamarca</b>	
Fecha relevamiento:	18	8	2022	Latitud	-27,2274576
	día	Mes	Año	Longitud	-66,8133164
Método Descriptivo: Barrenado (minipits)				Altitud	1905 m.s.n.m

Relieve	<i>Subnormal</i>
Posición	<i>Pie de Loma</i>
Pendiente	<i>0-1 %</i>
Escurrimiento	<i>Lento</i>
Permeabilidad	<i>Moderadamente Rápida</i>
Erosión	<i>Ligera</i>
Drenaje	<i>Clase 5 - Algo Excesivamente</i>
Peligro de anegamiento	<i>Clase 5 - Areas No Inundables</i>
Cobertura vegetal	<i>20%</i>
Sales	<i>No salino sin alcalinidad sodica</i>
Pedregocidad	<i>Cantidad Escasa de Piedras</i>
Uso de la Tierra	<i>Parral</i>
Reacción al calcáreo	<i>SL - Ligeramente calcarea</i>



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Limite Sup	Limite inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	90			Arenoso Franco	2	16	82
II	90	120			Arenoso	1	10	89
III	120	200			Franco Arenoso	5	28	67

Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	0,428	8,74	1,10	2,64	3,55	0,47	4,22	7,31

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N
I	435,00	0,30	4,39

Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada
mm/metro	mm/hora
95,00	100,40


<b>PERFIL</b>	<b>H U 3</b>	<b>Departamento/Provincia</b> <b>Hualfin-Catamarca</b>
<b>Fecha relevamiento: 18/08/22</b>	<b>Latitud</b>	-27,2350297
<b>Método Descriptivo: Barrenado (minipits)</b>	<b>Longitud</b>	-
	<b>Altitud</b>	66,8308558 1883 m.s.n.m


<b>Relieve</b>	<i>Subnormal</i>
<b>Posición</b>	<i>Pie de Loma</i>
<b>Pendiente</b>	<i>0-1 %</i>
<b>Escurrimiento</b>	<i>Medio</i>
<b>Permeabilidad</b>	<i>Moderadamente Rápida</i>
<b>Erosión</b>	<i>Moderada</i>
<b>Drenaje</b>	<i>Clase 5 - Algo Excesivamente</i>
<b>Peligro de anegamiento</b>	<i>Clase 5 - Areas No Inundables</i>
<b>Cobertura vegetal</b>	<i>20%</i>
<b>Sales</b>	<i>S1 - Levemente salino</i>
<b>Pedregocidad</b>	<i>Grado 0 - No existen piedras</i>
<b>Uso de la Tierra</b>	<i>Parral</i>
<b>Reacción al calcáreo</b>	<i>radamente calcareo / (II) SL - Ligeram</i>



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Limite Sup	Limite inf	Seco	Húmedo		Arcilla %	Limo %	Arena %
I	0	30		7,5 YR 4/3	Arenoso Franco	2	24	74
II	30	70		7,5 YR	Arenoso	2	18	80


				4/3	Franco			
III	70	160		10 YR 4/4	Arenoso Franco	1	16	83
Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	R A S	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me% g)	CIC (cmolc /kg)
I	0,712	8,53	1, 3 0	5,35	6 ; 7 1	1,05	4,81	9,42
II	0,634	8,66	1, 1 0	4,77	6 ; 5 3	0,47	3,07	8,22
Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/ N	Capacidad de almacenaje		Conductividad hidráulica saturada		
I	262,00	0,60	14, 31	mm/metro		mm/hora		
II		0,20		91,00		86,80		


PERFIL	H U 4	Departament o/Provincia  Hualfin- Catamarca
Fecha relevamiento: 18/08/22	Latitud -27,2257 Longitud -66,79 Altitud 1923 m.s.n.m	
Método Descriptivo: Barrenado (minipits)		
Relieve	N o r m a l	
Posición	Media loma alta	
Pendiente	3 - 1 0 %	
Escurrimiento	M e d i o	
Permeabilidad	Moderadamente Rápida	
Erosión	L i g e r a	
Drenaje	Clase 5 - Algo Excesivamente	
Peligro de anegamiento	Clase 5 - Areas No Inundables	
Cobertura vegetal	2 5 %	
Sales	No salino sin alcalinidad sodica	
Pedregocidad	Grado 1 - Cantidad escasa de	
Uso de la Tierra	P a r r	

		<i>a</i> <i>l</i>							
<b>Reacción al calcáreo</b>		<i>MO Moderadamente calcareo</i>							
									
Horizonte/ Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana			
	Limite Sup	Limite inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Are na %	
I	0	50		10 YR 3/4	Franco Arenoso	4	26	70	
II	50	80		10 YR 4/4	Areno Franco	4	20	76	
Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca + Mg (me/L)	Na (me/L)	R A S	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me %g)	CIC (cm olc/kg)	
I	0,515	8,41	1,40	3,16	3,79	0,97	3,86	13,60	
II	0,692	8,33	2,10	4,15	4,02	0,90	3,83	12,86	
Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C / N	Capacidad de almace naje		Conductividad hidráulica saturada			
I	472,00	0,70	8,	mm/met ro		mm/hor a			

			9 1
II		0,70	

88,00	52,20

	<b>PERFIL</b>	<b>H U 5</b>		<b>Departamen to/Provincia</b>  <b>Hualfin- Catamarca</b>
	<b>Fecha relevamiento: 18/08/22</b>		<b>Latitud</b>	-27,225814
			<b>Longitud</b>	-66,8
			<b>Altitud</b>	
			1909 <i>m.s.n.m</i>	
	<b>Método Descriptivo: Barrenado (minipits)</b>			
	<b>Relieve</b>	<i>N o r m a l</i>		
	<b>Posición</b>	<i>Media loma baja</i>		
	<b>Pendiente</b>	<i>3 - 1 0 %</i>		
	<b>Escurrimiento</b>	<i>L e n t o</i>		
	<b>Permeabilidad</b>	<i>Moderadamente Rápida</i>		
	<b>Erosión</b>	<i>L i g e r a</i>		
	<b>Drenaje</b>	<i>Clase 5 - Algo Excesivamente</i>		
	<b>Peligro de anegamiento</b>	<i>Clase 5 - Areas No Inundables</i>		
	<b>Cobertura vegetal</b>	<i>3 0 %</i>		
	<b>Sales</b>	<i>No salino sin alcalinidad sodica</i>		
	<b>Pedregocidad</b>	<i>Grado 0 - No existen piedras</i>		

Uso de la Tierra			P a r r a l						
Reacción al calcáreo			SL - Ligeramente calcáreo						
									
Horizonte/Capa	Profundidad		C o l o r		Clasificación textural	Escala Americana			
	Límite Sup	Límite inf	Se co	Hú medo		Arcilla%	Lim o %	Ar en a %	
I	0	120		7,5 YR 4/4	Arenoso	1	11	88	
II	120	150		10 YR 4/4	Arenoso	1	12	87	
III	150	200		7,5 YR 4/4	Arenoso Franco	1	18	81	
Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca + Mg (mg/L)	Na (me/L)	R A S	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmol/kg)	
I	0,45 1	8,92	1 9 0	2, 67	2 7 5	0, 52	3, 34	6, 4 2	
Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C / N	Capacidad de almacenaje		Conductividad hidráulica saturada			

	I	163,0 0	0,30	9 , 5 7

mm/me tro	mm/hor a
60,00	119,70

<b>PERFIL</b>	<b>H U 6</b>		<b>Departamento/Provincia</b> <b>Hualfin-Catamarca</b>
---------------	----------------------	--	---

Fecha relevamiento: 15/05/23

Latitud -27,223786  
 Longitud -  
 Altitud 66,842521  
 1865 m.s.n.m

Método Descriptivo: Barrenado (minipits)

Relieve	Normal
Posición	Pie de loma
Pendiente	3-10 %
Escurrimiento	Medio
Permeabilidad	Moderadamente Rápida
Erosión	Sin erosión
Drenaje	Clase 3 - Moderadamente bien drenado
Peligro de anegamiento	Clase 4 - Area muy poco inundable
Cobertura vegetal	70%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregocidad	Grado 0 - No existen piedras
Uso de la Tierra	Parral
Reacción al calcáreo	) y (II) MO - Moderadamente calcare



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Limite Sup	Limite inf	Seco	Húmedo		Arcilla %	Lim o %	Arena %
I	0	40		5YR 3/4	Franco Arenoso	8	28	64

I	40	70		5YR 3/6	Franco Limoso	7	53	40
I	70	95		5YR 4/3	Arenoso	1	8	91
Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	R A S	Calcá reo Total (g%g)	Yeso Total (me% g)	CIC (cmolc/ kg)
I	0,823	8,00	1, 8 2	4,9 3	5, 2 0	2,01		10,93
Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/ N	Capacidad de almacenaje		conductividad hidráulica saturada		
I	561,00	0,90	9, 0 0	mm/metro		mm/hora		
				158,00		67,50		

<b>PERFIL</b>	<b>H U 7</b>		<b>Departamento/Provincia</b> <b>Hualfin-Catamarca</b>
<b>Fecha relevamiento: 15/05/23</b>		<b>Latitud</b>	-27,22557
		<b>Longitud</b>	-
		<b>Altitud</b>	66,836445 1866 m.s.n.m
<b>Método Descriptivo: Calicata</b>			

<b>Relieve</b>	<i>Subnormal</i>
<b>Posición</b>	<i>Media loma</i>
<b>Pendiente</b>	<i>0-1 %</i>
<b>Escurrimiento</b>	<i>Medio</i>
<b>Permeabilidad</b>	<i>Moderadamente Rápida</i>
<b>Erosión</b>	<i>Sin erosión</i>
<b>Drenaje</b>	<i>Clase 4 - Bien drenado</i>
<b>Peligro de anegamiento</b>	<i>Clase 4 - Area muy poco inundable</i>
<b>Cobertura vegetal</b>	<i>30%</i>
<b>Sales</b>	<i>No salino sin alcalinidad sodica</i>
<b>Pedregocidad</b>	<i>Grado 0 - No existen piedras</i>
<b>Uso de la Tierra</b>	<i>Parral</i>
<b>Reacción calcáreo al</b>	<i>(I) MO - Moderadamente calcareo / (II) SL - Ligeramente calcareo / (IV) MO</i>



Horizonte/Capa	Profundidad		C o l o r		Clasificación textural	Escala Americana		
	Limite Sup	Limite inf	Seco	Húmedo		Arcilla %	Lim o %	Arena %
I	0	30		7,5YR 5/2	Areno Franco	6	14	80
	30	95		7,5YR 4/3	Franco Arenoso	7	26	67
	95	120		7,5YR 3/4	Areno Franco	7	15	78

I V	120	200		10YR 3/4	Franco	11	38	51
Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me% g)	CIC (cmolc/ kg)
I	0,920	8,00	2,08	4,84	4,70	0,47		5,17
I	0,871	7,90	2,36	3,98	3,70	0,42		
I	0,604	7,60						
Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje		Conductividad hidráulica saturada		
I	281,00	0,52	11,0 0	mm/metro		mm/hora		
				107,00		45,91		

PERFIL	<b>HU 8</b>	Departamento/Provincia <b>Hualfin-Catamarca</b>
Fecha relevamiento: 15/05/23	Latitud	-27,221415
	Longitud	-
	Altitud	66,800563 1920 m.s.n.m
<b>Método Descriptivo: Barrenado (minipits)</b>		

Relieve	Normal
Posición	Media loma alta
Pendiente	3-10 %
Escurrimiento	Rápido
Permeabilidad	Moderada
Erosión	Ligera
Drenaje	Clase 4 - Bien drenado
Peligro de anegamiento	Clase 5 - Area no inundable
Cobertura vegetal	25%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregocidad	Grado 0 - No existen piedras
Uso de la Tierra	Parral
Reacción calcárea	(I) SL - Ligeramente calcareo / (II) MO - Moderadamente calcareo / (III) ST - Fuertemente calcareo





Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Limite Sup	Limite inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	50		5YR 4/2	Franco Arenoso	12	26	62
II	50	160		5YR 4/3	Franco Arenoso	11	32	57
III	160	200		5YR 5/4	Franco	10	43	47

Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	3,430	8,00	6,69	18,58	10,20	0,00		18,80
II	4,000	7,90						

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacacidad de almacenaje (mm/metro)	Conductividad hidráulica saturada (mm/hora)
I	551,00	0,67	7,00	170,00	21,60

<b>PERFIL</b>		<b>MED 1</b>		<b>Departamento/Provincia Medanos-Saujil - Catamarca</b>				
Fecha relevamiento: 16/09/22				Latitud	-27,5690392			
				Longitud	-			
				Altitud	67,6175809 1637 m.s.n.m			
<b>Método Descriptivo: Calicata</b>								
<b>Relieve</b>		<i>Sub Normal</i>						
<b>Posición</b>		<i>Media Loma Baja</i>						
<b>Pendiente</b>		<i>0-1%</i>						
<b>Escurrimiento</b>		<i>Medio</i>						
<b>Permeabilidad</b>		<i>Moderada</i>						
<b>Erosión</b>		<i>X= Sin erosión</i>						
<b>Drenaje</b>		<i>Clase 4 - Bien drenado</i>						
<b>Peligro de anegamiento</b>		<i>Clase 5- Sin riesgo</i>						
<b>Cobertura vegetal</b>		<i>30%</i>						
<b>Sales</b>		<i>No salino sin alcalinidad sodica</i>						
<b>Pedregocidad</b>		<i>Grado 0 - Escasa pedregosidad en la Capa I</i>						
<b>Uso de la Tierra</b>		<i>Viñedo - Parral</i>						
<b>Reacción al calcáreo</b>		<i>ST Fuertemente Reactivo</i>						
								
Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla %	Limo %	Arena %
I	0	60		7,5YR 4/4	Franco	10	40	50
II	60	90		7,5 YR 3/4	Franco	16	38	46
III	90	200		7,5 YR 4/3	Franco	18	30	52
Horizonte/Capa	CE (mS/c)	pH	Ca +Mg	Na (me/L)	RAS	Calcáreo To	Yeso Total (me%)	CIC (cm olc/)

	m)		(me /L)			tal (g % g)	g)	kg)
I	0,767	8,24	2,08	5,46	5,35	1,82	4,06	32,64
II	0,747	8,19	2,28	6,83	6,39	4,68	7,15	
Horizonte/Capa	N (mg/kg)	M O (g% g)	C/N		Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada		
I	976,90	1,08	6,39		mm/metro	mm/hora		
					133,28	22,61		

PERFIL	<b>MED 2</b>	Departamento/Provincia Medanitos-Saujil - Catamarca
--------	--------------	---

Fecha relevamiento: 16/09/22

Latitud -27,577715  
Longitud -67,611199  
Altitud 1611 m.s.n.m

Método Descriptivo: Calicata

Relieve	Sub Normal
Posición	Media Loma Baja
Pendiente	0-1%
Escurrimiento	Medio
Permeabilidad	Moderadamente rápida
Erosión	H 1- Hidrica Ligera
Drenaje	Clase 5 - Algo excesivamente drenado
Peligro de anegamiento	Clase 5 - Sin riesgo
Cobertura vegetal	25%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregocidad	Grado 0 - Escasa pedregosidad en la Capa I
Uso de la Tierra	Viñedo - Parral
Reacción al calcáreo	ST Fuertemente Reactivo



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	47		10 YR 4/4	Areno Franco	2	18	80
II	47	72		7,5 Yr 4/4	Franco Arenoso	12	26	62
III	72	100		7,5 Yr 4/4	Arenoso	4	10	86
IV	100	125		7,5 YR 4/4	Franco Arenoso	8	34	58

Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	0,465	8,31	1,87	2,37	2,46	0,66	5,82	7,31
II	0,497	7,71	1,57	3,14	3,54	0,00	2,35	
III	0,370	8,36	1,11	2,51	3,37			

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N
I	638,50	0,66	5,99

Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada
mm/metro	mm/hora
72,62	99,70



PERFIL	<b>MED 4</b>	Departamento/Provincia a Medanitos - Catamarca
Fecha relevamiento: 16/09/22		Latitud -27,526052
		Longitud -67,5949524
		Altitud 1647 m.s.n.m

**Método Descriptivo: Barrenado (minipits)**

Relieve	Normal
Posición	Media Loma Alta
Pendiente	0-1%
Escurrimiento	Medio
Permeabilidad	Moderadamente rápida
Erosión	H2- Hidrica moderada
Drenaje	Clase 5 - Algo excesivamente drenado
Peligro anegamiento de	Clase 5 - Sin riesgo
Cobertura vegetal	20%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregosidad	Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I
Uso de la Tierra	Viñedo - Parral
Reacción al calcáreo	SL - Ligeramente reactivo



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	25		10 YR 5/4	Arenoso	0	14	86
II	25	80		10 YR 4/4	Franco Arenoso	5	36	59
III	80	200		10 YR 5/3	Arenoso	4	4	92

Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yes o Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	0,520	8,51	1,48	3,71	4,31	0,11	3,99	4,31
II	0,635	8,05	1,41	6,22	7,40	0,59	4,84	11,79

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N
I	537,56	0,70	7,53
II	677,11	0,91	7,75

Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada
mm/metro	mm/hora
73,16	59,75

PERFIL	<b>MED 5</b>	Departamento/Provincia <b>Medanitos - Catamarca</b>
--------	--------------	--

Fecha relevamiento: 16/09/22

Latitud -27,5272534  
 Longitud -67,5757467  
 Altitud 1642 m.s.n.m

**Método Descriptivo: Barrenado (minipits)**

Relieve	Sub Normal
Posición	Media Loma Alta
Pendiente	0-1%
Escurrimiento	Medio
Permeabilidad	Moderadamente rápida
Erosión	H 1- Hidrica Ligera
Drenaje	Clase 5 - Excesivamente drenado
Peligro anegamiento de	Clase 4 - Riesgo ocasional
Cobertura vegetal	25%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregocidad	Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I
Uso de la Tierra	Viñedo - Parral
Reacción al calcáreo	N- No reactivo



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	55		10 YR 4/4	Areno Franco	0	20	80
II	55	110		7,5 Yr 4/4	Franco Arenoso	4	32	64
III	110	135		7,5 YR 4/3	Franco Limoso	6	60	34


Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	0,440	8,67	0,85	3,65	5,60	0,00	2,41	3,20
II	0,689	8,33	1,39	1,34	1,61	0,73	5,99	

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N

Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica

I	273,07	0,12	2,64

	saturada
mm/metro	mm/hora
107,42	100,76

PERFIL	<b>MED 6</b>		Departamento/Provincia Medanos - Catamarca					
Fecha relevamiento: 16/09/22			Latitud	-27,50525				
			Longitud	- 67,584733				
			Altitud	1655 m.s.n.m				
<b>Método Descriptivo: Barrenado (minipits)</b>								
Relieve	Subnormal							
Posición	Media Loma Baja							
Pendiente	0-1%							
Escurrimiento	Lento							
Permeabilidad	Rápida							
Erosión	H 1- Hidrica Ligera							
Drenaje	Clase 6- Excesivamente drenado							
Peligro de anegamiento	Clase 5 - Sin riesgo							
Cobertura vegetal	50%							
Sales	No salino sin alcalinidad sodica							
Pedregocidad	Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I							
Uso de la Tierra	Viñedo - Espaldero Alto							
Reacción al calcáreo	N- No reactivo							
								
Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla %	Limo %	Arena %
I	0	200		10 YR 6/3	Arenoso	0	4	96
Horizonte/Capa	CEe (mS/c)	pH	Ca +Mg	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Tota	Yeso Total	CIC (cmolc / kg)

	m)		(me/L)			I (g% g)	(me%g )	
I	0,313	8,88	1,21	2,26	2,90	0,23	2,12	1,83
Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N		Capacacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada		
I	217,09	0,12	3,33		mm/metro	mm/hora		
					30,80	173,99		

PERFIL	<b>MED 7</b>	Departamento/Provincia	Medanitos -
		Catamarca	

Fecha relevamiento: 16/09/22

Latitud -27,4980565  
 Longitud -67,6019404  
 Altitud 1660 m.s.n.m

Método Descriptivo: Calicata

Relieve	Sub Normal
Posición	Pie de loma
Pendiente	0-1%
Escurrimiento	Medio
Permeabilidad	Moderada
Erosión	H 1- Hidrica Ligera
Drenaje	Clase 4 - Bien drenado
Peligro de anegamiento	Clase 4 - Riesgo ocasional
Cobertura vegetal	30%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregocidad	Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I
Uso de la Tierra	Viñedo - Parral
Reacción al calcáreo	ST Fuertemente Reactivo



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	49		7,5 YR 4/4	Franco Arenoso	5	32	63
II	49	85		7,5 YR 4/4	Arenoso	2	8	90
III	85	95		5 YR 4/4	Franco	20	40	40
IV	95	180		7,5 YR 4/4	Arenoso	3	5	92

Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	0,673	8,42	1,39	6,85	8,21	1,44	5,70	8,99
II	0,510	8,63	1,11	4,43	5,94	0,59	3,46	

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N
I	569,53	0,67	6,85

Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada
mm/metro	mm/hora
78,54	103,62

PERFIL	<b>SI 1</b>	<b>Departamento/Provincia Sijan-Catamarca</b>
--------	-----------------	---

Fecha relevamiento: 17/05/23

Latitud -28,264693  
 Longitud -  
 Altitud 66,198321  
 1130 m.s.n.m

Método Descriptivo: Calicata

Relieve	<i>Pronunciado</i>
Posición	<i>Media loma alta</i>
Pendiente	10-25 %
Escurrimiento	<i>Medio</i>
Permeabilidad	<i>Rapida</i>
Erosión	<i>Grave</i>
Drenaje	<i>Clase 4 - Bien drenado</i>
Peligro de anegamiento	<i>Clase 5 - Area no inundable</i>
Cobertura vegetal	70%
Sales	<i>No salino sin alcalinidad sodica</i>
Pedregocidad	<i>Grado 2 - Cantidad apreciable de</i>
Uso de la Tierra	<i>Espaldero</i>
Reacción al calcáreo	<i>(I), (II) y (III) N - No calcareo</i>



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Limite Sup	Limite inf	Seco	Húmedo		Arcilla %	Lim o %	Arena %
I	0	12		10,5Y R 3/3	Areno Franco	6	22	72
II	12	38		10,5Y R 4/4	Arenoso	2	3	95
III	38	58		10,5Y R 5/3	Franco Arenoso	4	34	62

Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	0,512	6,90	4,70	1,13	0,74	0,00	0,41	9,04
I	0,144	8,00	1,30	0,54	0,66	0,00	0,53	2,24
I	0,155	7,10						

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N
I	1530,90	3,60	13,80
I	449,10	0,70	9,10

Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada
mm/metro	mm/hora
45,00	58,40

PERFIL	SI 2	Departamento/Provincia Sijan-Catamarca
Fecha relevamiento: 17/05/23	Latitud	-28,261974
	Longitud	-
	Altitud	66,217995 1000 m.s.n.m

Método Descriptivo: Calicata

Relieve	Normal
Posición	Media loma
Pendiente	3-10 %
Escurrimiento	Medio
Permeabilidad	Moderadamente rapida
Erosión	Ligera
Drenaje	Clase 5 - Algo exesivamente
Peligro de anegamiento	Clase 5 - Area no inundable
Cobertura vegetal	30%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregocidad	Grado 0 - No existen piedras
Uso de la Tierra	Espalder o
Reacción al calcáreo	(I), (II) N - No calcareo



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Limite Sup	Limite inf	Seco	Húmedo		Arcilla %	Lim o %	Arena %
I	0	50	10YR 4/4		Areno Franco	2	20	78
I	50	200	10YR		Areno	2	16	82

I		5/3			Franco			
Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	0,263	7,60	1,14	0,92	1,20	0,00	1,70	5,49
I	0,288	7,70						

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada
				mm/metro	mm/hora
I	528,00	0,64	7,00	53,00	91,40

<b>PERFIL</b>	<b>S I 3</b>		<b>Departamento/Provincia</b> <b>Sijan-Catamarca</b>
<b>Fecha relevamiento: 17/05/23</b>		<b>Latitud</b>	-28,262847
		<b>Longitud</b>	- 66,227971
		<b>Altitud</b>	962 m.s.n.m
<b>Método Descriptivo: Calicata</b>			

<b>Relieve</b>	<i>Norma I</i>
<b>Posición</b>	<i>Pie de loma baja</i>
<b>Pendiente</b>	<i>10-25 %</i>
<b>Escurrimiento</b>	<i>Rapido</i>
<b>Permeabilidad</b>	<i>Rapida</i>
<b>Erosión</b>	<i>Ligera</i>
<b>Drenaje</b>	<i>Clase 5 - Algo exesivamente</i>
<b>Peligro de anegamiento</b>	<i>Clase 5 - Area no inundable</i>
<b>Cobertura vegetal</b>	<i>80%</i>
<b>Sales</b>	<i>No salino sin alcalinidad sodica</i>
<b>Pedregocidad</b>	<i>Grado 0 - No existen piedras</i>
<b>Uso de la Tierra</b>	<i>Espaldero</i>
<b>Reacción al calcáreo</b>	<i>(I), (II), (III) y (IV) N - No calcareo</i>



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Limite Sup	Limite inf	Seco	Húmedo		Arcilla %	Lim o %	Arena %
I	0	25		10YR 3/3	Franco Arenoso	2	34	64
I I	25	55		10YR 3/4	Areno Franco	2	22	76
I I	55	120		10YR 6/3	Arenoso	0	7	93

I								
I V	120	200		10YR 4/4	Areno Franco	2	20	78
Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcá reo Total (g%g)	Yeso Total (me% g)	CIC (cmolc/ kg)
I	0,428	7,50	2,60	1,00	0,80	0,00	1,90	10,30
I I	0,225	7,50	1,40	0,90	1,00	0,00	1,70	5,80
I I I	0,198	7,80	1,20	0,80	1,00			
I V	3,840	8,20						
Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N		Capacaci dad de almacenaj e	Conductividad hidráulica saturada		
I	954,00	1,20	7,00		mm/metro	mm/hora		
I I	373,00	0,50	8,00		67,00	109,30		

<b>PERFIL</b>	<b>S I 4</b>	<b>Departamento/Provincia</b> <b>Sijan-Catamarca</b>
---------------	----------------------	---

Fecha relevamiento: 17/05/23

**Latitud** -28,25746  
**Longitud** -  
**Altitud** 66,220962  
 988 m.s.n.m

**Método Descriptivo: Calicata**

<b>Relieve</b>	<i>Subnormal</i>
<b>Posición</b>	<i>Media loma</i>
<b>Pendiente</b>	<i>0-1 %</i>
<b>Escurrimiento</b>	<i>Lento</i>
<b>Permeabilidad</b>	<i>Moderadamente rapido</i>
<b>Erosión</b>	<i>Ligera</i>
<b>Drenaje</b>	<i>Clase 5 - Algo exesivamente</i>
<b>Peligro de anegamiento</b>	<i>Clase 5 - Area no inundable</i>
<b>Cobertura vegetal</b>	<i>40%</i>
<b>Salas</b>	<i>No salino sin alcalinidad sodica</i>
<b>Pedregocidad</b>	<i>Grado 0 - No existen piedras</i>
<b>Uso de la Tierra</b>	<i>Parral</i>
<b>Reacción al calcáreo</b>	<i>(I), (II) y (III) N - No calcareo</i>



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Limite Sup	Limite inf	Seco	Húmedo		Arcilla %	Limo %	Arena %
I	0	20		10YR 4/3	Areno Franco	2	21	77

I	20	85		10YR 4/4	Areno Franco	2	18	80
I	85	200		10YR 5/4	Arenoso	1	11	88
Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcá reo Total (g%g)	Yeso Total (me% g)	CIC (cmolc/ kg)
I	0,300	7,70	2,3 0	1,00	0,90	0,00	2,10	6,00
I	1,600	8,20	8,2 0	6,50	3,20	0,00	2,50	3,20
I	0,809	8,00						
Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje		Conductivida d hidráulica saturada		
I	627,00	0,90	8,0 0	mm/metro		mm/hora		
I	780,00	1,00	8,0 0	41,00		93,70		

<b>PERFIL</b>	<b>FIA 1</b>	<b>Departamento/Provincia Tinogasta-Fiambala- Catamarca</b>
<b>Fecha relevamiento: 15/09/22</b>	<b>Latitud</b>	-27,71516557
	<b>Longitud</b>	- 67,634936
	<b>Altitud</b>	1519 m.s.n.m

**Método Descriptivo: Calicata**

<b>Relieve</b>	<i>Subnormal</i>
<b>Posición</b>	<i>Media loma alta</i>
<b>Pendiente</b>	<i>0 - 1%</i>
<b>Escurrimiento</b>	<i>Lento</i>
<b>Permeabilidad</b>	<i>Moderadamante Rapida</i>
<b>Erosión</b>	<i>1H Hidrico ligera</i>
<b>Drenaje</b>	<i>Clase 5 - Algo excesivamente drenado</i>
<b>Peligro de anegamiento</b>	<i>Clase 5 - Sin riesgo</i>
<b>Cobertura vegetal</b>	<i>50%</i>
<b>Sales</b>	<i>No salino sin alcalinidad sodica</i>
<b>Pedregosidad</b>	<i>Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I</i>
<b>Uso de la Tierra</b>	<i>Viñedo - Parral</i>
<b>Reacción al calcáreo</b>	<i>ST Fuertemente Reactivo</i>



Horizonte/Capa	Profundidad		Col or		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Se co	Húme do		Arcilla %	Limo %	Aren a %
I	0	70		5 YR 4/4	Franco	10	40	50
I I	70	11 0		5 YR 4/4	Franco Arenoso	2	40	58

Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g %g)	Yeso Total (me %g)	CIC (cmolc/ kg)
I	1,245	8,58	5,20	10,74	6,66	6,24	7,95	12,42
I I	1,153	8,38	2,50	11,76	10,52	3,10	5,91	

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g %g)	C/N	Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada
I	759,81	0,99	7,55	mm/metro	mm/hora
				125,28	42,49

PERFIL	FIA 2	Departamento/Provincia Tinogasta-Fiambala- Catamarca	
		Latitud	-27,69778517
Fecha relevamiento: 16/09/22		Longitud	-
		Altitud	67,61982121 1536 m.s.n.m

Método Descriptivo: Calicata

Relieve	Subnormal
Posición	Media Loma
Pendiente	0 - 1%
Escurrimiento	Media Loma
Permeabilidad	Moderada
Erosión	1H Hidrico ligera
Drenaje	Clase 4 - Bien drenado
Peligro de anegamiento	Clase 5 - Sin Riesgo
Cobertura vegetal	40%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregosidad	Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I
Uso de la Tierra	Viñedo - Parral
Reacción al calcáreo	ST Fuertemente Reactivo



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	53	5 YR 4/4	5 YR 4/3	Franco Limoso	12	40	48
II	53	75	5 YR 4/4	5 YR 4/3	Franco Arenoso	2	28	70
III	75	95	5 YR 4/5	5 YR 4/6	Franco Limoso	14	54	32
IV	95	118	5 YR 4/4	5 YR 4/5	Areno Franco	3	21	76
Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	0,971	8,54	4,50	7,50	5,00	6,09	8,34	15,91

II	0,871	8,49	1,80	8,63	9,10	2,90	6,45	
III	1,070	8,49	2,20	9,93	9,43	5,59	7,80	
Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N		Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada		
I	1189,80	1,78	8,68		mm/metro	mm/hora		
					132,95	42,16		

<b>PERFIL</b>	<b>FIA 3</b>	<b>Departamento/Provincia</b> <b>a Tinogasta-Fiambala-</b> <b>Catamarca</b>
<b>Fecha relevamiento: 15/09/22</b>	<b>Latitud</b>	-27,6397911
	<b>Longitud</b>	-
	<b>Altitud</b>	67,6066759 1580 m.s.n.m

**Método Descriptivo: Calicata**

<b>Relieve</b>	<i>Subnormal</i>
<b>Posición</b>	<i>Media Loma Baja</i>
<b>Pendiente</b>	<i>0-1%</i>
<b>Escurrimiento</b>	<i>Lento</i>
<b>Permeabilidad</b>	<i>Moderadamente Rapida</i>
<b>Erosión</b>	<i>1H Hidrico ligera</i>
<b>Drenaje</b>	<i>Clase 5 - Algo excesivamente drenado</i>
<b>Peligro anegamiento</b>	<i>Clase 5 - Sin riesgo</i>
<b>Cobertura vegetal</b>	<i>40%</i>
<b>Sales</b>	<i>No salino sin alcalinidad sodica</i>
<b>Pedregocidad</b>	<i>Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I</i>
<b>Uso de la Tierra</b>	<i>Viñedo - Parral</i>
<b>Reacción al calcáreo</b>	<i>SL-Levemente Reactivo</i>




Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla %	Limo %	Arena %
I	0	50		7,5YR 4/4	Franco Arenoso	4	36	60
II	50	78		7,5YR 4/4	Franco Arenoso	7	28	65
III	78	200		7,5YR 6/3	Arenoso	1	2	98

Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc / kg)
I	0,553	8,54	1,20	4,51	5,95	1,33	6,10	10,84
II	0,614	8,26	1,30	6,13	7,57	1,55	5,81	12,03

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje mm/metro	Conductividad hidráulica saturada mm/hora
I	1116,46	1,19	6,16	90,78	82,66
II	526,45	0,58	6,41		

<b>PERFIL</b>		<b>FIA 4</b>		<b>Departamento/Provincia</b> <b>Tinogasta-Fiambala-Catamarca</b>				
Fecha relevamiento:		16	9	2022		Latitud	-27,663097	
		<i>día</i>	<i>Mes</i>	<i>Año</i>		Longitud	-67,624003	
						Altitud	1574 m.s.n.m	
<b>Método Descriptivo: Barrenado (minipits)</b>								
Relieve	<i>Subnormal</i>							
Posición	<i>Media Loma Baja</i>							
Pendiente	<i>3-10%</i>							
Escurrimiento	<i>Medio</i>							
Permeabilidad	<i>Moderadamente rápida</i>							
Erosión	<i>X0 - Sin erosión</i>							
Drenaje	<i>Clase 5 - Algo excesivamente drenado</i>							
Peligro de anegamiento	<i>Clase 5 - Sin riesgo</i>							
Cobertura vegetal	<i>30%</i>							
Sales	<i>No salino sin alcalinidad sodica</i>							
Pedregosidad	<i>Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I</i>							
Uso de la Tierra	<i>Viñedo - Espaldero</i>							
Reacción al calcáreo	<i>ST Fuertemente Reactivo</i>							
								
Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	130		5 YR 4/3	Areno Franco	3	26	71
II	130	190		5 YR 4/4	Arenoso	2	12	86
Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	0,870	8,60	2,10	7,80	7,60	3,87	6,69	9,03
II	0,772	8,61	1,70	6,74	7,31	1,59	4,76	
Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N		Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada		
					mm/metro	mm/hora		
I	370,59	0,26	4,13		78,92	92,25		

PERFIL	TIN 1	Departamento/Provincia Tinogasta-La Puntilla- Catamarca	
--------	-------	---	--

Fecha relevamiento: 16/08/22

Latitud -28,1269511  
 Longitud - 67,4910195  
 Altitud 1189 m.s.n.m

**Método Descriptivo: Barrenado (minipits)**

Relieve	Subnormal
Posición	Pie de loma
Pendiente	0-1%
Escurrimiento	Lento
Permeabilidad	Moderadamente rápida
Erosión	XO- Sin Erosion
Drenaje	Clase 5 - Algo excesivamente drenado
Peligro de anegamiento	Clase 5 - Sin riesgo
Cobertura vegetal	20%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregocidad	Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I
Uso de la Tierra	Viñedo - Parral
Reacción al calcáreo	N- No reactivo



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	30		5 YR 4/6	Arenoso	2	10	88
II	30	200		5 YR 4/4	Arenoso	1	14	85

Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	0,689	8,55	1,00	4,99	7,06	0,39	1,87	6,31
II	0,661	8,75	1,11	4,88	6,55	0,24	2,97	4,81

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N
----------------	-----------	----------	-----

Capacidad de	Conductividad hidráulica
--------------	--------------------------

I	262,00	0,27	5,95

almacenaje	saturada
mm/metro	mm/hora
30,56	137,88

PERFIL	<b>TIN 2</b>	Departamento/Provincia <b>Tinogasta-Palacio-Catamarca</b>	
Fecha relevamiento: 17/08/22		Latitud	-28,0912182
		Longitud	-
		Altitud	67,5734367 1245 m.s.n.m

**Método Descriptivo: Minipits (Barrenado)**

Relieve	Subnormal
Posición	Pie de loma baja
Pendiente	0-1%
Escurrimiento	Lento
Permeabilidad	Moderadamente rápida
Erosión	Eolico moderada
Drenaje	Clase 4 - Bien drenado
Peligro de anegamiento	Clase 5 - Sin riesgo
Cobertura vegetal	40%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregocidad	Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I
Uso de la Tierra	Viñedo - Espaldero
Reacción al calcáreo	ST Fuertemente Reactivo



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	70		5 YR 3/4	Franco Arenoso	9	25	66
II	70	100		5 YR 3/4	Franco Arenoso	6	28	66
Horizonte/Capa	C <sub>Ee</sub> (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)

			)			g)		
I	1,259	8,33	3,40	9,74	7,43	1,75	5,48	15,60
II	1,008	8,35	3,00	6,80	5,59	1,33	8,92	11,79
Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje		Conductividad hidráulica saturada		
I	566,00	0,99	10,13	mm/metro		mm/hora		
				107,00		53,73		

<b>PERFIL</b>	<b>TIN 3</b>	<b>Departamento/Provincia</b> <b>Tinogasta-Catamarca</b>
<b>Fecha relevamiento: 17/09/22</b>	<b>Latitud</b>	-28,077313
	<b>Longitud</b>	-
	<b>Altitud</b>	67,542922 1220 m.s.n.m

**Método Descriptivo: Minipits (Barrenado)**

<b>Relieve</b>	<i>Subnormal</i>
<b>Posición</b>	<i>Pie de Loma</i>
<b>Pendiente</b>	<i>0-1%</i>
<b>Escurrimiento</b>	<i>Medio</i>
<b>Permeabilidad</b>	<i>Moderadamente rápida</i>
<b>Erosión</b>	<i>Sin Erosión</i>
<b>Drenaje</b>	<i>Clase 5 - Algo excesivamente drenado</i>
<b>Peligro de anegamiento</b>	<i>Clase 5 - Sin riesgo</i>
<b>Cobertura vegetal</b>	<i>50%</i>
<b>Sales</b>	<i>No salino sin alcalinidad sodica</i>
<b>Pedregocidad</b>	<i>Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I</i>
<b>Uso de la Tierra</b>	<i>Viñedo - Parral</i>
<b>Reacción al calcáreo</b>	<i>ST Fuertemente Reactivo</i>



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	40		10 YR 3/4	Franco Arenoso	4	30	66
II	70	170		5 YR 3/6	Areno Franco	3	24	73
Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)

			)			g)		
I	0,851	8,48	4,97	6,93	4,40	2,51	5,98	9,88
II	0,753	8,50	2,05	7,33	7,24	1,99	7,24	
Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N		Capacidad de almacenaje mm/metro	Conductividad hidráulica saturada mm/hora		
I	739,85	0,82	6,46		90,35	87,02		

PERFIL	<b>TIN 4</b>	Departamento/Provincia Tinogasta-Santa Rosa-Catamarca
--------	--------------	--

Fecha relevamiento: 17/08/22

Latitud -28,06454700  
 Longitud - 67,5833630  
 Altitud 1225 m.s.n.m

Método Descriptivo: Minipits (Barrenado)

Relieve	Subnormal
Posición	Media Loma
Pendiente	0-1%
Escurrimiento	Media
Permeabilidad	Moderadamente
Erosión	1H Hídrica ligera
Drenaje	Clase 4 - Bien drenado
Peligro de anegamiento	Clase 5 - Area no inundable
Cobertura vegetal	20%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregosidad	Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I
Uso de la Tierra	Viñedo - Espaldero
Reacción al calcáreo	SL - Ligeramente reactivo



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	40			Franco Arenoso	6	28	66
II	40	65			Franco	10	46	44
III	65	150			Franco Limoso	14	56	30

Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	1,157	8,29	2,70	8,72	7,45	1,93	5,96	13,21
II	1,103	8,31	2,70	7,72	6,62	2,79	6,32	18,06
III	1,064	8,40	3,00	7,41	6,05	2,96	9,02	23,54

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N
I	589,00	0,90	9,27

Capacidad de almacenaje mm/metro	Conductividad hidráulica saturada mm/hora
137,16	38,13

PERFIL	<b>TIN 5</b>	Departamento/Provincia Tinogasta-Santa Rosa- Catamarca
--------	--------------	--

Fecha relevamiento: 17/08/22

Latitud -28,0446095  
 Longitud -67,5791553  
 Altitud 1257 m.s.n.m

Método Descriptivo: Calicata

Relieve	Subnormal
Posición	Pie de Loma
Pendiente	0-1%
Escurrimiento	Lento
Permeabilidad	Moderadamente rápida
Erosión	Eolica Ligera
Drenaje	Clase 4 - Bien drenado
Peligro de anegamiento	Clase 5 - Sin riesgo
Cobertura vegetal	20%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregosidad	Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I
Uso de la Tierra	Viñedo - Parral
Reacción al calcáreo	ST Fuertemente Reactivo



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	26		5 YR 3/4	Areno Franco	6	18	76
II	26	40		5 YR 3/4	Arenoso	4	8	88
III	40	60		5 YR 4/4	Areno Franco	4	20	76
IV	60	110		5 YR 3/4	Areno Franco	4	22	74

Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	0,895	8,59	1,70	6,33	6,78	1,91	6,61	12,42
II	0,668	8,75	1,50	4,97	5,80	1,06	5,41	6,72
III	0,907	8,48	1,70	7,72	8,28	1,46	6,31	10,18
IV	1,018	8,49	1,60	9,35	10,32	1,51	5,20	10,75

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N
I	370,00	0,50	8,27

Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada
mm/metro	mm/hora

93,57	94,55
-------	-------

PERFIL	<b>TIN 6</b>	Departamento/Provincia Tinogasta-San Jose-Catamarca
--------	--------------	--

Fecha relevamiento: 17/08/22

Latitud -28,0114804  
 Longitud -  
 67,5821527  
 Altitud 1269 m.s.n.m

**Método Descriptivo: Minipits (Barrenado)**

Relieve	Subnormal
Posición	Media Loma Baja
Pendiente	0-1%
Escurrimiento	Medio
Permeabilidad	Moderadamente
Erosión	X 0 - Sin erosión
Drenaje	Clase 4 - Bien drenado
Peligro de anegamiento	Clase 5 - Sin riesgo
Cobertura vegetal	20%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregosidad	Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I
Uso de la Tierra	Viñedo - Parral
Reacción al calcáreo	SL- Levemente Reactivo



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	40		5 YR 4/4	Franco Arenoso	10	30	60
II	40	60		5 YR 4/4	Franco Arenoso	6	30	64
III	60	80		5 YR 4/6	Franco	12	40	48
IV	80	120		5 YR 4/4	Franco Arenoso	9	38	53

Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	1,116	8,31	3,60	8,37	6,24	2,32	7,25	11,25
II	1,144	8,20	2,90	8,48	7,09	1,39	4,18	10,75

III	1,027	8,34	3,00	7,63	6,23	1,73	7,06	16,91
Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje		Conductividad hidráulica saturada		
I	171,00	0,80	26,83	mm/metro		mm/hora		
				113,52		40,23		

PERFIL	<b>TIN 7</b>	Distrito/Departamento/Provincia <b>Tinogasta-Cachiyuyo-Catamarca</b>	
Fecha relevamiento: 17/08/22		Latitud	-31,65544
		Longitud	-68,2589
		Altitud	601 m.s.n.m



**Método Descriptivo: Barrenado (minipits)**

Relieve	<i>Subnormal</i>
Posición	<i>Pie de Loma</i>
Pendiente	<i>0 -1%</i>
Escurrimiento	<i>Lento</i>
Permeabilidad	<i>Moderadamente Rapida</i>
Erosión	<i>2E Eólica moderada</i>
Drenaje	<i>Algo excesivamente drenado</i>
Peligro de anegamiento	<i>Clase 5 - Sin Riesgo</i>
Cobertura vegetal	<i>15%</i>
Sales	<i>No salino sin alcalinidad sodica</i>
Pedregocidad	<i>Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I</i>
Uso de la Tierra	<i>Viñedo - Parral</i>
Reacción al calcáreo	<i>SL- Levemente Reactivo</i>



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	110			Franco Arenoso	4	28	68
II	110	200			Franco Arenoso	5	30	65

Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo o Total (g% g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/ kg)	
I	0,71	8,74	1,40	5,40	6,45	1,18	5,86	9,77	
Horizonte/Capa	N (mg/kg )	MO (g%g)	C/N			Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada		
I	549,00	0,20	2,13			mm/metro	mm/hora		
						107,61	79,47		

PERFIL	<b>TIN 8</b>			Departamento/Provincia Tinogasta-San Jose-Catamarca				
Fecha relevamiento:	17	8	2022	Latitud	-27,9810841			
	<i>día</i>	<i>Mes</i>	<i>Año</i>	Longitud	-67,592423			
Método Descriptivo: Calicata				Altitud	1264 m.s.n.m			
Relieve	<i>Subnormal</i>							
Posición	<i>Pie de Loma</i>							
Pendiente	<i>0-1%</i>							
Escurrimiento	<i>Medio</i>							
Permeabilidad	<i>Moderada</i>							
Erosión	<i>Eolica Ligera</i>							
Drenaje	<i>Clase 4 - Bien drenado</i>							
Peligro de anegamiento	<i>Clase 5 - Sin riesgo</i>							
Cobertura vegetal	<i>50%</i>							
Salas	<i>No salino sin alcalinidad sodica</i>							
Pedregosidad	<i>Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I</i>							
Uso de la Tierra	<i>Viñedo - Parral</i>							
Reacción al calcáreo	<i>ST Fuertemente Reactivo</i>							
								
Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	47		5 YR 4/4	Franco Arenoso	6	30	64
II	47	107		5 YR 4/4	Franco	10	42	48
Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	2,230	8,59	4,30	22,39	15,34	2,53	6,12	12,62
II	3,220	8,25	13,6	34,70	13,30	2,71	6,26	18,62
Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje		Conductividad hidráulica saturada		
I	224,00	0,50	13,93	mm/metro		mm/hora		
				147,37		44,32		

PERFIL	<b>TIN 9</b>	Departamento/Provincia Tinogasta-San Jose-Catamarca	
Fecha relevamiento: 16/09/22		Latitud	-27,9957069
		Longitud	-
		Altitud	67,6035453 1280 m.s.n.m

**Método Descriptivo: Barrenado (minipits)**

Relieve	Subnormal
Posición	Media Loma Baja
Pendiente	0-1%
Escurrimiento	Lento
Permeabilidad	Moderadamente Rapida
Erosión	X0- Sin erosion
Drenaje	Clase 4 - Bien drenado
Peligro anegamiento de	Clase 5 - Sin riesgo
Cobertura vegetal	20%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregocidad	Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I
Uso de la Tierra	Viñedo - Espaldero
Reacción al calcáreo	ST Fuertemente Reactivo



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	45		5 YR 3/4	Franco Arenoso	8	34	58
II	45	75		5 YR 3/4	Franco	14	44	42
III	75	100		5 YR 4/4	Franco Arenoso	10	26	64

Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	1,402	8,26	4,10	12,50	8,77	3,26	7,95	15,93
II	0,934	8,18	2,30	9,07	8,47	4,18	9,07	
III	1,155	8,89	3,20	11,04	8,72	1,33	5,51	

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N
I	912,14	1,32	8,38

Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada
mm/metro	mm/hora
114,90	32,86

PERFIL	TIN 10	Departamento/Provincia Tinogasta-Sta. Rosa- Catamarca	
		Latitud	-28,031735
Fecha relevamiento: 17/08/22		Longitud	-
		Altitud	67,591679 1242 m.s.n.m

**Método Descriptivo: Barrenado (minipits)**

Relieve	Subnormal
Posición	Media Loma
Pendiente	0-1%
Escurrimiento	Lento
Permeabilidad	Moderadamente Rapida
Erosión	Eolica Ligera
Drenaje	Clase 5 - Algo excesivamente drenado
Peligro anegamiento de	Clase 5 - Sin riesgo
Cobertura vegetal	25%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregosidad	Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I
Uso de la Tierra	Viñedo - Parral
Reacción al calcáreo	ST Fuertemente Reactivo



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	40			Franco Arenoso	16	28	56
II	40	60			Areno Franco	4	18	78
III	60	90			Areno Franco	2	14	84
IV	90	200			Franco Arenoso	9	34	57

Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	1,186	8,38	4,08	8,43	5,91	1,57	7,21	34,05
II	0,596	8,84	1,23	4,05	5,17	1,12	5,42	10,14
III	0,479	9,02	1,14	3,28	4,34	1,19	4,48	6,61

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N
----------------	-----------	----------	-----

Capacidad de	Conductividad hidráulica saturada
--------------	-----------------------------------

I	368,00	2,24	3,18

almacenaje	
mm/metro	mm/hora
93,76	72,03

<b>PERFIL</b>	<b>TIN 11</b>	<b>Departamento/Provincia</b> <b>Tinogasta-Pie Monte-</b> <b>Catamarca</b>	
<b>Fecha relevamiento: 17/08/22</b>		<b>Latitud</b>	-28,0285555
		<b>Longitud</b>	-
		<b>Altitud</b>	67,6227915 1304 m.s.n.m

**Método Descriptivo: Calicata**

<b>Relieve</b>	<i>Normal</i>
<b>Posición</b>	<i>Media Loma</i>
<b>Pendiente</b>	<i>3-10%</i>
<b>Escurrimiento</b>	<i>Medio</i>
<b>Permeabilidad</b>	<i>Muy Permeable</i>
<b>Erosión</b>	<i>Eólico moderada</i>
<b>Drenaje</b>	Algo excesivamente dranado
<b>Peligro de anegamiento</b>	<i>Clase 5 - Area no Inundable</i>
<b>Cobertura vegetal</b>	<i>30%</i>
<b>Sales</b>	<i>No salino sin alcalinidad sodica</i>
<b>Pedregocidad</b>	<i>Grado 1 - Escasa pedregosidad en la Capa I</i>
<b>Uso de la Tierra</b>	<i>Viñedo - Espaldero</i>
<b>Reacción al calcáreo</b>	<i>SL-Levemente Reactivo</i>





Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	35		10 YR 3/4	Areno Franco	0	18	82
II	35	80		7,5 YR 3/4	Arenoso	0	6	94
III	80	200		7,5 YR 3/4	Arenoso	4	3	93
Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%)	Yeso Total (me%)	CIC (cmolc/kg)

			)			g)		
I	1,193	8,22	3,80	7,89	5,76	0,597	3,68	9,42
II	2,220	8,07	14,40	15,43	5,75	0,197	0,00	7,11
Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje mm/metro		Conductividad hidráulica saturada mm/hora		
I	1048,0 0	0,30	1,46	43,48		147,90		

<b>PERFIL</b>	<b>TIN 12</b>			<b>Distrito/Departamento/Provincia Tinogasta-El Puesto-Catamarca</b>		
<b>Fecha relevamiento:</b>	16	8	2022	<b>Latitud</b>	-27,9624672	
	<i>día</i>	<i>Mes</i>	<i>Año</i>	<b>Longitud</b>	-67,6296072	
<b>Método Descriptivo: Barrenado (minipits)</b>				<b>Altitud</b>	1343 m.s.n.m	
<b>Relieve</b>	<i>Subnormal</i>					
<b>Posición</b>	<i>Media Loma</i>					
<b>Pendiente</b>	0 - 1%					
<b>Escurrimiento</b>	<i>Medio</i>					
<b>Permeabilidad</b>	<i>Moderadamente Lento</i>					
<b>Erosión</b>	<i>X0- Sin erosión</i>					
<b>Drenaje</b>	<i>Clase 3- Moderadamente bien drenado.</i>					
<b>Peligro de anegamiento</b>	<i>Clase 4 - Áreas muy poco inundables.</i>					
<b>Cobertura vegetal</b>	40%					
<b>Sales</b>	<i>S1- Suelos levemente salino</i>					
<b>Pedregosidad</b>	<i>Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I</i>					
<b>Uso de la Tierra</b>	<i>Viñedo - Parral</i>					
<b>Reacción al calcáreo</b>	<i>ST Fuertemente Reactivo</i>					

Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	30			Franco Arenoso	10	28	62
II	30	130			Franco	14	40	46

Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	1,128	8,17	4,74	7,89	5,13	1,99	5,25	19,73
II	1,205	8,12	4,60	7,52	4,96	1,35	5,24	21,87

Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N	Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada
				mm/metro	mm/hora
I	211,00	2,37	65,24		
II	859,00	0,65	4,37	124,94	23,75

<b>PERFIL</b>	<b>TIN 13</b>	<b>Departamento/Provincia</b> <b>Tinogasta-Anillaco-</b> <b>Catamarca</b>
---------------	---------------	---

Fecha relevamiento: 17/08/22

Latitud -27,9064758  
 Longitud -67,6213587  
 Altitud 1393 m.s.n.m

Método Descriptivo: Barrenado (minipits)

Relieve	Normal
Posición	Pie de Loma
Pendiente	3-10%
Escurrimiento	Lento
Permeabilidad	Moderada
Erosión	X 0 - Sin erosión
Drenaje	Clase 4 - Bien drenado
Peligro de anegamiento	Clase 4 - Áreas muy poco inundables.
Cobertura vegetal	20%
Sales	No salino sin alcalinidad sodica
Pedregocidad	Grado 0 - Escasa o nula pedregosidad en la Capa I
Uso de la Tierra	Viñedo - Espaldero
Reacción al calcáreo	ST Fuertemente Reactivo



Horizonte/Capa	Profundidad		Color		Clasificación textural	Escala Americana		
	Sup	inf	Seco	Húmedo		Arcilla%	Limo %	Arena %
I	0	20		5 YR 4/4	Franco Arenoso	6	24	70
II	20	60		5 YR 4/4	Franco	16	48	36
III	60	90		5 YR 4/4	Franco Arenoso	6	28	66
IV	90	110		5 YR 4/3	Areno Franco	4	20	76
Horizonte/Capa	CEe (mS/cm)	pH	Ca +Mg (me/L)	Na (me/L)	RAS	Calcáreo Total (g%g)	Yeso Total (me%g)	CIC (cmolc/kg)
I	1,570	8,50	5,60	11,50	6,86	1,66	5,78	12,53
II	2,130	8,54	7,10	17,17	9,13	3,82	5,80	32,96
III	1,830	8,51	4,80	14,48	9,31	1,74	6,01	14,12

IV	1,594	8,55	3,40	12,61	9,64	1,43	5,02	10,64
Horizonte/Capa	N (mg/kg)	MO (g%g)	C/N		Capacidad de almacenaje	Conductividad hidráulica saturada		
I	489,00	0,90	10,53		mm/metro	mm/hora		
II	486,00	0,60	7,08		113,89	44,48		

# CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE VITIVINÍCOLA

PROVINCIA DE CATAMARCA

---

**Informe Final**  
FEBRERO 2024



## **AUTORES**

SONIA FIORETTI

## **COLABORADORES**

CELINA DI CENZI  
JOAQUÍN NAVARRO  
CECILIA EYNARD  
MIGUEL MARTIARENA

**AUTORIDADES**

**SECRETARIO GENERAL DEL CFI: LIC. IGNACIO LAMOTHE**

**PRESIDENTE COVIAR: MARIO GONZÁLEZ**

## RESUMEN

Este informe trata la caracterización del paisaje de las zonas vitivinícolas de la provincia de Catamarca. La información presentada es el resultado de la metodología empleada y validada, adaptada de Landscape Character Assessment (LCA) y elaborada por la Countryside Commission y el Scottish Natural Heritage.

El estudio consistió en la recopilación e interpretación de datos por imágenes, exploración del universo de la vitivinicultura y registro por referentes y otros actores.

Las imágenes capturadas se obtuvieron de profesionales de la fotografía y por empresas privadas que colaboraron desde sus propios bancos de imágenes. Las mismas fueron convenientemente seleccionadas, detallándose en cada epígrafe aquellos componentes del paisaje que hacen a la singularidad del sitio.

La exploración del universo de la vitivinicultura fue realizada a partir de información de carácter descriptiva, clasificada bajo criterios estructurales del paisaje y socio-culturales que representan diversas miradas, plasmadas y compartidas en las redes que resultara de interés para el objetivo del estudio.

Finalmente, la recopilación se sintetiza bajo el nombre de componente emotivo/perceptual, y es el fruto de entrevistas no estructuradas, registro situado y análisis de redes semánticas. En ese marco fueron analizadas las representaciones que se activan al referirse a un tema, en este caso el paisaje de la región en que se sitúan estos actores y cuál es el esquema conceptual de la persona en particular referido a este tema. Mediante las citadas entrevistas y registros situados se analizan componentes intangibles y percepciones de cada sitio.

A continuación, se detalla la información compilada y sistematizada, su análisis, interpretación y valoración que permite estimar el carácter paisajístico de cada unidad de paisaje. Con la metodología empleada y que se encuentra detallada en la “Guía Metodológica para el estudio de Paisaje” incluida en el informe “Documento Introductorio”, para caracterizar el paisaje de las regiones vitivinícolas se identifican las particularidades de cada sitio, lo que hace a su esencia, como elemento referencial del presente informe.

El paisaje rural productivo está compuesto por pequeños poblados, geoformas escénicas y paleta de colores. Se destaca la montaña imponente en un plano

cercano, así como las sierras con formaciones modeladas por el viento, de colores rojizos y blancuzcos que son atractivos turísticos. La confluencia de muchas ecorregiones brinda la riqueza y diversidad de paisajes. Se aprecia la ruta del adobe con caseríos y capillas, patrimonio cultural y turístico. Gran proporción de pequeños productores con riego tradicional por surco, producción orgánica, primicia para uva de mesa y vinos de altura. Paisaje del viñedo con parrales y paseras en convivencia con olivares. Cálidos veranos, ruido intenso de piedras que el agua golpea contrasta con el silencio de las siestas tranquilas. Resalta la autenticidad, las historias de familia, las raíces de los pueblos, los yacimientos arqueológicos.

## ÍNDICE GENERAL

1.	PROVINCIA DE CATAMARCA.....	15
2.	FIAMBALÁ.....	17
2.1	Descriptores estructurales “el lugar es” .....	17
2.1.1	Infraestructura marrón	17
2.1.2	Infraestructura azul	19
2.1.3	Infraestructura gris	20
2.1.4	Infraestructura verde	24
2.2	Descriptores históricos culturales “el lugar habla” .....	29
2.3	Relaciones funcionales de sus componentes.....	30
2.4	Relaciones formales y estéticas.....	32
3.	TINOGASTA.....	38
3.1	Descriptores estructurales “el lugar es” .....	38
3.1.1	Infraestructura marrón	39
3.1.2	Infraestructura azul	42
3.1.3	Infraestructura gris	43
3.1.4	Infraestructura verde	44
3.2	Descriptores históricos culturales “el lugar habla” .....	47
3.3	Relaciones funcionales de sus componentes.....	50
3.4	Relaciones formales y estéticas.....	52
4.	HUALFÍN .....	61
4.1	Descriptores estructurales “el lugar es” .....	61
4.1.1	Infraestructura marrón	62
4.1.2	Infraestructura azul	62
4.1.3	Infraestructura gris	63
4.2	Descriptores históricos culturales “el lugar habla” .....	66
4.3	Relaciones funcionales de sus componentes.....	68
4.4	Relaciones formales y estéticas.....	69
5.	SÍNTESIS DESCRIPTIVA DEL CARÁCTER DIFERENCIAL DE FIAMBALÁ Y TINOGASTA EN CATAMARCA.....	73
6.	REFERENCIAS .....	81
7.	FICHAS .....	86

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Fiambalá. Saujil. Entre la localidad de Medanitos y Fiambalá (a 15 km de ésta). Marco paisajístico de sierras y médanos. Actividades deportivas en relación al contexto de médanos. Se percibe un misticismo en la compleja austeridad del paisaje. Fotografía: Martín Zotelo. ....	19
Imagen 2. Fiambalá. El río principal de la zona es el Abaucán. Nace al norte de la localidad de Fiambalá con la confluencia de los ríos Chaschuil o Guanchin, proveniente desde la Cordillera de Los Andes, el cual descarga sus aguas sobre el valle Abaucán por su margen derecha permitiendo el regadío de los cultivos. El agua actúa como eje en la organización del territorio. Fotografía: Martín Zotelo. ....	20
Imagen 3. Saujil. Rutas escénicas recorren los valles, ruta nacional 60 y ruta provincial 34, atraviesan las dunas recostadas sobre las sierras de Fiambalá, conectándolas con valles y bolsones. Curvas y contracurvas que parecen perderse a la distancia, en la áspera aridez del paisaje. Fotografía: Martín Zotelo. ....	21
Imagen 4. Saujil. Construcciones de adobe como material aislante, fresco en verano y cálido en invierno. La “ruta del adobe” conecta los pequeños pueblos de los oasis del valle con su capillas e iglesias construidas en barro y paja entre los siglos XVII y XVIII. Patrimonio tangible, arraigado en el imaginario colectivo, testigo yacente de la arquitectura del sitio. Fotografía Martín Zotelo. ....	22
Imagen 5. Postal de construcciones en el paisaje del viñedo. Diferentes establecimientos comparten en su página las fotos de quienes lo visitan y suben sus capturas de fotos del lugar. En este caso en el sitio Finca Don Diego oficial, Anna SzK, hace 4 años. ....	23
Imagen 6. En la página de Altos Las Flores, Abaucan, se refleja el espíritu del lugar, atención de los mismos dueños y respeto por el lugar. Calidez en recibir y compartir experiencias. Construcciones sencillas en un entorno hostil. ....	23
Imagen 7. Establecimiento Tizac. Sitio compartido en las redes, donde se refleja el respeto por el lugar con prácticas orgánicas y biodinámicas en el manejo del viñedo y en la elaboración de los vinos. Fotografía: Noemí Orlando. ....	24
Imagen 8. Fiambalá. El Departamento de Tinogasta presenta la mayor proporción de superficie cultivada de viñedos de la provincia, 63,86%, con gran proporción de parrales y en menor escala espalderos. Fotografía: Martín Zotelo. ....	25
Imagen 9. Saujil. Vegetación propia de la región fitogeográfica del Monte. Ejemplares áfilos y arbustos leñosos se distribuyen con un ritmo y densidad acorde a las limitantes del sitio y sus requerimientos. Lo nativo, ralo, en contraste con la compacidad del viñedo. Serranías de médanos marcan bordes que enriquecen la postal del lugar. Fotografía: Martín Zotelo. ....	26
Imagen 10. Saujil. Vegetación arbustiva propia de la región fitogeográfica del Monte, se expresa con las limitantes del sitio, magnitud intermedia con follaje glauco, contraste con	

el verde del viñedo que recibe riego suplementario. Forma globosa, armoniza con los forestales en alineación al fondo de la escena. Fotografía: Martín Zotelo. ....	27
Imagen 11. Fiambalá. Callejones interconectan los pequeños paños de cultivo, vegetación nativa acompaña en los recorridos. Muchos estudios se desarrollan en el Bolsón de Fiambalá sobre Prosopis flexuosa, especie nativa con potencial para incorporar en la paleta vegetal del arbolado. Fotografía: Martín Zotelo. ....	28
Imagen 12. Los Medanitos. Se destacan en las alineaciones de callejones internos ejemplares columnares de álamos y estructuras globosas o aparasoladas de algarrobos. Se observan lugares residuales con olivos e higueras. Los árboles tejen en el paisaje túneles de vegetación, sumando sombra y frescura a quien los recorre. Fotografía: Martín Zotelo. ....	28
Imagen 13. Fiambalá. El riego principalmente se realiza por gravedad, en pequeñas piletas y la distribución es llevada a cabo por turnos preestablecidos. Fotografía: Martín Zotelo. ....	31
Imagen 14. Saujil. El sistema de conducción en parral es el representativo de la provincia de Catamarca, duplicando en superficie al espaldero. Fotografía: Martín Zotelo. ....	32
Imagen 15. Saujil. Pequeños poblados, casas dispersas, convivencia de lo nativo y lo cultivado. La población se concentra donde es posible la irrigación y el agua potable. Pequeños oasis agrícolas se distribuyen a lo largo del valle, configurando parches verdes en un entorno árido y agreste. Fotografía: Martín Zotelo. ....	33
Imagen 16. Red geométrica del viñedo, uniforme, regular, con bordes lineales que se desdibujan al encuentro con parches nativos dentro del cultivo. Denotan la convivencia que ocurre entre las polaridades del sitio. Fotografía: Martín Zotelo. ....	34
Imagen 17. Saujil. Postal de Catamarca. Capas o estratos identifican el paisaje del viñedo, las herbáceas de menor altura brindan movimiento y una textura fina. El viñedo y el bosquecillo nativo de textura media, enmarcados por el alambrado y la serranía de fondo. Fotografía: Martín Zotelo. ....	35
Imagen 18. Medanitos. Muchas curvas son protagónicas en el paisaje de Fiambalá, algunas se destacan sobre sierras y médanos, marcan huellas a modo de senderos en las laderas, conducen hacia alguna cruz o permiten el desarrollo de alguna actividad deportiva. Líneas rectas aparecen en los espalderos, en callejones, cercos perimetrales y en alineaciones forestales. Fotografía: Martín Zotelo. ....	35
Imagen 19. Fiambalá. Paleta de color con fuerte contraste del verde del viñedo con el suelo casi desnudo de color grisáceo. La disparidad visual generada por el oasis parece casi ficticia, irreal, como se pensaría de la idea de producir vinos en estas condiciones. Fotografía: Martín Zotelo. ....	36
Imagen 20 y 21. Los Medanitos. Colores y reflejos en el paisaje. Paleta de verdes y tintes otoñales. Grises de médanos enmarcan el paisaje del viñedo. Escenografía de fuerte contraste de color y armonía de formas ondulantes. El lugar, a través de sus formas y colores, transmite respeto, conservación, calma. Fotografía: Martín Zotelo. ....	37

