

**PROVINCIA DE CATAMARCA
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES (CFI)
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DE UNA COLONIA
PRODUCTIVA – PREDIO: EI ARSENAL – ANDALGALÁ - CATAMARCA**

INFORME FINAL

ENERO DE 2023

GETSEMANI S.R.L. – Coordinador Ing. Carlos Labrousse

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Área de estudio.....	1
1.2. Finalidad	3
1.3. Objetivos	3
1.4. Plan de trabajo	4
2. CLIMA.....	5
2.1. Componentes climáticas de la región	5
3. GEOLOGÍA.....	8
4. GEOMORFOLOGÍA	10
4.1 Geoformas y Procesos.....	13
4.2. Rasgos geomorfológicos del predio en estudio.....	16
4.3. Usos del suelo productivo:	17
5. ESTUDIO DE SUELOS	21
5.1. Análisis de Antecedentes	21
5.2. Interpretación de imágenes satelitales	21
5.3. Reconocimiento de campo.....	22
5.3.1. Observaciones generales	22
5.4. Observaciones particulares (calicatas). (descripción del Pedón).....	28
5.5. Interpretación de los datos de laboratorio para los suelos definidos cartográficamente:	44
5.6. Mapa de suelos.....	45
5.7. Clasificación de suelos.....	47
5.8. Conclusiones y recomendaciones.....	51
6. DIAGNÓSTICO HIDROGEOLÓGICO	53
6.1. Análisis y evaluación de los antecedentes hidrogeológicos de la zona de estudio. 53	
6.2. Evaluación de los trabajos de mayor relevancia local	55
6.3. Ubicación de perforaciones existentes en la zona cercana al proyecto	56
6.4. Información relevante de perforaciones en la zona cercana al proyecto	57
6.5. Relevamiento geológico e interpretación de imágenes satelitales.	59
6.6. Relevamiento hidrogeológico.	60
6.7. Prospección Geofísica.	67
6.7.1. Interpretación de Sondeos Eléctricos Verticales	69
6.7.2. Perfiles Geoelectricos.....	72
6.8. Diagnóstico hidrogeológico de síntesis	76
6.9. Conclusiones.....	79

7. INFORME AMBIENTAL: FLORA Y FAUNA- AVISO DE PROYECTO	80
7.1. Caracterización de la vegetación	80
7.1.1. Objetivos específicos.....	82
7.1.2. Área de muestreo	82
7.1.3. Resultados.....	83
7.2. Caracterización de la fauna.....	85
7.2.1. Objetivos específicos.....	86
7.2.2. Metodología.....	86
7.2.3. Resultados.....	88
7.3. Aviso de proyecto.....	95
8. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	96
9. ANEXOS.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Registros e índices climáticos simples y complejos recopilados desde la estación meteorológica en Huaco, Andalgala.....	7
Tabla 2: Datos de laboratorio - Calicata N° 3.....	31
Tabla 3 Datos de laboratorio Calicata 4	32
Tabla 4: Datos de laboratorio Calicata 4.	33
Tabla 5: Datos de laboratorio Calicata 6.	35
Tabla 6: Datos de laboratorio Calicata N° 1.	36
Tabla 7: Datos de laboratorio de Calicata N° 2.	38
Tabla 8: Datos de laboratorio obtenidos a partir de las muestras tomadas en la calicata N°8.	39
Tabla 9: Datos de laboratorio obtenidos a partir de las muestras tomadas en la calicata N°7.	41
Tabla 10: Datos de laboratorio obtenidos a partir de las muestras tomadas en la calicata N°9.	42
Tabla 11: Datos de laboratorio obtenidos a partir de las muestras tomadas en la calicata N°10.	43
Tabla 12: Parámetros físico- químicos obtenidos a partir de los ensayos de laboratorio sobre las muestras de suelos recolectadas en el campo El Arsenal.....	45
Tabla 13: Clases utilizadas para la caracterización de los suelos en el campo El Arsenal.	48
Tabla 14 Categorías de la clasificación Taxonómica	49
Tabla 15 Ficha del perfil modal de la calicata N°2	50
Tabla 16 Ficha del perfil modal de la calicata N°6	51
Tabla 17: Información antecedente de interés de los pozos cercanos al predio del proyecto de colonia agrícola. (*) no ubicado en terreno.	59
Tabla 18: Pozos relevados durante las tareas de campo. NE: Nivel estático (mbbp: metros bajo boca de pozo). CE: Conductividad Eléctrica del agua.	62
Tabla 19: Coordenadas y cotas de los SEV realizados.....	67
Tabla 20 Ubicación y pluviometría de las estaciones meteorológicas dentro de Cuenca de Pipanaco y aledaños. PMA: precipitación media anual; DE: desvío estándar; Fuente: 1: DPHyERH; 2: SMN/Factor, 1990; 8: BHP-Aquaconsult (1999). Tomado de CONHIDRO S.R.L., 2013).	76
Tabla 21 Ubicación de puntos de aforo y caudales de los principales ríos del Bolsón de Pipanaco. Alt.: Altitud; Mód.: Módulo; DE: desvío estándar anual y modular (Mód); Tomado de CONHIDRO S.R.L., 2013).....	77
Tabla 22: Correspondencia de grado y porcentaje de cobertura del terreno (Margalef, 1974).	81