Imagen 22. Fiambalá. Vides de un verde que brilla bajo el sol que baña el valle. Un árbol se erige en los cielos jaspeados de nubes, como elemento focal en el paisaje del viñedo, como parte de un recorrido secuencial por los callejones internos. Fotografía: Martín Zotelo. ....	37
Imagen 23. Fiambalá. La montaña, visual significativa cercana, aparece a lo largo del recorrido vivencial del viñedo. Envuelve y acompaña, al tiempo que confiere carácter al paisaje. Fotografía: Martín Zotelo. ....	38
Imagen 24. San José. Fuerte presencia de cordones de sierras y montañas. Se destacan en un plano muy cercano las sierras de Fiambalá y las de Zapata al este de la ciudad de Tinogasta, y el extenso faldeo de la Cuesta Zapata entre esta sierra y el casco histórico de la ciudad. Fotografía: Martín Zotelo. ....	41
Imagen 25. La Puntilla. Geoformas escénicas, sierras y montañas con diversidad de colores y fuerte presencia en el paisaje del viñedo. Valle inmerso entre cordones que lo contienen. Fotografía Martín Zotelo. ....	41
Imagen 26. La Puntilla. Río Abaucán columna vertebral de Tinogasta. Ana Palese (1956), geógrafa e investigadora, describe “todas las poblaciones establecidas a la vera de los ríos o arroyos han desviado el curso natural del mismo, encauzando en canales, que conducen el agua directamente al lugar de consumo, ya sea a las viviendas o a los campos de laboreo agrícola. Son muchos los pueblitos que se alinean a lo largo del cauce del río”. Fotografía: Martín Zotelo. ....	43
Imagen 27. Imagen de Google Earth compartida en la página de la Finca. Casona del s.XIX (1850), construcciones de adobe. Ruta 60 como eje de la “ruta del adobe”, lugar de hospedaje y gastronomía.....	44
Imagen 28. San José. El verde de paños de vid, parrales puros en su mayoría. En menor proporción diversificados con aromáticas, otros con frutales, olivos, hortícolas y granos. Vegetación espontánea en los bordes se valora como corredores biológicos y por sus contribuciones al ambiente. Fotografía: Martín Zotelo.....	45
Imagen 29. San José. La vegetación nativa xerófila se suma a la infraestructura verde y contribuye a la fijación de arenales que quedan inmovilizados por cobertura y anclaje de bosques nativos. La vegetación se expresa en tamaño y densidad en relación al aporte hídrico entre otros factores, destacándose los Algarrobos y jarillas. Fotografía: Martín Zotelo. ....	46
Imagen 30. San José. En callejones internos de fincas se observa vegetación exótica como Eucalyptus y Populus, de mayor exigencia hídrica. El estrato arbóreo resistente a sequía como Prosopis, especie nativa y preponderante en la región, podría integrar junto con Acacia visco y Schinus molle la paleta vegetal para su uso en alineaciones. Se destaca su facilidad en multiplicarlas a partir de semillas en planes de viverización. Fotografía: Martín Zotelo. ....	47
Imagen 31. La Puntilla. Voces que describen Tinogasta: “mañanas calmas y atardeceres de fuertes ráfagas con una puesta de sol donde se apacigua”, “atmósfera limpia en la mañana”, “ventisquero de arena”, “técnica ancestral de la construcción con adobe”, “lugares amables, íntimos”. Fotografía: Martín Zotelo.....	50

Imagen 32. San José. La biodiversidad en el viñedo orgánico contribuye a un manejo integral del sistema. La vegetación espontánea se suma como otro eslabón del agroecosistema, de su presencia se desprenden numerosos beneficios. Fotografía: Martín Zotelo. ....	51
Imagen 33. Centro. En el departamento de Tinogasta la principal cadena productiva de la zona refiere a la vitivinicultura. La mayor superficie implantada de la provincia es con el sistema de conducción en parral. Manejo tradicional de laboreo, suelo desnudo sin cobertura. Fotografía: Martín Zotelo.....	52
Imagen 34. Centro. Catamarca presenta los viñedos más pequeños del país, con un promedio de superficie de 2,1ha (INV,2021). En su mayoría pequeños productores y algunos pocos con grandes superficies. Fotografía: Martín Zotelo.....	53
Imagen 35. La Puntilla. Las formas netas, rectangulares y uniformes de los paños de cultivos contrastan con el campo nativo. Copas globosas de forestales de callejones y de olivos. Las formas se ablandan hacia el campo nativo que abraza las pequeñas parcelas de viñedos. Fotografía: Martín Zotelo. ....	54
Imagen 36. Centro. Líneas finas y rectas en espalderos, líneas gruesas en bordes de los paños de cultivo como barreras protectoras. Bandas longitudinales en “paseras” que a diferencia de otros lugares del mundo se realiza un secado en lonas sobre estructuras y no sobre el suelo. Campo nativo moteado, uniforme, sin líneas definidas. Fotografía: Martín Zotelo. ....	55
Imagen 37. San José. Linealidad y rigidez de los postes del parral, marcan un ritmo en el paisaje del viñedo, toman protagonismo con el fondo azul y esfumado de la montaña como telón de fondo. Fotografía: Martín Zotelo.....	56
Imagen 38. Centro. En la producción de uvas para pasas, que caracteriza a Tinogasta, las estructuras para desarrollar el proceso de secado al sol “paseras” generan líneas horizontales y verticales que brindan un elemento identitario del lugar. Es un sello en el paisaje que se distingue como técnica tradicional que ha permanecido inalterable durante mucho tiempo. Fotografía: Martín Zotelo. ....	57
Imagen 39. San José. Colores de Tinogasta. Follaje del viñedo que anuncia la llegada del otoño con tonos amarillos y ocre. Forestales de follaje persistente permanecen de verde, destacándose como figuras en un fondo de montaña cercana de color violáceo. Fotografía: Martín Zotelo. ....	58
Imagen 40. La Puntilla. Callejones y recorridos, superficie verde de parrales enmarcados por la montaña. Sitio que puede percibirse a una altura considerable. Profundidad en el campo visual. Fotografía: Martín Zotelo. ....	59
Imagen 41. Centro. Vistas que aparecen en los recorridos dentro del viñedo. Invita a recorrerlo y vivenciarlo. Contrastes entre la vegetación productiva y aquella de las cortinas forestales, sumados a una huella entre lo espontáneo, incitan a conocer que hay más allá. Fotografía: Martín Zotelo. ....	59

Imagen 42. La Puntilla. En el interior del cultivo la montaña sorprende y se destaca en un plano muy cercano. Su silueta se hace evidente en el cielo de un turquesa opulento. Fotografía: Martín Zotelo. ....	60
Imagen 43. San José. Vista cercana a la montaña. Imponente. Sus líneas orgánicas y facetas tumultuosas sirven de contrapunto al ordenado viñedo que yace a sus pies. Fotografía: Martín Zotelo. ....	60
Imagen 44. Río Hualfín. En el contexto de un ambiente marcado por condiciones de aridez, el acceso y control del agua adquiere mucha relevancia, sin esta fuente no podrían desarrollarse actividades productivas. Fotografía: Germán Babelis. ....	63
Imagen 45. Viñedos de Hualfín. “tierra de vinos con magia precolombina”. ....	65
Fuente: Enolife.com.ar .....	65
Imagen 46. Callejones internos de finca forestados con vegetación arbórea de follaje persistente y caduco. Fotografía: Germán Babelis.....	66
Imagen 47 y 48. Sistemas de conducción en Hualfín: parral en suelo con cobertura verde de <i>Cynodon dactylon</i> (foto izq) y espaldero con suelo desnudo (foto der.). Fotografía: Germán Babelis .....	69
Imagen 49. Paisaje aluvial de Hualfín. Valle de inundación con diferentes texturas que destacan lo moteado de los cerros, que enmarcan los viñedos con su vegetación nativa arbustiva. Lo liso del suelo con su texturado fino y color claro destaca el estrato arbóreo nativo, el cual brinda una textura media además que estructura, complementa y equilibra el paisaje productivo. Fotografía: Germán Babelis. ....	70
Imagen 50. Postal de Hualfín. Líneas rectas horizontales de acequias de regadío. Líneas rectas verticales en parrales y álamos. Líneas irregulares marcan las figuras de fondo de cerros y montañas. Líneas que dan formas de copas y marcan la arquitectura de la planta. Fotografía: Germán Babelis. ....	71
Imagen 51. Contrastes de formas y colores. Follaje etéreo y mullido de la vegetación espontánea, interrumpido por los postes del sistema de conducción y las vides que crecen a su lado. Envuelven la escena árboles perennifolios, con sus copas globosas elevándose hacia el cielo turquesa. Fotografía: Germán Babelis.....	72
Imagen 52. Callejones internos de fincas direccionan las vistas. Se destaca como elemento focal los cerros circundantes, volúmenes que dan identidad a Hualfín. Fotografía: Germán Babelis .....	72

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Para el presente estudio se establecen dos regiones: Fiambalá y Tinogasta. Elaborado por el Equipo Consultor en Paisaje.....	16
---	----

Mapa 2. Detalle de picos “seismiles”, sierras, valles y localidades elaborado por Stefan Sauzuk (Prof. de Geografía) quien comparte y educa en sus redes (Geografía de Catamarca).....	40
Mapa 3. Ubicación de la localidad de Hualfín. Quiroga, 2011, pág.47. ....	61
Mapa 4. Localidad Hualfín. Cultivos en ambas márgenes del río. Bodega municipal homónima.....	62

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla: Distribución de viñedos en Catamarca.....	65
--	----

# PROVINCIA DE CATAMARCA

La provincia de Catamarca es I.G. Res. INV N° C 32/2002. Las localidades que también se identifican con I.G son: Belén, Pomán, Santa María y Tinogasta, Res. INV N°C 32/2002.

Las regiones de Catamarca, Fiambalá, Tinogasta y Hualfín (2828 has cultivadas con vid s/INV 2e desarrolla en la ecorregión del monte de Sierras y Bolsones, la cual se extiend021) se encuentran dentro de las provincias geológicas de Puna y Sierra Pampeanas Occidentales o Noroccidentales (Vallone, 2022).

Confluencia de muchas ecorregiones brindan la riqueza y diversidad de paisajes. La vitivinicultura se latitudinalmente en forma de faja, al Este de la cordillera de los Andes. Hacia el Oeste presenta extensas y pronunciadas laderas que dependiendo de la altitud la conectan con la Puna y las Yungas en el sector Norte y con los Altos Andes en el Sur, ocupando bolsones y laderas bajas, hacia el Noreste limita con el Chaco Seco y hacia el Sur con el Monte de llanuras y Mesetas. Se extiende a través las provincias de: Salta en el valle del río Santa María en su extremo Sur y su continuación por las zonas occidentales de Tucumán, el centro de Catamarca y La Rioja, las zonas centro-orientales de San Juan, y el extremo Norte de Mendoza. El territorio intermontano está dominado por cuencas sedimentarias o bolsones y amplios valles serranos caracterizado por ser una gran unidad bioclimática árida o semi-desértica (Morello, 2012).

La provincia de Catamarca, según el informe anual de superficie de INV 2021, registra 2828 ha de viñedos, es la provincia que presenta la mayor cantidad de viñedos pequeños del país, el 68% tienen superficie menor a 1 ha. En el otro extremo, hay 9 viñedos de más de 50 ha. El sistema de conducción principal es el parral, luego el espaldero y en menor proporción el majuelo.

“Catamarca es una región con una naturaleza impresionante y con un importante valor patrimonial entre yacimientos arqueológicos y monumentos antiguos, que nos llevan a las raíces de estos pueblos que elaboran un vino artesanal en un espacio

geográfico muy especial. Los viñedos están en los valles colindantes a los Andes, entre Tinogasta y Fiambalá, en pleno valle vitivinícola catamarqueño y a lo largo de 50 km, puede recorrerse la Ruta del Adobe, un circuito que es Patrimonio Cultural y Turístico de la provincia y que rescata reliquias arquitectónicas construidas en barro y paja entre los siglos XVII y XVIII” (Gila, 2016).

La ruta N° 60 llega al valle de Abaucán donde están Tinogasta y Fiambalá como centros vitivinícolas, próximo a la Cordillera de los Andes a una altura de 1200 a 1750 msnm. Con un marco de montañas imponentes que reciben el nombre de Seismiles, por los picos altos del cordón montañoso (Vinos y pasiones, 2020).



**Mapa 1. Para el presente estudio se establecen dos regiones: Fiambalá y Tinogasta. Elaborado por el Equipo Consultor en Paisaje.**

# FIAMBALÁ

Fiambalá es una localidad del Departamento Tinogasta en el oeste de la provincia argentina de Catamarca, y es la última ciudad que alberga la RN 60 antes de adentrarse camino a la República de Chile. Se destacan localidades que reciben el nombre de “oasis fiambaleses”.

Se identifica por asentamientos agrícolas en la línea del Río Abaucán y asentamientos de altura hacia el norte de Palo Blanco. Fiambalá es un centro termal que tiene una localización estratégica en relación al Paso Internacional de San Francisco. Las principales articulaciones se realizan linealmente por el corredor de la RNN°60 (PISEAR, 2016, pág.38).

## 2.1 Descriptores estructurales “el lugar es”

### 2.1.1 Infraestructura marrón

Topografía o forma del terreno: “La localidad de Fiambalá se encuentra situada a 1500 msnm sobre la base del valle del Abaucán enmarcado por la sierra de Fiambalá al este y la Sierra de Narvárez al oeste. Hacia el este del valle es posible observar la presencia de grandes abanicos aluviales formados por material sedimentario depositado proveniente del desgaste de la sierra de Fiambalá. A su vez, hacia el noreste de Fiambalá encontramos el gran campo de dunas entre las localidades de Saujil, Medanitos y Tatón donde se encuentra la duna más alta del mundo, la llamada "Duna Federico Kirbus", de 1234 metros de altura. Dejando el valle del Abaucán, hacia el oeste, encontramos de los paisajes montañosos más impresionantes de la provincia. Quebradas angostas, valles interminables y los volcanes más altos del mundo de la Cordillera de Los Andes que superan los 6000 msnm a los cuales se puede observar en un paseo a través de la RN60” (Geografía de Catamarca, n.d.).

“Fiambalá, está situada en el noroeste argentino, en las provincias de Catamarca y La Rioja. Cubre una superficie aproximada de 17.000 km<sup>2</sup> y en ella están representadas, de E a O, parte de las provincias geológicas Sierras Pampeanas Occidentales (sierra de Fiambalá), Sistema de Famatina (sierras de Narváez, La Palca y Las Planchadas), Precordillera (cordones al oeste del valle de Chaschuil, cerros del Matambre y Filo de los Asadores) y Cordillera Frontal con transición a Puna” (Rubiolo et al., 2003).

Altos campos de médanos de decenas de km aparecen en Fiambalá, en los bordes occidentales del salar de Pipanaco, en Mazan, en Campo del Arenal y en Cafayate. En faldeos expuestos a los vientos dominantes los médanos suben hasta 400 m por encima de los campos medanosos de la base del bolsón como en Tinogasta y Fiambalá (Morello, 2012, pág. 267).

Las serranías (Cumbres Calchaquíes, Sierras de Quilmes, Fiambalá, Narvaes y Aconquija) corresponden a antiguas semillanuras. Los faldeos del poniente y naciente son completamente asimétricos; uno es suave y corresponde a la superficie de planación y el otro es muy empinado y corresponde al frente tectónico o de corrimiento (Morello, 2012, pág. 281).



*Imagen 1. Fiambalá. Saujil. Entre la localidad de Medanitos y Fiambalá (a 15 km de ésta). Marco paisajístico de sierras y médanos. Actividades deportivas en relación al contexto de médanos. Se percibe un misticismo en la compleja austeridad del paisaje. Fotografía: Martín Zotelo.*

Suelo: Lumello, 1981, en su informe presentado a CFI, menciona la heterogeneidad de los suelos, éstos responderían a la categorización II y IV del Índice de Storie, en relación con la productividad de los sitios aptos para el cultivo. Detalla grado II arable (1200ha) y grado IV (1950ha) como tierras de escaso valor para el riego . Se los describe como valle de Tinogasta o bolson de Fiambalá, orientado de N a S cubierto por material pedregoso y médanos de arena.

### 2.1.2 Infraestructura azul

Cursos de agua: El río principal de la zona es el Abaucán. Nace al norte de la localidad de Fiambalá con la confluencia de los ríos Chaschuil o Guanchin , proveniente desde la Cordillera de Los Andes y el Saujil o Fiambalá, proveniente desde el norte. Este río tiene la característica de que en su recorrido se infiltra en los finos sedimentos que conforman su cauce, reapareciendo superficialmente en tramos. En esta zona, los núcleos de población se manifiestan a lo largo del cauce del río, donde es posible la irrigación y la formación de oasis que permiten la

existencia de actividades agrícolas, que forman parte de las economías de subsistencia y algunos emprendimientos de mayor envergadura. Además del río Abaucán y el río Chaschuil, existen numerosos cauces de menor importancia y de régimen temporario y arreico que fluyen por las quebradas de las montañas y se infiltran al llegar a los suelos arenosos. Uno de estos arroyos desciende por la sierra de Fiambalá formando unas termas muy visitadas: las Termas de Fiambalá (Geografía de Catamarca, n.d.).

Actualmente se están realizando obras de canalización del río Guanchín, en aprox. 700 m longitud del mismo.



*Imagen 2. Fiambalá. El río principal de la zona es el Abaucán. Nace al norte de la localidad de Fiambalá con la confluencia de los ríos Chaschuil o Guanchin, proveniente desde la Cordillera de Los Andes, el cual descarga sus aguas sobre el valle Abaucán por su margen derecha permitiendo el regadío de los cultivos. El agua actúa como eje en la organización del territorio. Fotografía: Martín Zotelo.*

### 2.1.3 Infraestructura gris

Infraestructura vial: la ruta nacional 60 y la ruta provincial 34 son las responsables de la comunicación de Fiambalá con el resto de la provincia. Se destaca en la trama urbana la calle “Diego Carrizo de Fritte”. La Ruta 34 tiene un recorrido aproximado de 167 kilómetros con orientación noreste desde su inicio en Fiambalá a una altitud de 1515 msnm hasta su finalización a 10 km de El Peñon y a 3089 msnm dentro de la provincia de Catamarca.



*Imagen 3. Saujil. Rutas escénicas recorren los valles, ruta nacional 60 y ruta provincial 34, atraviesan las dunas recostadas sobre las sierras de Fiambalá, conectándolas con valles y bolsones. Curvas y contracurvas que parecen perderse a la distancia, en la áspera aridez del paisaje. Fotografía: Martín Zotelo.*

Configuración edilicia: existe gran difusión en torno a “La ruta del adobe”. Se trata de un tramo de 50 km de la ruta 60, que une Tinogasta y Fiambalá. En su recorrido se pueden apreciar diversas construcciones típicas, elaboradas en este material ancestral e identitario para el sitio.

Los ladrillos de adobe fueron elegidos siempre y aún en la actualidad lo son, para la construcción de las casas. En estas tierras con gran amplitud térmica se comprende que se usen materiales aislantes. En el verano, las paredes de adobe amainan el calor reinante mientras que en el invierno, las temperaturas frías no penetran a las

viviendas debido a la baja capacidad conductora del adobe. Al caminar por las calles de Fiambalá y demás localidades del departamento, vamos a observar que la mayor parte de las casas están de hecho construidas con ladrillos de adobe (Geografía de Catamarca, n.d.).



*Imagen 4. Saujil. Construcciones de adobe como material aislante, fresco en verano y cálido en invierno. La “ruta del adobe” conecta los pequeños pueblos de los oasis del valle con su capillas e iglesias construidas en barro y paja entre los siglos XVII y XVIII. Patrimonio tangible, arraigado en el imaginario colectivo, testigo yacente de la arquitectura del sitio. Fotografía Martín Zotelo.*

Se destaca la arquitectura de bodegas en el paisaje del viñedo en armonía con el entorno, en relación a la materialidad y los colores empleados.



*Imagen 5. Postal de construcciones en el paisaje del viñedo. Diferentes establecimientos comparten en su página las fotos de quienes lo visitan y suben sus capturas de fotos del lugar. En este caso en el sitio Finca Don Diego oficial, Anna SzK, hace 4 años.*



*Imagen 6. En la página de Altos Las Flores, Abaucan, se refleja el espíritu del lugar, atención de los mismos dueños y respeto por el lugar. Calidez en recibir y compartir experiencias. Construcciones sencillas en un entorno hostil.*



*Imagen 7. Establecimiento Tizac. Sitio compartido en las redes, donde se refleja el respeto por el lugar con prácticas orgánicas y biodinámicas en el manejo del viñedo y en la elaboración de los vinos. Fotografía: Noemí Orlando.*

#### Edificaciones destacadas:

- Iglesia Nuestra Señora de Andacollo
- Iglesia de San Pedro: monumento histórico nacional, construido por el Capitán español Domingo Carrizo respetando la arquitectura colonial del siglo XVIII.
- Comandancia de Armas de Fiambalá, de fines del siglo XVIII

#### 2.1.4 Infraestructura verde

Superficie cultivada: el dato suministrado por el informe anual de superficie (INV, 2021) corresponde al Departamento de Tinogasta, el cual tiene una superficie cultivada con viñedos de 1806,1 ha. Los otros departamentos poseen menor superficie de viñedo, a saber: Santa María 770,5 ha; Belén 197,5 ha (Hualfín); Pomán 37,6 ha.



*Imagen 8. Fiambalá. El Departamento de Tinogasta presenta la mayor proporción de superficie cultivada de viñedos de la provincia, 63,86%, con gran proporción de parrales y en menor escala espalderos. Fotografía: Martín Zotelo.*

Vegetación nativa: en Fiambalá se manifiesta el bioma denominado Arbustal del monte (ecorregión del monte de sierras y bolsones). La vegetación se caracteriza por un arbustal bastante abierto compuesto por especies como la Jarilla (*Larrea cuneifolia*, *Larrea divaricata*), Jarilla macho (*Zuccagnia punctata*), Ala de loro (*Monttea aphylla*), Pichanilla (*Senna aphylla*), Retamo (*Bulnesia retama*), etc. acompañadas por diversas especies herbáceas. En zonas cercanas a cursos de agua es posible encontrar bosques de Algarrobo (*Prosopis flexuosa*, *Prosopis chilensis*) cuya madera ha sido y es utilizada para diversos fines, lo que puso en peligro su conservación. La tala indiscriminada es un problema y ha producido la desaparición de algunos bosques cercanos a la localidad de Fiambalá produciendo lo que se denomina desertificación. Hacia el oeste de Fiambalá, encontramos los biomas Estepa Arbustiva Puneña y Estepa Graminosa Altoandina (ecorregión de la puna) (Geografía de Catamarca, n.d.).