Tabla 23: Listado de las especies presentes en el área de estudio.	89
Tabla 24: Índices de Ocurrencia y Abundancia según las especies detectadas.	89
Tabla 25: Aves citadas y registradas en el área de proyecto.	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Área de estudio, campo productivo "El Arsenal".	2
Figura N° 2: Área de Estudio al suroeste de la capital del Dpto. Andalgalá.	3
Figura N° 3: Zonación de Bosques Nativos. En verde áreas sin condicionamiento para este tipo de proyecto. En amarillo con aprobación del organismo competente.	4
Figura N° 4: Precipitaciones Medias (mm) para el ciclo 1954 – 1977. Estación Meteorológica Andalgalá.	5
Figura N° 5: Temperaturas Medias para el ciclo 1954 – 1977. Estación Meteorológica Andalgalá.	6
Figura N° 6: Evapotranspiración potencial mensual en Huaco, Dpto. Andalgalá obtenidas por diferentes metodologías de estimación.	7
Figura N° 7: Mapa Geológico de la zona donde se sitúa el área de estudio.	10
Figura N° 8: Geomorfología presente en el área de estudio, Campo El arsenal.	12
Figura N° 9: Croquis de la evolución del cono aluvial del Río Andalgalá.	14
Figura N° 10: Localización de Andalgalá en pleno cono aluvial y desvío del cauce que generó la gran inundación de 1915 y su posterior desvío en el año 1927.	15
Figura N° 11: Avenida pavimentada 2 de abril en la ciudad de Andalgalá, ubicada en uno de los brazos del río homónimo.	15
Figura N° 12: Líneas de escurrimiento.	16
Figura N° 13: Curvas de nivel del área de estudio	17
Figura N° 14: Distribución porcentual de las principales provincias productoras de membrillo.	19
Figura N° 15: Cantidad de productores y fruta fresca comercializada en kilogramos, según distrito del departamento Andalgalá. Fuente Dirección de Certificación y Comercialización. Ministerio de Agricultura y Ganadería de la provincia de Catamarca. Campaña 2020/2021.	20
Figura N° 16: Cosecha de membrillo en Andalgalá.	20
Figura N° 17: Distribución de las calicatas y puntos de observación en el campo el Arsenal.	21
Figura N° 18: Ubicación de observaciones relacionadas a los escurrimientos.	22
Figura N° 19: Escurrimiento primario en el área del campo el Arsenal.	23
Figura N° 20: Cárcavas en el campo el arsenal, geoformas del escurrimiento primario.	23
Figura N° 21: Distribución de los escurrimientos secundarios en relación con los primarios.	24
Figura N° 22: Paisaje asociado a la calicata N°6.	25
Figura N° 23: Paisaje asociado a la calicata N°7.	25
Figura N° 24: Paisaje asociado a la calicata N°3.	26

Figura N° 25: Paisaje asociado a la calicata N°9.	26
Figura N° 26: Re-depósito de materiales clásticos de 1 a 3 cm.	27
Figura N° 27: Jarillas vegetación dominante.	28
Figura N° 28: Resultados de las observaciones particulares (Calicatas). Izquierda: diferenciación de horizontes. Derecha toma de muestras.....	29
Figura N° 29: Ubicación definitiva de calicatas.	30
Figura N° 30: Perfil de Calicata N° 3.	30
Figura N° 31: Análisis textural a campo.	31
Figura N° 32: Izquierda: Paisaje calicata N° 3. Derecha escurrimiento disectado zona estabilizada.	31
Figura N° 33: Perfil del Suelo N° 4.	32
Figura N° 34: A) Paisaje de la Calicata. B) Escurrimiento zona Estabilizada.....	32
Figura N° 35: Perfil de calicata N° 5.....	33
Figura N° 36: A) Paisaje calicata N° 5. B) Análisis Textural.	33
Figura N° 37: Calicata N° 6.	34
Figura N° 38: Análisis textural a campo.	34
Figura N° 39: A) Paisaje de la Calicata. B) Escurrimiento disectando zona estabilizada.	34
Figura N° 40: Calicata N° 1	35
Figura N° 41: Análisis Textural.....	35
Figura N° 42: A) Paisaje. B) Área ocupada con infraestructura de FM.	36
Figura N° 43: Perfil Calicata N° 2.	37
Figura N° 44: Perfil Textural Calicata N°2.	37
Figura N° 45: A) Paisaje de calicata 2.B) escurrimiento disectando zona estabilizada.	37
Figura N° 46: Calicata N° 8.	38
Figura N° 47: Análisis textural en campo de la calicata 8.....	38
Figura N° 48: A) Paisaje de la calicata y B) superficie disectada.	39
Figura N° 49: Perfil calicata N° 7.....	40
Figura N° 50: Análisis Textural.....	40
Figura N° 51: Calicata 7 A) Paisaje de la calicata y B) Escurrimiento disectando zona estabilizada.	40
Figura N° 52: Calicata N° 9.	41
Figura N° 53: Análisis de textura a partir de las muestras obtenidas en la calicata 9. ..	41
Figura N° 54: Calicata 9 A) Paisaje de la calicata y B) Escurrimiento disectando zona estabilizada.	42
Figura N° 55: Calicata N° 10.	42
Figura N° 56: Análisis textural a campo.	43

Figura N° 57: Calicata 10 A) Esguerrimiento disectando zona estabilizada y B) Paisaje de la calicata.	43
Figura N° 58: Cartografía serie El arsenal.....	46
Figura N° 59: Mapa de ubicación de la Colonia El Arsenal y perforaciones cercanas (Tálamo, 2022).....	56
Figura N° 60: Ubicación de los pozos relevados durante las tareas de campo.....	61
Figura N° 61: Pozo finca Aceitera Argentina N°1.	63
Figura N° 62: Pozo finca Aceitera Argentina (Vallespinos N°2).	63
Figura N° 63: Pozo Almendras.....	63
Figura N° 64: Pozo Planta de cloacas.....	64
Figura N° 65: Pozo Caranchi Huasi N°33.	64
Figura N° 66: Pozo Huaco N°1 – MUN-06-02 (Camping Municipal).	64
Figura N° 67: Pozo Huaco N°2 – Escuela Agrotécnica.	65
Figura N° 68: Pozo Huaco N°37.....	65
Figura N° 69: Pozo WEP-1.....	66
Figura N° 70: Pozo Huaco N°36.....	66
Figura N° 71: Equipo resistivímetro empleado.	68
Figura N° 72: Representación en gráfico bi-logarítmico de la curva de campo empalmada (en negro) y la curva de interpretación optimizada que responde al modelo físico – matemático más ajustado (en rojo). En azul se representa el modelo geoelectrico con las resistividades verdaderas y las profundidades.	68
Figura N° 73: Ubicación de SEV y trazas de perfiles geoelectricos.	69
Figura N° 74: Realización del SEV 1.....	71
Figura N° 75: Realización del SEV 3.....	71
Figura N° 76: Perfil Geoelectrico A-A'.	74
Figura N° 77: Perfil Geoelectrico B-B'.	75
Figura N° 78 Modelo Hidrogeológico Conceptual, modificado de Tálamo, 2022.	78
Figura N° 79: Grado de Cobertura según Blanquet (1932).	82
Figura N° 80: Especies florísticas.	83
Figura N° 81: Riqueza de especies florísticas.....	84
Figura N° 82: Vista hacia el Norte del paisaje de la zona de El Arsenal. Obsérvese el jarillal predominante.	85
Figura N° 83: Puntaje para diferentes tipos de evidencia utilizado para calcular el índice de ocurrencia (Boddicker et al., 2002).....	88
Figura N° 84: Índice de ocurrencia para las especies identificadas	89
Figura N° 85: Índice de abundancia de especies de mamíferos registrados para el área de estudio.....	90
Figura N° 86 Proporción de especies registradas distribuidas por Orden	90