En el Bolsón de Fiambalá, son muy característicos los parches de bosques degradados de *Prosopis flexuosa* (algarrobo) que se extienden de manera discontinua a lo largo del río, abarcando una superficie de 12.680 ha. Forman parte del patrimonio natural y cultural de la región y tienen una importancia significativa en la dinámica hídrica del río Abaucán, la biodiversidad y la protección del suelo (Revalorización De Los Bosques De Algarrobo En El Bolsón De Fiambalá | Programa

De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo, 2018). En este marco se han hallado estudios poblacionales de *P. flexuosa*, donde se distinguieron dos tipos de bosque: denso con mayor cobertura total (39 %) y ralo (21 %), las diferencias entre los bosques pueden explicarse por la posición del bosque relativa al acuífero subterráneo y al tipo de suelo. La conservación y utilización controlada de estos recursos, constituye un aporte a la mitigación del cambio climático ya que los algarrobales constituyen el principal reservorio de C en los sistemas desérticos (Alvarez, 2015).



*Imagen 9. Saujil. Vegetación propia de la región fitogeográfica del Monte. Ejemplares áfilos y arbustos leñosos se distribuyen con un ritmo y densidad acorde a las limitantes del sitio y sus requerimientos. Lo nativo, ralo, en contraste con la compacidad del viñedo. Serranías de médanos marcan bordes que enriquecen la postal del lugar. Fotografía: Martín Zotelo.*



*Imagen 10. Saujil. Vegetación arbustiva propia de la región fitogeográfica del Monte, se expresa con las limitantes del sitio, magnitud intermedia con follaje glauco, contraste con el verde del viñedo que recibe riego suplementario. Forma globosa, armoniza con los forestales en alineación al fondo de la escena. Fotografía: Martín Zotelo.*

Arbolado: no se encuentra información en el tema de arbolado, sólo se encuentran estudios relacionados a la especie *Prosopis flexuosa*, especie de interés para incorporar en el arbolado de zonas rurales. Se transmite en las redes quejas de vecinos por tala indiscriminada para la construcción de veredas y tareas de poda intensa. Se observa en las imágenes la convivencia de especies exóticas como *Populus nigra* y nativas como *Prosopis flexuosa*. En lugares residuales frutales como olivos e higueras.



*Imagen 11. Fiambalá. Callejones interconectan los pequeños paños de cultivo, vegetación nativa acompaña en los recorridos. Muchos estudios se desarrollan en el Bolsón de Fiambalá sobre *Prosopis flexuosa*, especie nativa con potencial para incorporar en la paleta vegetal del arbolado. Fotografía: Martín Zotelo.*



*Imagen 12. Los Medanitos. Se destacan en las alineaciones de callejones internos ejemplares columnares de álamos y estructuras globosas o aparasoladas de algarrobos. Se observan lugares residuales con olivos e higueras. Los árboles tejen en el paisaje túneles de vegetación, sumando sombra y frescura a quien los recorre. Fotografía: Martín Zotelo.*

## 2.2 Descriptores históricos culturales “el lugar habla”

Fiambalá, denominada por ley como la “Capital de la Cordillera y del Turismo Aventura” se originó a fines del siglo XVII, fundada oficialmente en 1733 por Don Diego Carrizo de Frites, según marca la historia. En la entrada a Fiambalá una bodega lleva su nombre “Don Diego” en relación a su fundador con certificación Orgánica, y el edificio está construido en adobe.

Rosa Aráoz educadora e investigadora cuenta en una nota para Biodiversidad en América Latina “Desde el año 1000, aproximadamente, el territorio de Fiambalá es habitado por los Abaucanes y los Watungasta, poblaciones que ocupan los valles y serranías que comprenden el valle de Chaschuil y el bolsón de Fiambalá. Los asentamientos fueron originados en torno a las confluencias del río Abaucán y sus principales afluentes, desarrollaron sus modos de organización social, como parte de la Nación Diaguita. Reconocían a sus ancestros y espíritus presentes en los ríos, los cerros, los vientos, la tierra. Continúa en su relato: estas comunidades contaron con una importante y diversa base económica de sustentación de la vida, principalmente agrícola, con cultivos de maíz, zapallos, porotos y maní; y el aprovechamiento de frutos silvestres como algarroba, chañar y mistol. A esto se suma el manejo de camélidos andinos y el desarrollo de actividades cerámicas, textiles y metalúrgicas. Por lo tanto, para la educadora es posible concebir a esta territorialidad como “sustentable, fecunda y saludable”.

Saujil, a 15 km de la villa cabecera de Fiambalá, lugar del Festival de manantiales y viñedos. Feria productiva de la cultura y el trabajo, herramienta que contribuye a la economía de los hogares fambialeses, Fiambalá, Medanitos, Tatón, Palo Blanco y Punta de Agua. Productos regionales miel, aceituna, vinos con etiquetas que presentan los cordones montañosos como referentes y citan a los viñedos de altura y al Malbec del desierto (Telediario, 2023).

“Se habla de la fuerza de la tierra y sus colores”. En etiquetas se refleja la paleta de colores, cordones montañosos y el río Abaucan como protagonista.

“Fiambalá, oeste profundo catamarqueño. Tierra de arcilla y arena. Sobre la margen del Río Abaucán en una bodega de adobe y cañas a 1500 msnm se elabora de manera artesanal y natural” (Bodega Alto Las Flores). En este establecimiento los visitantes reflejan la importancia de ser atendidos por sus mismos dueños, transmitir la historia; destacan la amabilidad y la calidez humana.

Se comparte en las redes imágenes de las construcciones, la capilla, parrales, mesas y galerías, bodega y gastronomía. En Bodega Tizac, el vino patero, práctica ancestral que se transmite y permite vivenciarlo el visitante.

La Bodega Municipal del valle, compra uva a productores locales y uno de sus vinos tiene el nombre en homenaje a los pueblos del norte de Fiambalá.

En “Vinos y Pasiones” describen la ruta del vino de Catamarca con la Cordillera de Los Andes que la abraza desde el oeste, con viñedos que descansan entre sierras, yacimientos arqueológicos y limitando con la ruta del adobe. Mencionan que entre las localidades de Tinogasta y Fiambalá se encuentran viñas y pueblos blancos, iglesias y construcciones de adobe, algunos monumentos históricos nacionales. Destacan en su recorrido bodegas que producen vinos orgánicos y biodinámicos con viñedos, paisajes con muchísimos colores en donde sus montañas y sus valles son protagonistas. Su gente es cálida y muy hospitalaria. El terruño se expresa a través de la diversidad de sus tonalidades y sabores haciéndose presentes con mucha personalidad.

## 2.3 Relaciones funcionales de sus componentes

Riego: en el recorrido de ríos, por tramos desaparecen y se infiltran en los médanos, aporte de agua subterránea que permite realizar perforaciones con acuíferos de buena calidad entre los 40 m y 150 m por ejemplo, en Saujil. El riego del área cultivada se realiza a partir de una toma sobre el río Guanchín y éste deriva agua sobre un canal matriz. El riego principalmente se realiza por gravedad, en pequeñas piletas y la distribución es realizada por turnos preestablecidos.

Se manifiesta en los productores de Fiambalá preocupación y malestar por la situación en el suministro y la gestión del agua.



*Imagen 13. Fiambalá. El riego principalmente se realiza por gravedad, en pequeñas piletas y la distribución es llevada a cabo por turnos preestablecidos. Fotografía: Martín Zotelo.*

Prácticas productivas: tradicionales, pequeños productores en su mayoría con parcelas promedio de 2 ha (INV, 2021), algunos grandes productores. Se destacan en ambas escalas de producción el manejo orgánico y en algunos casos biodinámico, donde destacan la cosecha manual y en luna llena. Se menciona la elaboración de compost con orujo, guano y el verde segado, como práctica en el marco del manejo orgánico.

Sistemas de conducción del viñedo: el sistema de conducción predominante es el parral, utilizándose también la espaldera baja en menor proporción (INV, 2021).



*Imagen 14. Saujil. El sistema de conducción en parral es el representativo de la provincia de Catamarca, duplicando en superficie al espaldero. Fotografía: Martín Zotelo.*

## 2.4 Relaciones formales y estéticas

Organización del territorio: parcelas de cultivos poco extensas con heterogeneidad de formas, se acomodan en el valle en equilibrio con lo nativo. Pequeños poblados, casas dispersas. La población se concentra donde es posible la irrigación y el agua potable. Pequeños oasis agrícolas distribuidos a lo largo del valle.



*Imagen 15. Saujil. Pequeños poblados, casas dispersas, convivencia de lo nativo y lo cultivado. La población se concentra donde es posible la irrigación y el agua potable. Pequeños oasis agrícolas se distribuyen a lo largo del valle, configurando parches verdes en un entorno árido y agreste. Fotografía: Martín Zotelo.*

Formas: red geométrica del viñedo, figuras de bordes lineales que se desdibujan con los parches nativos dentro del cultivo. Paños uniformes, regulares. Forma plana del cultivo del viñedo y volúmenes de la vegetación nativa leñosa.



*Imagen 16. Red geométrica del viñedo, uniforme, regular, con bordes lineales que se desdibujan al encuentro con parches nativos dentro del cultivo. Denotan la convivencia que ocurre entre las polaridades del sitio. Fotografía: Martín Zotelo.*

Textura: en el paisaje del viñedo pueden distinguirse diferentes texturas en relación a la fineza y disposición del follaje, a las formas que adquiere el terreno, a la granulometría de un suelo o a la infraestructura del viñedo y sus límites. En este aspecto y en relación a la imagen se observan capas o estratos, que brindan movimiento y textura fina en lo herbáceo, textura media en el viñedo y gruesa en la sierra en un plano cercano. En la visual lejana la montaña se percibe como lisa o fina.

Líneas: el trazado de líneas rectas se repite en espalderos y cercos perimetrales, también en callejones y alineaciones de árboles que acompañan el paisaje del viñedo. Muchas curvas son protagónicas en el paisaje de Fiambalá, se destacan sobre sierras y médanos, marcan huellas a modo de senderos en las laderas, conducen hacia alguna cruz o permiten el desarrollo de alguna actividad deportiva.



*Imagen 17. Saujil. Postal de Catamarca. Capas o estratos identifican el paisaje del viñedo, las herbáceas de menor altura brindan movimiento y una textura fina. El viñedo y el bosquecillo nativo de textura media, enmarcados por el alambrado y la serranía de fondo. Fotografía: Martín Zotelo.*



*Imagen 18. Medanos. Muchas curvas son protagonistas en el paisaje de Fiambalá, algunas se destacan sobre sierras y médanos, marcan huellas a modo de senderos en las laderas, conducen hacia alguna cruz o permiten el desarrollo de alguna actividad deportiva. Líneas rectas aparecen en los espalderos, en callejones, cercos perimetrales y en alineaciones forestales. Fotografía: Martín Zotelo.*

Color: fuerte contraste del color verde del paisaje del viñedo con el entorno de suelo arenoso grisáceo de médanos con muy baja densidad de vegetación nativa.



*Imagen 19. Fiambalá. Paleta de color con fuerte contraste del verde del viñedo con el suelo casi desnudo de color grisáceo. La disparidad visual generada por el oasis parece casi ficticia, irreal, como se pensaría de la idea de producir vinos en estas condiciones. Fotografía: Martín Zotelo.*



*Imagen 20 y 21. Los Medanitos. Colores y reflejos en el paisaje. Paleta de verdes y tintes otoñales. Grises de médanos enmarcan el paisaje del viñedo. Escenografía de fuerte contraste de color y armonía de formas ondulantes. El lugar, a través de sus formas y colores, transmite respeto, conservación, calma. Fotografía: Martín Zotelo.*

Vistas: el lugar visual y sensible es secuencial, en relación al recorrido y la escala se presentan diferentes alternativas: elemento focal que se destaca sobre la superficie del viñedo, visuales de contraste (acentuado con el color), visuales significativas (montañas y colores), visuales panorámicas. Médanos, sierras y/o montañas siempre presentes en el paisaje fiambalense.



*Imagen 22. Fiambalá. Vides de un verde que brilla bajo el sol que baña el valle. Un árbol se erige en los cielos jaspeados de nubes, como elemento focal en el paisaje del viñedo, como parte de un recorrido secuencial por los callejones internos. Fotografía: Martín Zotelo.*



*Imagen 23. Fiambalá. La montaña, visual significativa cercana, aparece a lo largo del recorrido vivencial del viñedo. Envuelve y acompaña, al tiempo que confiere carácter al paisaje. Fotografía: Martín Zotelo.*

## TINOGASTA

Localidad que es I.G Resolución INV N° C.32/2002, además de Santa María y Pomán.

El Departamento de Tinogasta se destaca por la amplitud térmica, cercana a los 20°C entre la mínima y la máxima diaria, esto influye en el color y el aroma de los vinos tintos, las uvas tienen elevado grado de azúcar, entre 13 y 18. Tienen el 70% de la superficie de viñedos de la provincia. El segundo cultivo en importancia son los olivares. La zona de cultivo depende exclusivamente del riego (PISEAR, 2016, pág.37).

### 3.1 Descriptores estructurales “el lugar es”

Tinogasta es la localidad cabecera del departamento homónimo y uno de los núcleos poblacionales más importantes de la Región Oeste de la provincia de Catamarca.

Se trata de un espacio tanto rural como urbano, puesto que allí se desarrollan actividades tradicionales de campo, como la cría de ganado y el cultivo de la vid, en combinación con un centro de servicios típicamente urbano y un estilo de vida característico de las ciudades (Geografía de Catamarca, n.d.).

Tinogasta, pueblo del encuentro, población que se ubica en la mitad sur del Valle de Abaucán, precisamente en donde se encuentran o confluyen los ríos Abaucán (procedente del norte), el río de La Costa (procedente del sur) el río de Zapata o de Las Lajas (procedente del noreste) y el torrente o arroyuelo llamado de Tinogasta (procedente el oeste), las orillas de cada uno de estos cursos fluviales han servido de rutas desde tiempos prehistóricos. En realidad, significa "encuentro de pueblos" porque allí convergían todas las localidades vecinas y era paso fijo para llevar ganado a Bolivia y Chile (Turismo Tinogasta, n.d.).

### 3.1.1 Infraestructura marrón

La localidad de Tinogasta se encuentra situada a 1200 metros sobre el nivel del mar sobre un valle rodeado por montañas. A través de él fluye en dirección norte-sur el Río Abaucán.

Topografía o forma del terreno: el relieve orográfico más destacado es la sierra de Zapata que se extiende unos 10 kilómetros al este de la ciudad de Tinogasta, entre esta sierra y el casco histórico de la ciudad se extiende por el noreste el extenso faldeo llamado Cuesta de Zapata, mientras que por el oeste el valle de Abaucán se encuentra delimitado por las estribaciones septentrionales de la elevada Sierra de Famatina con altitudes de más de 5.000 msnm (Turismo Tinogasta, n.d.).



**Mapa 2. Detalle de picos “seismiles”, sierras, valles y localidades elaborado por Stefan Sauzuk (Prof. de Geografía) quien comparte y educa en sus redes (Geografía de Catamarca).**



*Imagen 24. San José. Fuerte presencia de cordones de sierras y montañas. Se destacan en un plano muy cercano las sierras de Fiambalá y las de Zapata al este de la ciudad de Tinogasta, y el extenso faldeo de la Cuesta Zapata entre esta sierra y el casco histórico de la ciudad. Fotografía: Martín Zotelo.*



*Imagen 25. La Puntilla. Geformas escénicas, sierras y montañas con diversidad de colores y fuerte presencia en el paisaje del viñedo. Valle inmerso entre cordones que lo contienen. Fotografía Martín Zotelo.*

Suelo: se presentan suelos de textura arenoso, franco arenoso o areno franco, bien drenados (categoría 4) o de drenaje algo excesivamente drenado (clase 5) según se detalla en las fichas descriptivas del equipo de Edafología en la base de datos de COVIAR. En dichas fichas, se describen suelos profundos de escasa o nula pedregosidad, cultivos en parral o espaldero con una cobertura de suelo entre el 20 al 50%. El porcentaje de materia orgánica oscila entre el 0,3% y 1% según la finca.

### 3.1.2 Infraestructura azul

Cursos de agua: el río Abaucán mantiene su lecho hacia el oriente. Es ancho y accidentado, interrumpido frecuentemente por médanos. Localmente se lo conoce con el nombre de Los Barrancos. Hacia el sur, donde se produce la confluencia con el río de la Troya, el valle vuelve a estrecharse; aumenta la vegetación, que pasa a ser arbustiva, insinuándose la formación del monte xerófilo. Se pasa así por pequeñas villas que se alinean sobre la ruta del agua. Se llega así al campo Arana o campo de Tinogasta. Aquí la forma de palangana se agudiza, por cuanto los bordes están muy próximos y son muy altos; cierran casi el círculo en la Puntilla de Tinogasta y de San José. El río Abaucán tuerce hacia el oriente aprovechando una fractura del terreno, pero el valle se prolonga hacia el sur en dirección a la Costa de Reyes, desde donde procede el río Colorado, que también es tributario del río Abaucán (Palese de Torres, 1956).

Por el carácter de su pendiente, entra en el dominio del endorreísmo local, característico para todas las redes fluviales constantes o esporádicas del noroeste y centro argentino. Este carácter es agravado día a día por el aprovechamiento que hace el hombre del agua, para su uso personal o para el riego de sus cultivos. En efecto, todas las poblaciones establecidas a la vera de los ríos o arroyos han desviado el curso natural del mismo, encauzándolo en canales, que conducen el agua directamente al lugar de consumo, ya sea a las viviendas o a los campos de laboreo agrícola. Son muchos los pueblitos que se alinean a lo largo del cauce del río, y todos ellos poseen agua como para cubrir el consumo de los hombres, de los animales y del riego de sus huertas. Esto se explica porque parte de las aguas de las precipitaciones meteóricas se insume no sólo en el lecho arenoso del río, sino también a través del material suelto que forman los conos aluvionales y medanales que cubren el pie de las serranías y transcurren subterráneamente a través de las rocas permeables, o de las fisuras, formando la napa freática u otras a mayor

profundidad. Allí donde las capas impermeables se acercan a la superficie exterior del río se producen nacientes de agua que poco a poco le entregan algo de su caudal. Estos nacimientos son los que permiten establecer nuevas poblaciones a lo largo del lecho del río. Otras veces son los tributarios, que salen de la Cordillera o regiones montañosas vecinas, los que aportan agua suficiente como para permitir el establecimiento del hombre a lo largo de la cuenca del Abaucán.



*Imagen 26. La Puntilla. Río Abaucán columna vertebral de Tinogasta. Ana Palese (1956), geógrafa e investigadora, describe “todas las poblaciones establecidas a la vera de los ríos o arroyos han desviado el curso natural del mismo, encauzando en canales, que conducen el agua directamente al lugar de consumo, ya sea a las viviendas o a los campos de laboreo agrícola. Son muchos los pueblitos que se alinean a lo largo del cauce del río”. Fotografía: Martín Zotelo.*

### 3.1.3 Infraestructura gris

Infraestructura vial: se destaca la importancia de la Ruta Nacional 60.

Configuración edilicia: se manifiesta una mezcla de estilos arquitectónicos, con edificios de baja altura y líneas rectas. Aparecen algunos elementos coloniales. El adobe conforma una buena porción de la trama urbana.

### Edificaciones destacadas:

- Iglesia de San Juan Bautista Niño: de estilo neorrománico con una torre.



*Imagen 27. Imagen de Google Earth compartida en la página de la Finca. Casona del s.XIX (1850), construcciones de adobe. Ruta 60 como eje de la “ruta del adobe”, lugar de hospedaje y gastronomía.*

### 3.1.4 Infraestructura verde

Superficie cultivada: el sistema productivo se compone tanto por la sola producción de vid como por la diversificación con el cultivo de forrajeras (alfalfa principalmente), granos, cultivos perennes como la higuera y el olivo, y el acceso a pasturas naturales para ganadería mayor y menor (PISEAR, 2016, pág 41).

El departamento de Tinogasta, ubicado al oeste de la provincia, posee una superficie implantada con viñedos de 1806,1 ha concentra la mayor superficie de la provincia, de un total de 2828 ha (Informe anual de superficie, INV, 2021).

El sistema vitícola está compuesto por dos subsistemas donde más del 80% suele ser identificado como de Vid Puro (totalidad de la superficie productiva) y menos del 20%, como de Vid Diversificado. En este último, la vid se combina fundamentalmente con cultivos aromáticos y en mucha menor proporción con

frutícolas (olivo y otros), hortícolas, granos o forrajeras destinadas al autoconsumo (PISEAR, 2016, pág 41).



*Imagen 28. San José. El verde de paños de vid, parrales puros en su mayoría. En menor proporción diversificados con aromáticas, otros con frutales, olivos, hortícolas y granos. Vegetación espontánea en los bordes se valora como corredores biológicos y por sus contribuciones al ambiente. Fotografía: Martín Zotelo.*

Vegetación nativa: arenales inmovilizados por cobertura y anclaje de bosques nativos de *Prosopis*, se han modificado por la extracción anárquica de rollizo maderable y leña que ha intensificado la dinámica del viento ampliando sus efectos en los Campo del Arenal, Pipanaco, Tinogasta, Aimogasta y Mazan entre otros campos medanosos, primitivamente cubiertos por masas densas de algarrobos principalmente *P. flexuosa* y *P. chilensis* (Morello, 2012, pág.267).

“Dominan totalmente las plantas de características xerófilas las cuales han desarrollado una amplia variedad de formas y adaptaciones morfológicas, anatómicas y fisiológicas que determinan distintos grados de xerofitismo: especies áfilas, de órganos aéreos efímeros, hojas perennes con capa de resina, anuales de ciclo breve, etc. Las adaptaciones fisiológicas incluyen la presencia de especies con fisiología C3 y C4, con distintas eficiencias en el uso del agua y tolerancia a la temperatura. Dentro de los arbustos C3, los géneros más importantes son *Prosopis* y *Larrea*. Entre las especies C4, se encuentran varias especies del género *Atriplex*, de

amplia distribución en el Monte y de gran importancia forrajera (Passera & Borsetto 1989), y también *Suaeda fr/Vorícoda* (Villagra et al; 2011)” (en Morello, 2012, pág. 270).

El tipo de estepa arbustiva más importante es el jarillal. Hay otros tipos de estepas arbustivas considerados como azonales, cuya presencia se debe a factores locales, principalmente edáficos como la estepa espinosa de piedemonte, el cardonal (estepa de laderas rocosas) y la estepa de arbustos bajos de los faldeos (frontera entre la Ecorregión del Monte y la Puna). La estepa arbustiva de jarilla (*Larrea sp.*) o jarillal, es característica de bolsones y valles intramontanos sobre suelos arenosos o areno-arcillosos, aparece también en suelos yesosos, cineríticos y con costra calcárea, pero no tolera altos contenidos salinos en el suelo. Está formada por arbustos de 1,5 a 2,5 m de altura y el arbusto más alto del jarillal es el retamo *Bulnesia retama* (Morello, 2012).



*Imagen 29. San José. La vegetación nativa xerófila se suma a la infraestructura verde y contribuye a la fijación de arenales que quedan inmobilizados por cobertura y anclaje de bosques nativos. La vegetación se expresa en tamaño y densidad en relación al aporte hídrico entre otros factores, destacándose los algarrobos y jarillas. Fotografía: Martín Zotelo.*

**Arbolado:** se muestra muy heterogéneo, de escaso desarrollo, entre las especies se encuentran *Brachychiton populneus*, *Schinus molle*, *Morus sp*, *Acacia visco*. Algunos *Prosopis sp* se yerguen en aquellos sitios sin intervención humana salpicados en la

ciudad. Lo mismo ocurre con *Acacia caven*, que colorea la ciudad y da un ritmo con el amarillo de su profusa floración.



*Imagen 30. San José. En callejones internos de fincas se observa vegetación exótica como Eucalyptus y Populus, de mayor exigencia hídrica. El estrato arbóreo resistente a sequía como Prosopis, especie nativa y preponderante en la región, podría integrar junto con Acacia visco y Schinus molle la paleta vegetal para su uso en alineaciones. Se destaca su facilidad en multiplicarlas a partir de semillas en planes de viverización. Fotografía: Martín Zotelo.*

### 3.2 Descriptores históricos culturales “el lugar habla”

Tinogasta ha sido poblada por grupos de indígenas pre cerámicos desde al menos 8.000 años a.C. La zona estuvo habitada por comunidades aborígenes como los abaucanes, sahujiles, pituiles, huatungastas, mayupucas y fiambalaos.

Entre 1.475 y 1.536 la zona sufrió la invasión y ocupación por parte de los Incas del Tahuantinsuyo y tras su derrumbe, llegaron los españoles con la entrada de Diego de Almagro, el primer conquistador que incursionó en esta región, quien penetró por la Quebrada de Zapata, siguió el curso del río Abaucán hasta llegar a la actual Fiambalá (Tinogasta · Catamarca · Argentinos X Argentina La Comunidad De Viajeros Y Fotógrafos, n.d.).

“El 14 de agosto de 1713 es considerada la fecha de la demarcación del pueblo de Tinogasta y partir de ese momento los españoles fueron obligados a fundar sus estancias lejos de este pueblo Diaguita. De esto surgieron los pueblos que hoy conforman la llamada Ruta del Adobe: Copacabana, El Puesto, La Falda, Anillaco y Fiambalá.

Luego de la Revolución de Mayo comienza el desarrollo urbano de Tinogasta y en 1848 se inicia el proceso de urbanismo que le dio su actual trazado. En aquellos años, Tinogasta se posicionó como un importante punto para el comercio de vacunos con Chile.

Con la llegada del ferrocarril en 1911 comenzaron a radicarse en la zona extranjeros provenientes de Italia, Siria y El Líbano, quienes se dedicaron al comercio y al cultivo de la tierra. A fines del siglo XX se posiciona como el territorio de mayor producción vitivinícola de Catamarca” (Viajeros Ocultos, n.d.).

Uno de los atractivos turísticos culturales es La Ruta del Adobe, recorrido que se extiende 50 kilómetros comenzando en la ciudad de Tinogasta hasta Fiambalá. Durante ese trayecto por la Ruta Nacional 60 encontramos monumentos históricos y capillas construidas con adobe, tradición arquitectónica ancestral que hace uso de materiales autóctonos como barro, paja y estiércol. Existen en este paseo varias casonas antiguas e iglesias de hasta 300 años de antigüedad que han sido restauradas. La Iglesia Nuestra Señora de Andacollo es una de las más emblemáticas (Ciudad De Tinogasta, n.d.).

Durante la mayor parte del siglo XX la base de la economía tinogasteña ha sido la agricultura, y en especial la vitivinicultura, aunque, tal como se ha indicado, desde

inicios de siglo XXI va tomando importancia el turismo. En la actualidad Tinogasta posee varias bodegas de tipo "boutique" con vinos de alta calidad, en muchos casos premiados a nivel internacional, donde el varietal "syrah" es el más codiciado por los enófilos, entre otras variedades como el Malbec, Cabernet y Bonarda, que se adaptan muy bien a la zona y desarrollan características únicas. (Turismo Tinogasta, 2023).

Historias de familias y voces en las redes: “la población se reconoce como descendiente o perteneciente a un pueblo originario, sentido de pertenencia” (PISEAR,2016).

Familia Longo quienes elaboran desde el siglo XIX vinos de modo artesanal. Don Vittorio Longo se vino della Italia a Catamarca, compró en Tinogasta una finca de 40 hectáreas. Su nieto continúa con el proyecto, en donde los viñedos orgánicos están entre 1.500 a 1.920 metros sobre el nivel del mar y a 200 kilómetros de la Cordillera de los Andes. Viñedos en espaldero y regados con micro goteo.

Familia Saleme, con tradicional bodega se la cita como la la más antigua de Tinogasta. Finca La Sala inaugura la ruta del adobe, se la remodela siguiendo la técnica ancestral del adobe secado al sol. Perro Guardián “Bodega turística” donde se realizan experiencias de poda y cosecha manual. La Finca de Fidelio Lara, con atención del mismo dueño y su hija, se destaca su atención personalizada y lo educativo de su mensaje.



*Imagen 31. La Puntilla. Voces que describen Tinogasta: “mañanas calmas y atardeceres de fuertes ráfagas con una puesta de sol donde se apacigua”, “atmósfera limpia en la mañana”, “ventisquero de arena”, “técnica ancestral de la construcción con adobe”, “lugares amables, íntimos”. Fotografía: Martín Zotelo.*

### 3.3 Relaciones funcionales de sus componentes

Riego: la totalidad de los productores de la Agricultura Familiar utiliza riego superficial o gravitacional, proveniente de las aguas de ríos y arroyos (PISEAR, 2016, pag.41). Pocos emprendimientos con riego presurizado.

Prácticas productivas: se destaca producción orgánica, vinos de altura y producción primicia para uva de mesa. Manejo precario de prácticas productivas, con deficiencia en infraestructura y administración del agua, problemas de acceso a tecnologías (PISEAR, 2016).



*Imagen 32. San José. La biodiversidad en el viñedo orgánico contribuye a un manejo integral del sistema. La vegetación espontánea se suma como otro eslabón del agroecosistema, de su presencia se desprenden numerosos beneficios.  
Fotografía: Martín Zotelo.*

**Sistemas de conducción del viñedo:** principalmente parral y en segundo lugar en espaldero. Responde a los datos de la provincia de Catamarca relevados por INV, 2021, en donde se manifiesta que hay plantadas en la provincia 1784,5ha de parral, 989,28 ha de espalderos, 25,1 ha en cabeza, y 19,5 ha en majuelo. En Tinogasta, en relación con la infraestructura del viñedo poseen 11,2ha con malla antigranizo. En relación a la mecanización 7 viñedos realizan la cosecha en forma mecanizada, 11,3% (INV, 2021).



*Imagen 33. Centro. En el departamento de Tinogasta la principal cadena productiva de la zona refiere a la vitivinicultura. La mayor superficie implantada de la provincia es con el sistema de conducción en parral. Manejo tradicional de laboreo, suelo desnudo sin cobertura. Fotografía: Martín Zotelo.*

### 3.4 Relaciones formales y estéticas

Organización del territorio: según datos extraídos del último Censo Nacional Agropecuario (CNA), correspondiente al periodo 2008, la provincia de Catamarca cuenta con un total de 7.671 Explotaciones Agropecuarias (EAPs). Los datos corresponden a explotaciones agroproductivas (EAP) en el caso de Tinogasta:

- EAP de Pequeños Productores Tipo 1: Productores en transición más capitalizados (104 EAP).
- EAP de Pequeños Productores Tipo 2: Viven principalmente de su explotación pero no logran evolucionar (251 EAP)

- EAP de Pequeños Productores Tipo 3: los de menores recursos productivos que no pueden vivir exclusivamente de su explotación (933 EAP).

En el departamento de Tinogasta la principal cadena productiva de la zona refiere a la vitivinicultura. Por ello, desde el año 2013 el Gobierno de la Provincia viene desarrollando el Plan Vitivinícola, que actualmente registra una participación del 90 % de pequeños productores de Tipo 2 y 3. Así mismo, un informe actualizado provisto por la Secretaria de Producción y de Turismo de los Municipios de Tinogasta, dan cuenta del creciente y constante desarrollo de la agricultura familiar en diversas cadenas productivas, utilizadas como medios de subsistencia. Por otro lado, el turismo se encuentra en pleno auge para esta región debido principalmente a su cercanía con el Paso Internacional de San Francisco, el cual representa uno de los más importantes collados o pasos de la Cordillera de los Andes, que une la región noroeste de la República Argentina con el norte de la República de Chile (PISEAR, 2016, pág.10).



*Imagen 34. Centro. Catamarca presenta los viñedos más pequeños del país, con un promedio de superficie de 2,1ha (INV,2021). En su mayoría pequeños productores y algunos pocos con grandes superficies. Fotografía: Martín Zotelo.*

Formas: rectangulares de los paños de cultivo, definidos por límites rectos de los cercos perimetrales, las cortinas forestales y los callejones internos. Formas

orgánicas aparecen en el paisaje nativo, a través de los accidentes orográficos y la distribución heterogénea de la vegetación.



*Imagen 35. La Puntilla. Las formas netas, rectangulares y uniformes de los paños de cultivos contrastan con el campo nativo. Copas globosas de forestales de callejones y de olivos. Las formas se ablandan hacia el campo nativo que abraza las pequeñas parcelas de viñedos. Fotografía: Martín Zotelo.*

Texturas: finas en las parcelas de viñedos. Rugosidad representada por la trama del monte nativo. Los árboles implantados forman cordones o parches de aspecto mullido.

Líneas: las líneas aparecen en el paisaje viñatero a escala hombre en los espalderos y en sus bordes remarcados por cabeceros, a escala dron se distinguen finas líneas rectas en el cultivo, líneas gruesas de cortinas forestales en los bordes y líneas sinuosas del perfil de una montaña cercana. En esta localidad de Tinogasta es importante la producción de uvas para pasas, donde las estructuras para desarrollar el proceso de secado al sol “paseras” generan líneas horizontales y verticales que brindan un elemento identitario del lugar. Es un sello en el paisaje que se distingue como técnica tradicional que ha permanecido igual durante siglos.

Color: colores que marcan la estacionalidad del año, reflejan y diferencian plantas de follaje caduco y persistente, marcan un escenario de figura de forestales y fondo de una montaña cerca.



*Imagen 36. Centro. Líneas finas y rectas en espalderos, líneas gruesas en bordes de los paños de cultivo como barreras protectoras. Bandas longitudinales en “paseras” que a diferencia de otros lugares del mundo se realiza un secado en lonas sobre estructuras y no sobre el suelo. Campo nativo moteado, uniforme, sin líneas definidas. Fotografía: Martín Zotelo.*



*Imagen 37. San José. Linealidad y rigidez de los postes del parral, marcan un ritmo en el paisaje del viñedo, toman protagonismo con el fondo azul y esfumado de la montaña como telón de fondo. Fotografía: Martín Zotelo.*



*Imagen 38. Centro. En la producción de uvas para pasas, que caracteriza a Tinogasta, las estructuras para desarrollar el proceso de secado al sol “paseras” generan líneas horizontales y verticales que brindan un elemento identitario del lugar. Es un sello en el paisaje que se distingue como técnica tradicional que ha permanecido inalterable durante mucho tiempo. Fotografía: Martín Zotelo.*



*Imagen 39. San José. Colores de Tinogasta. Follaje del viñedo que anuncia la llegada del otoño con tonos amarillos y ocre. Forestales de follaje persistente permanecen de verde, destacándose como figuras en un fondo de montaña cercana de color violáceo. Fotografía: Martín Zotelo.*

**Vistas:** a diferentes escalas se destacan vistas cercanas y lejanas, provocando diferentes vivencias en recorridos y sitios de estar. Montaña imponente en un plano cercano. La imagen percibida se enriquece con las experiencias de las personas en cada sitio del viñedo, las vistas son soporte de significados y sentidos.



*Imagen 40. La Puntilla. Callejones y recorridos, superficie verde de parrales enmarcados por la montaña. Sitio que puede percibirse a una altura considerable. Profundidad en el campo visual. Fotografía: Martín Zotelo.*



*Imagen 41. Centro. Vistas que aparecen en los recorridos dentro del viñedo. Invita a recorrerlo y vivenciarlo. Contrastes entre la vegetación productiva y aquella de las cortinas forestales, sumados a una huella entre lo espontáneo, incitan a conocer que hay más allá. Fotografía: Martín Zotelo.*



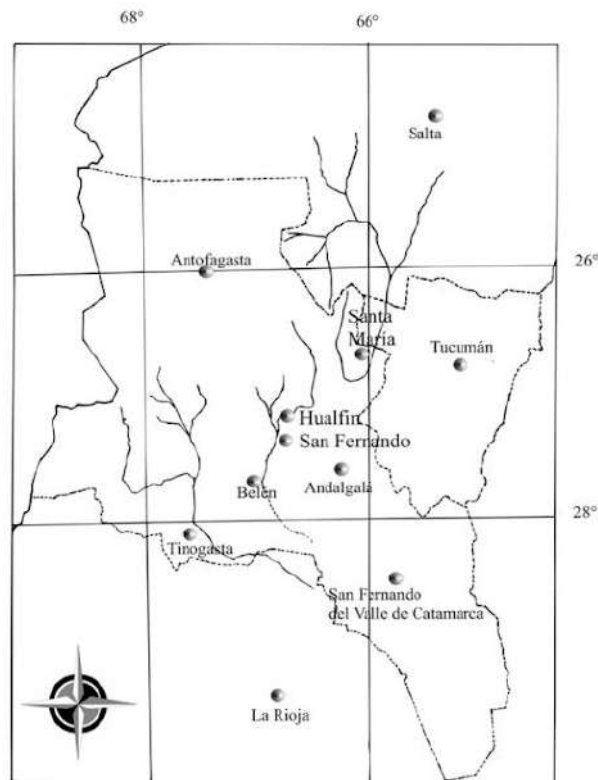
*Imagen 42. La Puntilla. En el interior del cultivo la montaña sorprende y se destaca en un plano muy cercano. Su silueta se hace evidente en el cielo de un turquesa opulento. Fotografía: Martín Zotelo.*



*Imagen 43. San José. Vista cercana a la montaña. Imponente. Sus líneas orgánicas y facetas tumultuosas sirven de contrapunto al ordenado viñedo que yace a sus pies. Fotografía: Martín Zotelo.*

# HUALFÍN

Hualfín, localidad que se la describe como el corazón de Belén, pintoresca y acogedora. Departamento de Belén es IG, Resolución INV N°C.32/2002. Ubicada geográficamente al norte de la cabecera departamental ciudad de Belén a unos 65 km aproximadamente, con una población de 1.899 habitantes (Censo 2.010), está ubicada en un valle y circundada por altas montañas que la envuelven conformando un hermoso valle donde se emplazan diferentes emprendimientos agrícolas: plantaciones de vid, pimiento para pimentón, comino, verduras y frutas de estación (Municipio De Hualfín, n.d.). A una altitud de 1.860 msnm con precipitaciones entre los 150- 200 mm anuales y con una marcada amplitud térmica.



**Mapa 3. Ubicación de la localidad de Hualfín. Quiroga, 2011, pág.47.**

## 4.1 Descriptores estructurales “el lugar es”

#### 4.1.1 Infraestructura marrón

Topografía o forma del terreno: el valle de Hualfín está enmarcado por las sierras de Hualfín y Alumbraera donde se sitúa el núcleo poblacional, a 1860 msnm. Se destaca como geoformas los "Castillos de Hualfín", constituidos por areniscas color ladrillo (un rojizo que a veces se torna más anaranjado, amarronado o violáceo) que pertenecen a la Formación Hualfín, que en este sector se encuentran hacia el oeste de la RN 40 cruzando el río (Geografía de Catamarca, n.d.).



**Mapa 4. Localidad Hualfín. Cultivos en ambas márgenes del río. Bodega municipal homónima.**

Suelo: suelos en general francos a franco arenosos con una buena capacidad de infiltración y retención del agua (Pernasetti, UNCA, 2016).

#### 4.1.2 Infraestructura azul

Cursos de agua: la localidad es irrigada por el Río Hualfín. Las aguas de riego en las tierras del Hualfín, provienen exclusivamente de las lluvias que se inician en los meses de noviembre y diciembre, prologándose hasta marzo (Quiroga, 2011). El área

de alimentación, que corresponde al área serrana, donde se ubica el paraje de San Fernando, recibe un estimado de 600 mm de precipitaciones al año, en tanto, el sector de la planicie recibe 100 mm al año (Bianchi, Yáñez, Acuña, 2005, en Quiroga, 2011).



*Imagen 44. Río Hualfín. En el contexto de un ambiente marcado por condiciones de aridez, el acceso y control del agua adquiere mucha relevancia, sin esta fuente no podrían desarrollarse actividades productivas. Fotografía: Germán Babelis.*

### 4.1.3 Infraestructura gris

Infraestructura vial: el principal eje conector con el resto de la provincia y el país es la RN 40.

Edificaciones destacadas:

- Iglesia “Nuestra Señora del Rosario”: de 1770, es la segunda más antigua de la provincia de Catamarca.
- Casona histórica

- Sitios arqueológicos inmersos en el campo nativo “Pucará de Hualfin”
- Mirador “en la loma”

Superficie cultivada: según datos del Instituto Nacional de Vitivinicultura (2021), en Catamarca la superficie cultivada de vid es de 2.828,3 has, con 1.321 viñedos de un tamaño medio. En particular Belén posee 102 viñedos que representan un 7,7% del total y ocupan 197,5 ha.

Tabla: Distribución de viñedos en Catamarca.

PROVINCIA : CATAMARCA

DEPARTAMENTOS	VIÑEDOS		SUPERFICIE		Tamaño medio del viñedo (ha)
	Cantidad	% sobre total	Hectáreas	% sobre total	
TINOGASTA	1.043	79,0	1.806,1	63,9	1,7
SANTA MARIA	151	11,4	770,5	27,2	5,1
BELEN	102	7,7	197,5	7,0	1,9
POMAN	15	1,1	37,6	1,3	2,5
CAPAYAN	2	0,2	8,7	0,3	4,4
ANDALGALA	7	0,5	7,1	0,3	1,0
VALLE VIEJO	1	0,1	0,8	0,03	0,8
<b>TOTAL CATAMARCA</b>	<b>1.321</b>	<b>100,0</b>	<b>2.828,3</b>	<b>100,0</b>	<b>2,1</b>

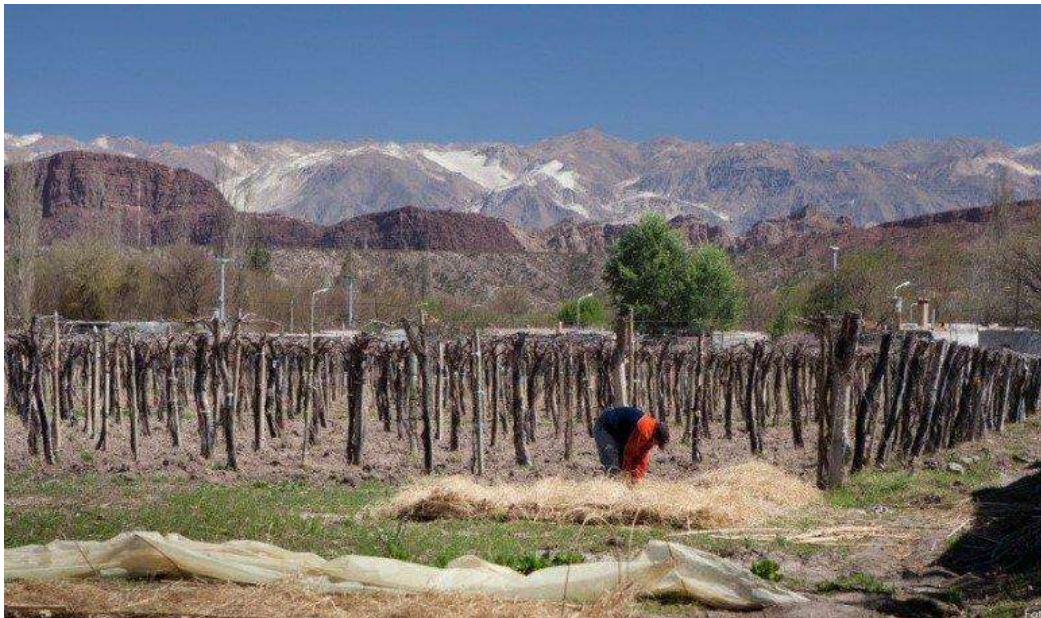


Imagen 45. Viñedos de Hualfín. “tierra de vinos con magia precolombina”.

Fuente: Enolife.com.ar.

Vegetación nativa: la Región Fitogeográfica del Monte se manifiesta principalmente en valles, bolsones y quebradas que poseen clima seco. Se la puede encontrar en todos los departamentos de la Región Oeste: Pomán, Tinogasta, Belén, Andalgalá y Santa María. La vegetación es una estepa arbustiva xerófila, donde se puede distinguir un "jarillal", con las especies *Larrea divaricata* y *Larrea cuneifolia* como dominantes; una estepa espinosa, con especies como *Prosopis torquata* y *Mimozyanthus carinatus*, entre otras; y por último un algarrobal, compuesto por por la especie *Prosopis nigra*, que forma bosques en galería en determinadas cuencas estacionales, como sucede en el salar de Pipanaco. En esta región, las

precipitaciones medias anuales se encuentran entre los 200 y los 300 mm (Martínez, 2019).

Arbolado: pueblo con verdor en sus calles, especies como *Populus*, *Acacia visco*, *Morus*, *Robinia*. En callejones internos, árboles de follaje caduco y persistente.