Figura N° 87 Proporción de especies registradas distribuidas por Familia.	90
Figura N° 88: Índices de diversidad para el área del proyecto.	91
Figura N° 89: Secuencia de huellas de cuis chico.	92
Figura N° 90: Secuencia de huellas de zorro gris.	92
Figura N° 91 Ejemplares de aves en área de estudio.	93

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es evaluar la factibilidad para la localización de una colonia productiva, al sur oeste de la localidad de Andalgala, Provincia de Catamarca, en el predio conocido como "El Arsenal". Metodológicamente se comenzó vinculando todos aquellos antecedentes de geología, geomorfología y suelos, que tengan una relación directa con el área a desarrollar. Se visualizó la incidencia que existe entre los conos aluviales funcionales en las áreas de influencia, con la infuncionalidad del cono aluvial del río Andalgala, producida por el desvío del mismo a principios del siglo pasado, favoreciendo a la protección de fenómenos fluviales y de remoción en masa, no sólo sobre la ciudad homónima, sino también al área donde será emplazada la Colonia El Arsenal.

Se realizó también un inventario de la vegetación, una caracterización climática y, sobre todo, un trabajo detallado de suelos que permitió diferenciar una Serie Pura de Suelos y una Fase por erosión / salinidad. Dichas Unidades cartográficas a partir de pozos de observación y de la realización de 10 calicatas, con dos perfiles modales que dieron cuenta de la coherencia entre las tareas de gabinete - campo y laboratorio.

Los resultados concluyen que el área destinada a la colonia productiva tiene una muy buena aptitud agrícola, siempre en el marco de las características de zonas semiárida marginales, como es el caso que se plantea desarrollar. Por tal motivo y a los efectos de paliar algunos de los desafíos que se plantean en el trabajo es que se realizan recomendaciones, sobre todo con la forma de realizar el desmonte y el tipo de riego.

Desde el punto de vista hidrogeológico se realizó un diagnóstico del entorno, basado en la recopilación y análisis de antecedentes climáticos e hidrogeológicos, prospección geofísica y un censo de perforaciones existentes en la región. El estudio geoelectrico realizado indica la existencia de un relleno aluvial cuaternario de espesores variables entre 336 y 450 metros, encontrándose la zona saturada a profundidades comprendidas entre 172 y 190 metros. Los pozos más cercanos relevados, demuestran buenos rendimientos específicos, que permitirían la extracción de caudales superiores a 150 m³/h, produciendo un agua con baja cantidad de sales disueltas, apta para el riego de cultivos. La ubicación geomorfológica del proyecto se vincula con los sistemas de piedemonte de las sierras de Capillitas y Aconquija, las cuales forman parte de un sistema de recarga regional del acuífero por infiltración de los caudales base de los ríos al abandonar el ambiente de montaña e ingresar a la depresión de Pipanaco.

También se realizó un Aviso de Proyecto hacia las autoridades ambientales de la Secretaría de Ambiente de la Provincia de Catamarca, dando cuenta de las condiciones ambientales y requisitos para la realización de un proyecto de Colonización.

1. INTRODUCCIÓN

El Gobierno de la Provincia de Catamarca desea establecer una colonia productiva con el fin de asistir a pequeños productores de la localidad de Andalgalá. La misma ha sido ubicada en el predio del campo “El Arsenal”, localidad de Andalgalá, Catamarca.

Entre sus objetivos, está realizar la infraestructura necesaria para que puedan desarrollar sus cultivos y aplicar tecnología que les permita obtener el sostén de la familia y generar un movimiento económico que beneficie a un porcentaje importante de la población.

El campo cuenta con unas 100 ha (hectáreas), de las cuales se estiman poner en producción unas 90 ha, que se parcelaran conforme al plano que se incluye en el título área de estudio.