*Imagen 46. Callejones internos de finca forestados con vegetación arbórea de follaje persistente y caduco. Fotografía: Germán Babelis.*

## 4.2 Descriptores históricos culturales “el lugar habla”

El nombre derivaría según Julio Storni de "Wal" como "líquido en ebullición" y "Pin" como "Producir borbollones, salir violentamente", esto debido a las aguas termales de la comarca. Según Pedro Bazán se origina en "Hualquín", "bolsón", valle donde se ubica el poblado” (Whittall, 2020).

Esta región de Catamarca ha sido habitada por poblaciones humanas desde épocas tempranas (200 a.C.) hasta la conquista española. Para los años 900/1.000-1.470 d.C la zona estuvo ocupada por grupos locales conocidos por la arqueología como Belén y Santamariano, poblaciones con claras características de una sociedad jerárquica, con un modo de vida agropastoril, con identidades propias y control sobre los diferentes territorios, que al momento de la llegada del inca a la zona vieron alterarse su cosmovisión y sus creencias, junto con cambios económicos y políticos (Lynch, n.d.).

Muchos de los asentamientos de esta época se caracterizaban por localizarse en zonas de difícil acceso, protegidos por murallas defensivas, con diferentes cantidades de recintos, mayormente de piedra, que actualmente pueden verse sus cimientos. Hacia 1470 fueron incorporados al imperio incaico que se extendió hacia el Noroeste de la Argentina y Chile. El Camino del Inca pasó por la zona uniéndola con la capital imperial en Cusco, Perú (Whittall, 2020).

El sitio cuenta con numerosas ruinas de pirca que pertenecieron a las poblaciones pre hispánicas que habitaban el valle. Hoy conforman sitios arqueológicos de interés turístico como: Pucará de Hualfín.

Luego del destierro de las poblaciones indígenas de la zona, las tierras fueron otorgadas a María de Medina y Montalvo, una dama tucumana que mandó a construir la Iglesia de Nuestra Señora del Rosario. Se cita a la Quebrada de Hualfín con cultivos desde principios del s.XIX.

Su mayor festividad popular es la Fiesta Patronal de la Virgen del Rosario.

Posee una pequeña bodega Municipal, cuya capacidad de producción es de 300.000 kg, por lo que la mayor parte de la producción se vende a bodegas de Santa María o Cafayate sin ningún valor agregado (UNCA, 2016). Esta bodega procesa la uva de alrededor de 30 productores y fue construida con el financiamiento de una empresa minera importante en la región.

Se describe al Valle de Hualfín como un vergel de aromas y sueños centenarios dentro del impensado remanso ventral de las uvas, con su vigoroso espíritu de néctar y de historia” (Ricardo F. Mena-Martínez Castro).

“Los pobladores de la localidad se dedican a los cultivos de la vid y el pimiento aprovechando la importante heliofanía reinante durante todo el año. La intensa radiación solar, la notable amplitud térmica, las precipitaciones que difícilmente llegan a los 200 milímetros de promedio anual, además de las condiciones edáficas favorables y el recurso hídrico siempre presente proveniente de los ríos cercanos, proporcionan a la población los mínimos recursos para poder constituirse como un sistema agrario tradicional”, expresa Stefan Sauzuck en su página Geografía de Catamarca.

Se desarrolla en la zona la actividad minera, con extracción de cobre, oro y molibdeno.

### 4.3 Relaciones funcionales de sus componentes

Riego: el método de riego utilizado es el riego por melgas con frecuencia quincenal (UNCA, 2016).

Prácticas productivas: gran trabajo en pos de la producción orgánica. Certificación orgánica de 17 productores, en un total de 32 ha de cultivo. En este marco se presenta el “Programa Hualfín”, que consiste en el acompañamiento y asesoramiento técnico para el desarrollo de la producción vitivinícola orgánica en la localidad de Hualfín. Este Programa está liderado por la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNCA en convenio con la Asociación de Productores Viñateros “Cepas de Hualfín” y la Municipalidad de la mencionada localidad. Actualmente está integrado por 15 pequeños productores vitivinícolas, quienes lograron la certificación nacional de uva y vino orgánico luego de un seguimiento de 4 años bajo supervisión del SENASA.

Sistemas de conducción del viñedo: el sistema de conducción utilizado es predominantemente parral (UNCA, 2016). Así también lo expresa el Laboratorio Estadístico del INV, 2021, y señala que la provincia de catamarca presenta el 63% de



sus viñedos conducidos en parral y el 35% en espaldero.

*Imagen 47 y 48. Sistemas de conducción en Hualfín: parral en suelo con cobertura verde de Cynodon dactylon (foto izq) y espaldero con suelo desnudo (foto der.).*

*Fotografía: Germán Babelis*

#### 4.4 Relaciones formales y estéticas

Organización del territorio: Catamarca presenta los viñedos más pequeños del país (minifundios). El 68% de los viñedos tiene superficie menor a 1 ha (INV, 2021). Los paños de cultivo son homogéneos y se disponen en las márgenes del río Hualfín.

Formas: paños de cultivo rectangulares uniformes. Geformas diversas y coloridas. Quebradas, cañadones, cerros y lomas.

Textura: se destacan diferentes texturas en el paisaje que se manifiestan en su suelo, en la vegetación arbórea nativa, en los cerros moteados de un estrato arbustivo y en las estructuras de los espalderos.



*Imagen 49. Paisaje aluvial de Hualfín. Valle de inundación con diferentes texturas que destacan lo moteado de los cerros, que enmarcan los viñedos con su vegetación nativa arbustiva. Lo liso del suelo con su texturado fino y color claro destaca el estrato arbóreo nativo, el cual brinda una textura media además que estructura, complementa y equilibra el paisaje productivo. Fotografía: Germán Babelis.*

Líneas: rectas en las estructuras de sostén que conducen a las plantas de vid, en caminos y callejones internos. Líneas orgánicas en las sierras.



*Imagen 50. Postal de Hualfín. Líneas rectas horizontales de acequias de regadío. Líneas rectas verticales en parrales y álamos. Líneas irregulares marcan las figuras de fondo de cerros y montañas. Líneas que dan formas de copas y marcan la arquitectura de la planta. Fotografía: Germán Babelis.*

Color: colores rojizos de cerros, verdes de vegetación de follaje persistente.

Vistas: cercanas y lejanas, las cercanas a los cerros o quebradas, y las lejanas a los cordones montañosos.



*Imagen 51. Contrastes de formas y colores. Follaje etéreo y mullido de la vegetación espontánea, interrumpido por los postes del sistema de conducción y las vides que crecen a su lado. Envuelven la escena árboles perennifolios, con sus copas globosas elevándose hacia el cielo turquesa. Fotografía: Germán Babelis.*



**Imagen 52. Callejones internos de fincas direccionan las vistas. Se destaca como elemento focal los cerros circundantes, volúmenes que dan identidad a Hualfín. Fotografía: Germán Babelis.**

# SÍNTESIS DESCRIPTIVA DEL CARÁCTER DIFERENCIAL DE FIAMBALÁ Y TINOGASTA EN CATAMARCA

	<p style="text-align: center;"><b>CATAMARCA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>2828 ha de viñedo en la provincia</b></p> <p style="text-align: center;">“Confluencia de muchas ecorregiones brindan la riqueza y diversidad de paisajes”</p> <p style="text-align: center;">“geoformas escénicas y paleta de colores” “fortaleza de altura, montañas imponentes” “convivencia de vides y olivares” “viñedos entre las nubes cordilleranas”</p> <p style="text-align: center;">“provincia con la mayor cantidad de viñedos pequeños del país (1ha) y pocos grandes””</p> <p style="text-align: center;">“raíces de los pueblos, yacimientos arqueológicos”</p> <p style="text-align: center;">“ruta del adobe, patrimonio cultural y turístico”</p>		
	<p style="text-align: center;"><b>“FIAMBALÁ”</b></p> <p style="text-align: center;">“oasis fiambalenses”</p> <p style="text-align: center;">“dunas de Saujil”</p>	<p style="text-align: center;"><b>“TINOGASTA”</b></p> <p style="text-align: center;">“tierra de volcanes”</p> <p style="text-align: center;">“auténticos”</p> <p style="text-align: center;">“historia de familia”</p> <p style="text-align: center;">“paisaje del</p>	<p style="text-align: center;"><b>“HUALFÍN”</b></p> <p style="text-align: center;">“tierra de vinos con magia precolombina” “criollas de Hualfín” “historia de familias” “amplitud térmica”</p>

		viñedo con parrales y paseras”	
Altitud msnm	1500	1200	1800
Sup. con viñedos	Departamento de Tinogasta 1806,1 ha		Departamento de Belén 197,5 ha
Tipo de paisaje	Rural productivo	Rural productivo	Rural productivo
Rutas y ciudades Límites	Ruta Nacional N°60 principal y la RP 34. Ríos Abaucán, Guanchín o Chasquil y Saujil o Fiambalá.	Ruta Nacional 60 y Ruta Provincial 3. Río Abaucán procedente del Norte. Confluencia de ríos.	Ruta nacional 40. Río Hualfín.
Relieve-geomorfología unidades de paisaje	Valle del Abaucán entre sierras, Sierra de Narvéez	Por el noreste el extenso faldeo Cuesta de Zapata, por el	Valle de Hualfín enmarcado por las serras de Hualfín y Alumbreira.

	(continúa la Sierra de Famatina) al Oeste y Sierra de Fiambalá (Sierras Pampeanas Occidentales) al Este.	oeste el valle de Abaucán.	
Visuales	Montaña cercana abraza hacia el oeste.	Montaña y sierras cercanas abrazan los viñedos, plano cercano.	Castillos de Hualfin al Oeste de la ruta, cañadones de colores en plano cercano y montaña de fondo.
Flora nativa	Vegetación de monte de baja densidad en médanos y mayor densidad con aporte suplementario de agua en superficie o subterránea. Parches de nativas incluidos en el viñado. Fuerte entorno de lo nativo.	Ecorregión de monte: estepa arbustiva de jarillas aparecen en bolsones y valles intramontanos. <i>Prosopis</i> , <i>Bulnesia</i> , <i>Larrea</i> , <i>Atriplex</i> como géneros representativos.	Parches de nativas incluidos en el viñado. Ecorregión de monte: bioma está representado por una estepa arbustiva xerófila, donde crece el jarillal o el retamal, acompañados por el tintitaco ( <i>Prosopis torquata</i> ), el mastuerzo ( <i>Prosopis strombulifera</i> ) y la lata ( <i>Mimozyanthus carinatus</i> ). En cercanías de cauces fluviales) aparecen bosques en galería de algarrobo ( <i>Prosopis nigra</i> ).

Arbolado de calles y callejones internos	No se observa continuidad como cortinas forestales, se remarcan con álamos tramos de callejones	En callejones internos de fincas se observa vegetación exótica como <i>Eucalyptus</i> y <i>Populus</i> de mayor exigencia hídrica.	En fincas y calles del pueblo <i>Acacia</i> , <i>Robinia</i> y <i>Prosopis</i> entre otros.
Singularidad	<p>Geoformas diversas y paleta de colores.</p> <p>Construcciones de adobe dispersos en el paisaje productivo.</p> <p>Abrazada por ríos y montañas.</p> <p>Cultivos y caseríos en convivencia distribuidos en el valle, atomizados, como pulsos a lo largo del valle. Paisaje rural disperso.</p>	<p>Construcciones de adobe dispersos en el paisaje productivo, casonas, iglesias, bodegas sobre ruta 60.</p> <p>Arenales y geoformas diversas.</p> <p>Muy acentuado la organización del territorio en zona bien diferenciada de cultivo y zona urbana. Paisaje rural agrupado.</p> <p>Paisaje del viñedo asociado a las paseras, vinos</p>	<p>Sitios arqueológicos inmersos en el campo nativo invitan a recorrerlo en senderos educativos “turismo cultural del Pucará”.</p> <p>Zona de viñedos con cañadones y cerros colorados. Patios de casas con viñedos y parrales.</p>

		regionales.	
Escalas de viñedos gde-med-chico	Gran proporción de pequeños productores. Manejo precario de prácticas productivas.	Gran proporción de pequeños productores, muchos con viñedos puros y algunos con viñedos con cultivos aromáticos. Manejo precario de prácticas productivas.	Gran proporción de pequeños productores y algunos grandes.
Arquitectura bodega-casas	Capillas, casas y ruinas precolombinas de piedra y adobe brindan identidad. Materialidad de las construcciones y colores en armonía con el entorno.  Poblados prehispánicos en recorridos turísticos y	Capillas, casas y ruinas precolombinas de piedra y adobe brindan identidad. Materialidad de las construcciones y colores en armonía con el entorno.  Poblados prehispánicos en recorridos turísticos y culturales.	Iglesia más antigua del 1770.  Materialidad de las construcciones y colores en armonía con el entorno.

	culturales.		
Aprovechamiento enoturístico experiencial - otras actividades	<p>“festival de manantiales y viñedos”, ruta del vino, ruta del adobe y ruta de los seismiles.</p> <p>Propone diferentes recorridos de agroturismo, aventura e historia precolombina.</p> <p>La vitivinicultura está muy asociada al turismo.</p>	<p>Vitivinicultura muy asociada al turismo, “bodegas turísticas educativas”.</p> <p>Experiencias de poda y cosecha.</p>	<p>Viticultura asociada al turismo cultural del Pucará.</p> <p>Aguas termales. Senderismo.</p> <p>Sitios arqueológicos como el Pucará. Museo arqueológico. Mirador.</p>
El lugar habla	<p>“la población se concentra donde es posible la irrigación y la formación de oasis, economía de subsistencia”</p>	<p>“tierra de volcanes pegado a la cordillera”</p> <p>“probar variedades para lograr vinos de</p>	<p>Sello de Hualfín:</p> <p>“tendencia a producir en forma orgánica y elaborar vinos orgánicos”.</p> <p>Hospitalidad.</p>

		<p>calidad y auténticos”</p> <p>”lugares amables, íntimos, atendidos por el dueño”</p> <p>Calidez, atención, servicio.</p> <p>“Búsqueda de la calidad del producto para ser competitivos”</p> <p>“identidad, vino catamarqueño”</p>	
<p>Lugar significativo</p> <p>Reconocimiento como patrimonio</p>	<p>Ruta del Adobe, de la cual forma parte la Iglesia de San Pedro, Monumento Histórico Nacional desde 1941 y Ruinas del Poblado</p>	<p>Ruta del Adobe que inicia el recorrido en Casona “Finca la Sala”del 1850, construcción de adobe como técnica ancestral.</p>	<p>Senderos en la naturaleza recorriendo sitios arqueológicos, con un marco imponente de montañas y cerros.</p> <p>Casona, iglesia de 1770 y viñedos centenarios.</p>

	prehispánico de Watungasta desde 1997.		
Social	<p>Sentido de pertenencia.</p> <p>Existencia de una bodega municipal y cinco particulares.</p> <p>Pocos comunicadores del vino.</p>	<p>Sentido de pertenencia.</p> <p>Gran parte del consumo de vinos va de la mano del turista. Falta gestión de transporte y dar identidad de vinos auténticos.</p> <p>Deficiencia en la infraestructura y administración del agua.</p>	<p>Asociación de productores vitícolas.</p> <p>“Cepas de Hualfín” y Municipio comparten espacios de diálogo.</p> <p>Convenios con la FCA (UNCA) en proyectos de manejo orgánico y su certificación.</p>

## REFERENCIAS

Agustín, & Verónica. (2020, Abril 8). La atractiva ruta del vino de Catamarca. Vinos y Pasiones. <https://vinosypasiones.com/2020/04/08/la-ruta-del-vino-de-catamarca/>

Alvarez, J., Villagra, P., & Cesca, E. (2015, Junio). ECOLOGÍA Y FITOGEOGRAFÍA Estructura, distribución y estado de conservación de los bosques de Prosopis flexuosa del Bolsón de Fiambalá (Catamarca). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, 50(2).

Argentina Viajera. (n.d.). Fiambalá | Paso de San Francisco, Catamarca | Información Turística. Argentina Viajera. <https://www.argentinaviajera.com.ar/catamarca/fiambala.html>

Braticevic, S. (2023, Febrero 1). GEOFRONTER. PORTAL DE PERIÓDICOS DA UEMS. <https://periodicosonline.uems.br/index.php/GEOF>

Catamarca Actual. (2019, Diciembre 4). Celebraron los 286 años de la fundación de Fiambalá. Catamarca Actual. <https://www.catamarcactual.com.ar/informacion-general/2019/12/4/celebraron-los-286-anos-de-la-fundacion-de-fiambala-191070.html>

Catamarca, tierra de vinos con magia precolombina, casas de adobe y el volcán más alto del mundo. (2022, Octubre 30). ENOLIFE. <https://enolife.com.ar/es/catamarca-tierra-de-vinos-con-magia-precolombina-casas-de-adobe-y-el-volcan-mas-alto-del-mundo/>

Corona, G. (2023, Mayo 9). Los límites del Malbec. Internet/ Instagram. <https://geografiadelvino.com/2021/04/20/los-limites-del-malbec/>

COVIAR y Consejo Federal de Inversiones (CFI) & Vallone, R. (2022). “Caracterización de las regiones vitivinícolas de la Argentina” . Informe Provincia de Jujuy.

Fiambalá: reclamo de viñateros por problemas con el agua. (2022, Enero 16). El Ancasti. <https://www.elancasti.com.ar/politica-y-economia/fiambala-reclamo-vinateros-problemas-el-agua-n488392>

Geografía de Catamarca. (n.d.). Ciudad de Tinogasta. Geografía de Catamarca. <https://geografiacatamarca.blogspot.com/2015/11/Tinogasta-Catamarca.html>

Geografía de Catamarca. (n.d.). Fiambalá, departamento Tinogasta. Geografía de Catamarca. <https://geografiacatamarca.blogspot.com/2014/10/Fiambala.html>

Geografía de Catamarca. (n.d.). Hualfín, el corazón del departamento Belén. Geografía de Catamarca. <https://geografiacatamarca.blogspot.com/2020/02/Hualfin-departamento-Belen.html>

Gila, J. (2014, Diciembre 23). El enoturismo por el valle vitivinícola de Catamarca en Argentina - CataDelVino.com. Cata del Vino. <https://www.catadelvino.com/blog-cata-vino/vinos-de-argentina/el-enoturismo-por-el-valle-vitivinicola-de-catamarca-en-argentina>

Gila, J. (2016, Diciembre 22). Enoturismo por descubrir: Región de Catamarca en Argentina. CataDelVino. <https://www.catadelvino.com/blog-cata-vino/enoturismo-por-descubrir-region-de-catamarca-en-argentina>

Giménez, A. M., & Moglia, J. G. (2003). Provincia Chaqueña. En Árboles del Chaco Argentino. Guía para el reconocimiento dendrológico.

Instituto Nacional de Vitivinicultura. (2021). *Informe anual* (PDF) [Laboratorio estadístico del INV. Relevamiento Vitivinícola argentino del INV. Contexto Regional,

Nacional y Externo de la Vitivinicultura] [on line]. INV (Instituto Nacional de Vitivinicultura).

La atractiva ruta del vino de Catamarca. (2020, Abril 8). Vinos y Pasiones. <https://vinosypasiones.com/2020/04/08/la-ruta-del-vino-de-catamarca/>

Lunello, R. A. (1981). "Caracterización productiva área de Fiambalá. Proyecto NOA hídrico". Biblioteca CFI. <http://biblioteca.cfi.org.ar/wp-content/uploads/sites/2/1981/01/29437.pdf>

Morello, J., Matteucci, S., & Rodríguez, A. (2012). *Ecorregiones y Complejos ecosistémicos argentinos* (PDF, Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora ed.) [GEPAMA (Grupo de Ecología del paisaje y medio ambiente) FADU (Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo)] [on line].

Palese de Torres, A. (1956, diciembre). "El Valle de Tinogasta". Boletín de Estudios Geográficos, III(13), 40.

Parodi, C. (2022, Noviembre 16). Fiambalá: la reconquista del "desierto". Biodiversidad en América Latina. <https://www.biodiversidadla.org/Agencia-de-Noticias-Biodiversidadla/Fiambala-la-reconquista-del-desierto>

PISEAR "PLAN DE IMPLEMENTACION PROVINCIAL". (2016). Argentina.gob.ar. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/pip\\_catamarca.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/pip_catamarca.pdf)

Presentan la segunda línea de Vinos La Indómita en la Fiesta del Poncho. (2023, 07 19). Telediario Argentina. <https://telediario.com.ar/contenido/14024/presentan-la-segunda-linea-de-vinos-la-indomita-en-la-fiesta-del-poncho>

Revalorización de los bosques de algarrobo en el Bolsón de Fiambalá | Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo. (2018, Abril 12). PNUD.

<https://www.undp.org/es/argentina/noticias/revalorizacion-de-los-bosques-de-algarrobo-en-el-bolson-de-fiambala>

Rovai, E., Viglianco, A., Cragolini, C., Conles, M., Reynoso, C., Soratti, R., & Altamirano, T. (2022). IMPACTO AMBIENTAL DE DIFERENTES MANEJOS FITOSANITARIOS EN VIÑEDOS DE COLONIA CAROYA, CÓRDOBA. *Nexo Agropecuario*, 10(2).

Rubiolo, D., Gonzalez Díaz, E., Sruoga, P., Prieri, A., Seggiaro, R., Hongn, F., Fernández Seveso, F., & Velasco, M. S. (2003). Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina.

Sofía, J. (2019). 1º Congreso Internacional de Ciencias Humanas - Humanidades entre pasado y futuro. Escuela de Humanidades, Universidad Nacional de San Martín, Gral. San Martín, 2019. [Universidad Católica Argentina Instituto de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Sociales (CONICET-UCA-IICS), Programa de Investigaciones Arqueológicas (PRIA)].  
<https://www.aacademica.org/1.congreso.internacional.de.ciencias.humanas/1227>

Tinogasta · Catamarca · Argentinos X Argentina la comunidad de Viajeros y Fotógrafos. (n.d.). Argentinos X Argentina. Turismo Tinogasta. (n.d.). Fisiografía. Turismo Tinogasta. <https://turismo-tinogasta.jimdofree.com/fisiografia/>

Turismo Tinogasta. (2023, Marzo 4). Economía. Turismo Tinogasta. <https://turismo-tinogasta.jimdofree.com/economia/>

Turismo Tinogasta. (n.d.). Fisiografía. Turismo Tinogasta. <https://turismo-tinogasta.jimdofree.com/fisiografia/>

Vallone, R. (2022, Diciembre). “Caracterización de las regiones vitivinícolas de la Argentina” COVIAR y Consejo Federal de Inversiones (CFI) [Caracterización geológica, geomorfológica y edafológica de zonas vitícolas argentinas]. Informe CFI-COVIAR. Mendoza, Argentina.

Viajeros Ocultos. (n.d.). Recorrido por Tinogasta y alrededores. Viajeros Ocultos.  
<https://viajerosocultos.com/recorrido-por-tinogasta-y-alrededores/>

# FICHAS

# FIAMBALÁ

Fiambalá - Los Medanitos - Saujil

## DESCRIPTORES ESTRUCTURALES - ESCÉNICOS

Situado a 1500 msnm sobre la base del valle del Abaucán, enmarcado por la sierra de Fiambalá al este y la Sierra de Narváez al oeste. Hacia el noreste encontramos el gran campo de dunas entre las localidades de Saujil, Medanitos y Tatón donde se encuentra la duna más alta del mundo, la llamada "Duna Federico Kirbus. Recorren el territorio los ríos Abaucán, Guanchín o Chasquil y Saujil o Fiambalá. Se distingue vegetación del Arbustal del monte, la Estepa Arbustiva Puneña y la Estepa Graminosa Altoandina. La Ruta Nacional 60 y la Ruta Provincial 34 son las responsables de la comunicación de Fiambalá con el resto de la provincia.

Paisaje rural productivo disperso. Cultivos y caseríos en convivencia, distribuidos en el valle, atomizados, como pulsos. Montaña cercana que abraza hacia el oeste. Visuales panorámicas. Geoformas diversas y paleta de colores: médanos, sierras y/o montañas siempre presentes en el paisaje fiambalense. Materialidad de las construcciones (ladrillo adobe) y colores en armonía con el entorno.

## DESCRIPTORES HISTÓRICO - CULTURALES

Capital de la Cordillera y del Turismo Aventura. Fundada oficialmente en 1733 por Don Diego Carrizo de Frites. Territorio habitado desde el año 1000, aproximadamente, por los Abaucanes y los Watungasta. A partir del siglo XVIII comienza a desarrollarse el cultivo de vid. Se destaca entre las celebraciones locales el "Festival de manantiales y viñedos".

Gran proporción de pequeños productores con vegetación nativa incluida en el viñedo. Fuerte entorno de lo nativo. El riego principalmente se realiza por gravedad, en pequeñas piletas y la distribución es realizada por turnos preestablecidos. El sistema de conducción predominante es el parral, utilizándose también la espaldera baja.

Sitios destacados como capillas, casas y ruinas precolombinas de piedra y adobe brindan identidad: Termas de Fiambalá - Ruta del Adobe - Iglesia Nuestra Señora de Andacollo - Iglesia de San Pedro - Comandancia de Armas de Fiambalá - Dunas de Saujil.

## COMPONENTE PERCEPTUAL - SINGULARIDAD

Fiambalá es oasis. Con poblados que aparecen en aquellos lugares donde el agua y el ingenio humano por aprovecharla, lo permiten. Economías de subsistencia, con comunidades que se movilizan con la "fuerza de la tierra y sus colores". Una vitivinicultura muy asociada al turismo, con recorridos rebosantes de patrimonio como la Ruta del Adobe, la Ruta del Vino y la Ruta de los seismiles. Habitantes que manifiestan un fuerte sentido de pertenencia.



ADOBE - RECORRIDOS - OASIS - DUNAS



Saujil. Entre la localidad de Medanitos y Fiambalá (a 15 km de ésta). Marco paisajístico de sierras y médanos. Actividades deportivas en relación al contexto de médanos. Se percibe un misticismo en la compleja austeridad del paisaje.



El río principal de la zona es el Abaucán. Nace al norte de la localidad de Fiambalá con la confluencia de los ríos Chaschuil o Guanchin, proveniente desde la Cordillera de Los Andes, el cual descarga sus aguas sobre el valle Abaucán por su margen derecha permitiendo el regadío de los cultivos. El agua actúa como eje en la organización del territorio.



Paleta de color con fuerte contraste del verde del viñedo con el suelo casi desnudo de color grisáceo. La disparidad visual generada por el oasis parece casi ficticia, irreal, como se pensaría de la idea de producir vinos en estas condiciones.



El Departamento de Tinogasta, al cual pertenece Fiambalá, presenta la mayor proporción de superficie cultivada de viñedos de la provincia, 63,86%, con gran proporción de parrales y en menor escala espalderos.

Vegetación propia de la región fitogeográfica del Monte. Ejemplares áfilos y arbustos leñosos se distribuyen con un ritmo y densidad acorde a las limitantes del sitio y sus requerimientos. Lo nativo, raro, en contraste con la compacidad del viñedo. Serranías de médanos marcan bordes que enriquecen la postal del lugar.



Se destacan en las alineaciones de callejones internos, ejemplares columnares de álamos y estructuras globosas o aparasoladas de algarrobos. Se observan lugares residuales con olivos e higueras. Los árboles tejen en el paisaje túneles de vegetación, sumando sombra y frescura a quien los recorre.



Red geométrica del viñedo, uniforme, regular, con bordes lineales que se desdibujan al encuentro con parches nativos dentro del cultivo. Denotan la convivencia que ocurre entre las polaridades del sitio.



Grises de médanos enmarcan el paisaje del viñedo. Escenografía de fuerte contraste de color y armonía de formas ondulantes. El lugar, a través de sus formas y colores, transmite respeto, conservación, calma.



La montaña, visual significativa cercana, aparece a lo largo del recorrido vivencial del viñedo. Envuelve y acompaña, al tiempo que confiere carácter al paisaje.



Callejones interconectan los pequeños paños de cultivo, vegetación nativa acompaña en los recorridos. Muchos estudios se desarrollan en el Bolsón de Fiambalá sobre *Prosopis flexuosa*, especie nativa con potencial para incorporar en la paleta vegetal del arbolado.

Construcciones de adobe como material aislante, fresco en verano y cálido en invierno. La "Ruta del adobe" conecta los pequeños pueblos de los oasis del valle con su capillas e iglesias construidas en barro y paja entre los siglos XVII y XVIII. Patrimonio tangible, arraigado en el imaginario colectivo, testigo yacente de la arquitectura del sitio.



Rutas escénicas recorren los valles, Ruta Nacional 60 y Ruta Provincial 34, atraviesan las dunas recostadas sobre las sierras de Fiambalá, conectándolas con valles y bolsones. Curvas y contracurvas que parecen perderse a la distancia, en la áspera aridez del paisaje.



Postal de Catamarca. Capas o estratos identifican el paisaje del viñedo, las herbáceas de menor altura brindan movimiento y una textura fina. El viñedo y el bosquecillo nativo de textura media, aparecen enmarcados por el alambrado y la serranía de fondo.



Muchas curvas son protagónicas en el paisaje de Fiambalá, algunas se destacan sobre sierras y médanos, marcan huellas a modo de senderos en las laderas, conducen hacia alguna cruz o permiten el desarrollo de alguna actividad deportiva. Líneas rectas aparecen en los espalderos, en callejones, cercos perimetrales y en alineaciones forestales.



El sistema de conducción en parral es el representativo de la provincia de Catamarca, duplicando en superficie al espaldero.



Vegetación arbustiva propia de la región fitogeográfica del Monte, se expresa con las limitantes del sitio, magnitud intermedia con follaje glauco, contraste con el verde del viñedo que recibe riego suplementario. Forma globosa, armoniza con los forestales en alineación al fondo de la escena.

El riego principalmente se realiza por gravedad, en pequeñas piletas y la distribución es llevada a cabo por turnos preestablecidos.



Colores y reflejos en el paisaje. Paleta de verdes y tintes otoñales. Sarmientos que se tejen en el espacio, pincelan la escena y atestiguan los ciclos naturales.



# VALLE DE HUALFÍN

Hualfin

## DESCRIPTORES ESTRUCTURALES - ESCÉNICOS

El valle de Hualfín está enmarcado por las sierras de Hualfín y Alumbra donde se sitúa el núcleo poblacional a una altitud de 1860 msnm. Se destacan como geofomas los "Castillos de Hualfín" pertenecientes a la Formación Hualfín. La localidad es irrigada por el Río Hualfín. La vegetación pertenece a la Región Fitogeográfica del Monte conformada por una estepa arbustiva xerófila, una estepa espinosa y algarrobales. Su principal eje conector con el resto de la provincia y el país es la RN 40.

Paisaje rural productivo. Localidad que se describe como el corazón de Belén, pintoresca y acogedora. Al recorrerla, aparecen vistas cercanas a los cerros o quebradas, y lejanas a los cordones montañosos. Materialidad de las construcciones y colores en armonía con el entorno.

## DESCRIPTORES HISTÓRICO - CULTURALES

Se cree que su nombre deriva de "Wal" como "líquido en ebullición" y "Pin" como "Producir borbotones, salir violentamente", debido a las aguas termales de la comarca. También se piensa que su origen está en "Hualquín", "bolsón", valle donde se ubica el poblado".

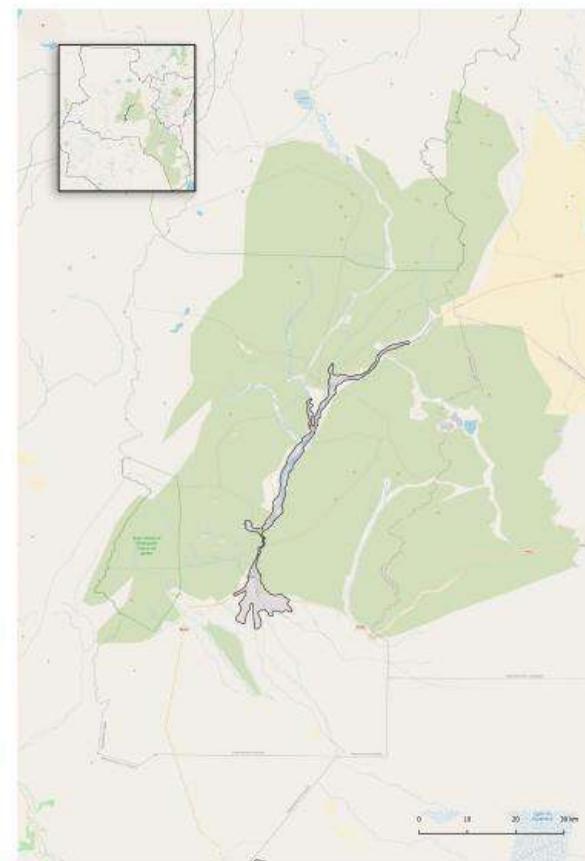
La región estuvo habitada por pueblos originarios desde épocas tempranas (200 a.C.) hasta la conquista española. Ocupada por grupos locales conocidos por la arqueología como Belén y Santamariano con asentamientos caracterizados por localizarse en zonas de difícil acceso, amuralladas mayormente por piedra. Luego del destierro de las poblaciones indígenas de la zona, las tierras fueron otorgadas a María de Medina y Montalvo, una dama tucumana que mandó a construir la Iglesia de Nuestra Señora del Rosario. Su mayor festividad popular es la Fiesta Patronal de la Virgen del Rosario.

Gran proporción de pequeños productores se dedican a los cultivos de la vid y el pimiento. Desarrollo de actividad minera. Viticultura asociada al turismo cultural del Pucará. Viñedos centenarios. El riego se realiza por melgas. Gran trabajo conjunto, público y privado, en pos de la producción orgánica y su certificación. El sistema de conducción más utilizado es el parral. Posee una pequeña bodega Municipal.

Sitios destacados: Iglesia "Nuestra Señora del Rosario" - Casona histórica - Pucará de Hualfín - Mirador "en la loma" - Castillos de Hualfín - Cañon de Pozo Verde.

## COMPONENTE PERCEPTUAL - SINGULARIDAD

Se describe al Valle de Hualfín como "un vergel de aromas y sueños centenarios dentro del impensado remanso ventral de las uvas, con su vigoroso espíritu de néctar y de historia". La hospitalidad de su gente, y las historias de familias trazan el carácter de sus paisajes precolombinos.



PRECOLOMBINO - ATRACTIVO GEOLÓGICO - TERMAS



Callejones internos de fincas direccionan las vistas. Se destacan como elemento focal los cerros circundantes, volúmenes que dan identidad a Hualfín.



Contraste de formas y colores. Follaje etéreo y mullido de la vegetación espontánea, interrumpido por los postes del sistema de conducción y las vides que crecen a su lado. Envuelven la escena árboles perennifolios, con sus copas globosas elevándose hacia el cielo turquesa.



Paisaje aluvial de Hualfín. Valle de inundación con diferentes texturas que destacan lo moteado de los cerros, que enmarcan los viñedos con su vegetación nativa arbustiva. Lo liso del suelo con su texturado fino y color claro destaca el estrato arbóreo nativo, el cual brinda una textura media además que estructura, complementa y equilibra el paisaje productivo.



Sistemas de conducción en Hualfín: espaldero con suelo desnudo. Linealidad en el espacio: alambres, brazos de las vides y huellas del laboreo. Dirigen la mirada hacia un horizonte árido, donde tortuosos fustes de la vegetación nativa se alzan impávidos.

Sistemas de conducción en Hualfín: parral en suelo con cobertura verde de *Cynodon dactylon*. Callejones internos de finca forestados con vegetación arbórea de follaje persistente y caduco. Centenares de ramas se tejen en túneles que brindan confort en las épocas de más calor.



Postal de Hualfín. Líneas rectas horizontales de acequias de regadío. Líneas rectas verticales en parrales y álamos. Líneas irregulares marcan las figuras de fondo de cerros y montañas. Líneas que dan formas de copas y marcan la arquitectura de la planta.



Callejones internos de finca forestados con vegetación arbórea de follaje persistente y caduco. Viviendas que conviven con los paños productivos.



Paisajes agrestes. Aridez en el entorno, con un arbustal que envuelve y se funde en las sierras. Antiguas vides crecen en estas condiciones, dando frutos que se transformaran en vino hualfinense.



# TINOGASTA

La Puntilla - San José - Tinogasta

## DESCRIPTORES ESTRUCTURALES - ESCÉNICOS

Este área vitivinícola comprende distritos de Tinogasta como San José, El Puesto, Anillaco, situados a 1200 msnm. Se ubica en la mitad sur del Valle de Abaucán, donde confluyen los ríos Abaucán, de La Costa, de Zapata o de Las Lajas y el arroyuelo llamado de Tinogasta. Se extiende por el noreste el extenso faldeo llamado Cuesta de Zapata, mientras que por el oeste el valle de Abaucán se encuentra delimitado por las estribaciones de la elevada Sierra de Famatina. La vegetación pertenece a la Provincia Fitogeográfica del Monte, presencia de enormes terebintos (*Schinus terebinthifolius*) entre otras nativas como *Prosopis*, *Bulnesia*, *Larrea*, *Atriplex*.

Paisaje rural productivo compuesto por pequeños poblados. Paisaje del viñedo asociado a las paseras y vinos regionales. Montaña imponente en un plano cercano. Mezcla de estilos arquitectónicos, con edificios de baja altura y líneas rectas. Aparecen algunos elementos coloniales. El adobe conforma una buena porción de la trama urbana.

## DESCRIPTORES HISTÓRICO - CULTURALES

Su nombre significa "encuentro de pueblos" porque allí convergían todas las localidades vecinas. La zona estuvo habitada por comunidades aborígenes como los abaucanes, sahujiiles, pituiles, huatungastas, mayupucas y fiambalaos. Entre 1475 y 1536 la zona sufrió la invasión y ocupación por parte de los Incas y tras su derrumbe, llegaron los españoles. Luego de la Revolución de Mayo comienza el desarrollo urbano de Tinogasta y en 1848 se inicia el proceso de urbanismo que le dio su actual trazado. Durante la mayor parte del siglo XX la base de la economía tinogasteña ha sido la agricultura, y en especial la vitivinicultura. Actualmente existe un fuerte desarrollo del turismo.

Gran proporción de pequeños productores. Las vertientes son de gran importancia, aportan la mayor cantidad del agua para riego, que es principalmente superficial. Viñedos conducidos principalmente en parral. Se destaca la producción orgánica, vinos de altura y producción primicia para uva de mesa. El dique compensador y los canales de 1914 visibilizan la importancia del agua como ordenadora del territorio.

Sitios destacados: Ruta del Adobe - Iglesia de San Juan Bautista Niño - Iglesia Nuestra Señora de Andacollo.

## COMPONENTE PERCEPTUAL - SINGULARIDAD

El color de la tierra seca se torna verde brillante con un mínimo de agua, y denota la importancia de la defensa y cuidado de este recurso para el desarrollo de la población.

En el verano, el ruido intenso de las crecientes y las piedras que el agua golpea, contrasta con el silencio de las siestas tranquilas. Se destaca en los relatos la dedicación de las mujeres que trabajan en los emprendimientos y que permiten su desarrollo.



ADOBE - VEGETACIÓN EXUBERANTE - AUTÉNTICOS



Río Abaucán, columna vertebral de Tinogasta. Ana Palese (1956), geógrafa e investigadora, describe "todas las poblaciones establecidas a la vera de los ríos o arroyos han desviado el curso natural del mismo, encauzando en canales, que conducen el agua directamente al lugar de consumo, ya sea a las viviendas o a los campos de laboreo agrícola".



Catamarca presenta los viñedos más pequeños del país, con un promedio de superficie de 2,1ha (INV, 2021). En su mayoría pequeños productores y algunos pocos con grandes superficies.



San José. Fuerte presencia de cordones de sierras y montañas. Se destacan en un plano muy cercano las sierras de Fiambalá y las de Zapata al este de la ciudad de Tinogasta, y el extenso faldeo de la Cuesta Zapata entre esta sierra y el casco histórico de la ciudad.



La Puntilla. Geoformas escénicas, sierras y montañas con diversidad de colores y fuerte presencia en el paisaje del viñedo. Valle inmerso entre cordones que lo contienen.

La vegetación nativa xerófila se suma a la infraestructura verde y contribuye a la fijación de arenales que quedan inmobilizados por cobertura y anclaje de bosques nativos. La vegetación se expresa en tamaño y densidad en relación al aporte hídrico entre otros factores, destacándose los algarrobos y jarillas.



Líneas finas y rectas en espalderos, líneas gruesas en bordes de los paños de cultivo como barreras protectoras. Bandas longitudinales en "paseras" que a diferencia de otros lugares del mundo, se realiza un secado en lonas sobre estructuras y no sobre el suelo. Campo nativo moteado, uniforme, sin líneas definidas.



Colores de Tinogasta. Follaje del viñedo que anuncia la llegada del otoño con tonos amarillos y ocre. Forestales de follaje persistente permanecen de verde, destacándose como figuras en un fondo de montaña cercana de color violáceo.



En callejones internos de fincas se observa vegetación exótica como *Eucalyptus* y *Populus*, de mayor exigencia hídrica. El estrato arbóreo resistente a sequía como *Prosopis*, especie nativa y preponderante en la región, podría integrar junto con *Acacia visco* y *Schinus molle* la paleta vegetal para su uso en alineaciones. Se destaca su facilidad en multiplicarlas a partir de semillas en planes de viverización.



La biodiversidad en el viñedo orgánico contribuye a un manejo integral del sistema. La vegetación espontánea se suma como otro eslabón del agroecosistema, de su presencia se desprenden numerosos beneficios.



En la producción de uvas para pasas, que caracteriza a Tinogasta, las estructuras para desarrollar el proceso de secado al sol "paseras" generan líneas horizontales y verticales que brindan un elemento identitario al lugar. Es un sello en el paisaje que se distingue como técnica tradicional que ha permanecido inalterable durante mucho tiempo.

Vistas que aparecen en los recorridos dentro del viñedo. Invita a recorrerlo y vivenciarlo. Contrastes entre la vegetación productiva y aquella de las cortinas forestales, sumados a una huella entre lo espontáneo, incitan a conocer que hay más allá.



Vista cercana a la montaña. Imponente. Sus líneas orgánicas y facetas tumultuosas sirven de contrapunto al ordenado viñedo que yace a sus pies.



El verde de paños de vid, parrales puros en su mayoría. En menor proporción diversificados con aromáticas, otros con frutales, olivos, hortícolas y granos. Vegetación espontánea en los bordes se valora como corredores biológicos y por sus contribuciones al ambiente.



Callejones y recorridos, superficie verde de parrales enmarcados por la montaña. Sitio que puede percibirse a una altura considerable. Profundidad en el campo visual.



En el interior del cultivo, la montaña sorprende y se destaca en un plano muy cercano. Su silueta se hace evidente en el cielo de un turquesa opulento.



Linealidad y rigidez de los postes del parral, marcan un ritmo en el paisaje del viñedo, toman protagonismo con el fondo azul y esfumado de la montaña como telón de fondo.

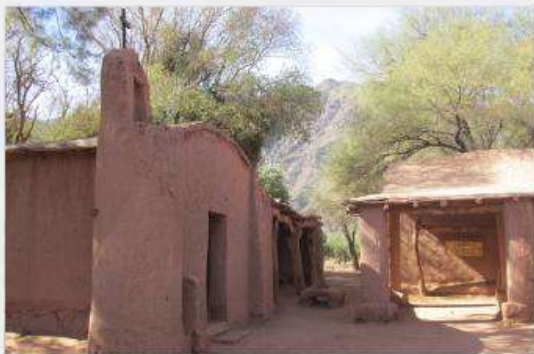
En el departamento de Tinogasta, la principal cadena productiva de la zona refiere a la vitivinicultura. La mayor superficie implantada de la provincia es con el sistema de conducción en parral. Manejo tradicional de laboreo, suelo desnudo sin cobertura.



"Acá tiras un botón y brota una camisa", nos dice un habitante de Tinogasta, en referencia a la potencialidad de los suelos y del clima de este territorio. En el patio del oratorio de los Orquera, el majestuoso y centenario algarrobo da cuenta de esta característica.



El puesto: Poblado de adobe.  
El "oratorio de los Orquera" es una construcción de alrededor de 1740 que muestra las costumbres de la época, y la nobleza del barro para las construcciones.



Voces que describen  
Tinogasta: "mañanas calmas y atardeceres de fuertes ráfagas con una puesta de sol donde se apacigua", "atmósfera limpia en la mañana", "ventisquero de arena", "técnica ancestral de la construcción con adobe", "lugares amables, íntimos".