El proyecto prevé un desarrollo de infraestructura, que va desde el parcelamiento, provisión de agua, conducción y presurización en la puerta de cada parcela, como asimismo de galpones, oficinas y todo el desarrollo necesario para hacer operativa la colonia.

Teniendo en cuenta las inversiones necesarias para un proyecto de estas características, se han realizado estudios preliminares que muestren la factibilidad de este. Se trata de estudios básicos, relacionados principalmente a los recursos, suelo y agua y al diseño hidráulico que se pretende establecer, con características que sólo se pueden viabilizar si se cuenta con los recursos naturales apropiados.

1.1. Área de estudio

El área de estudio es el proyecto de unidad de inversión productiva “*EL ARSENAL*”. Figura N° 1.

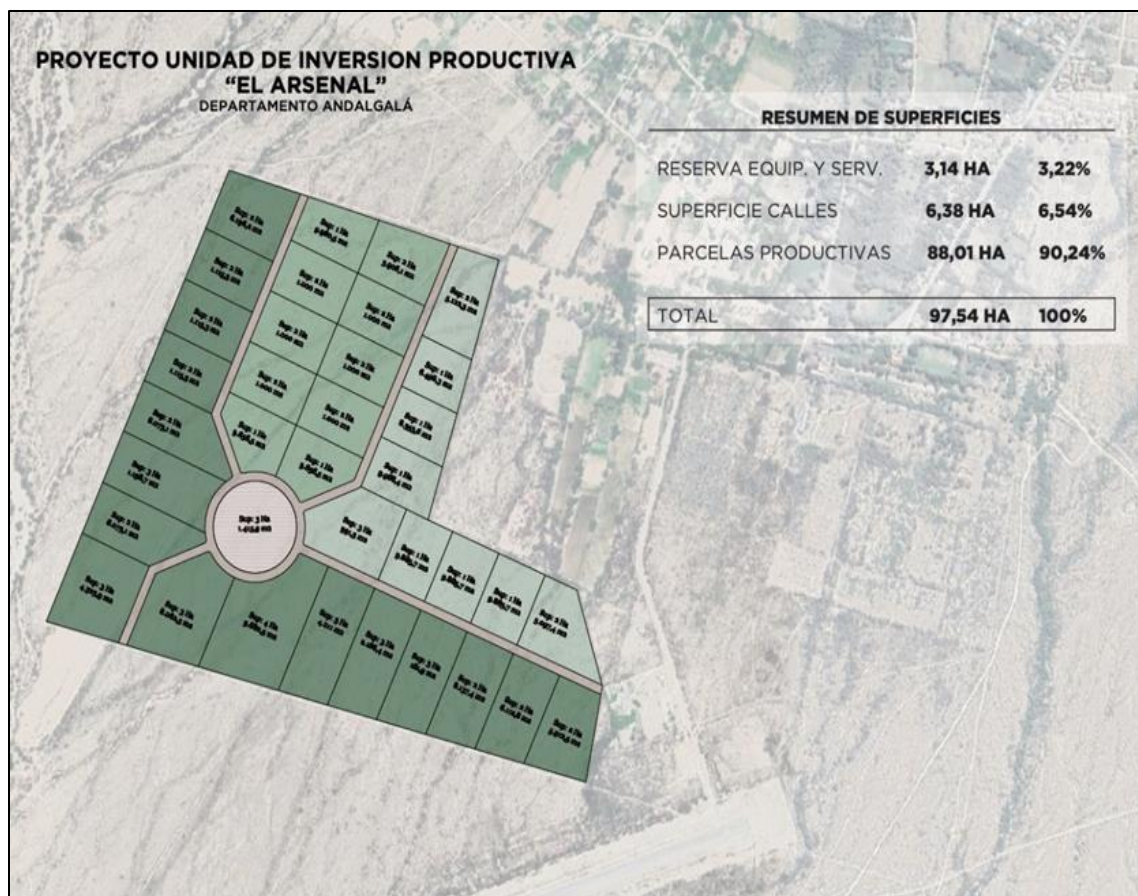


Figura N° 1: Área de estudio, campo productivo "El Arsenal".

La misma se ubica al suroeste de la localidad de Andalgalá, capital del departamento homónimo, ubicado aproximadamente a 230 km de la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca. Figura N° 2

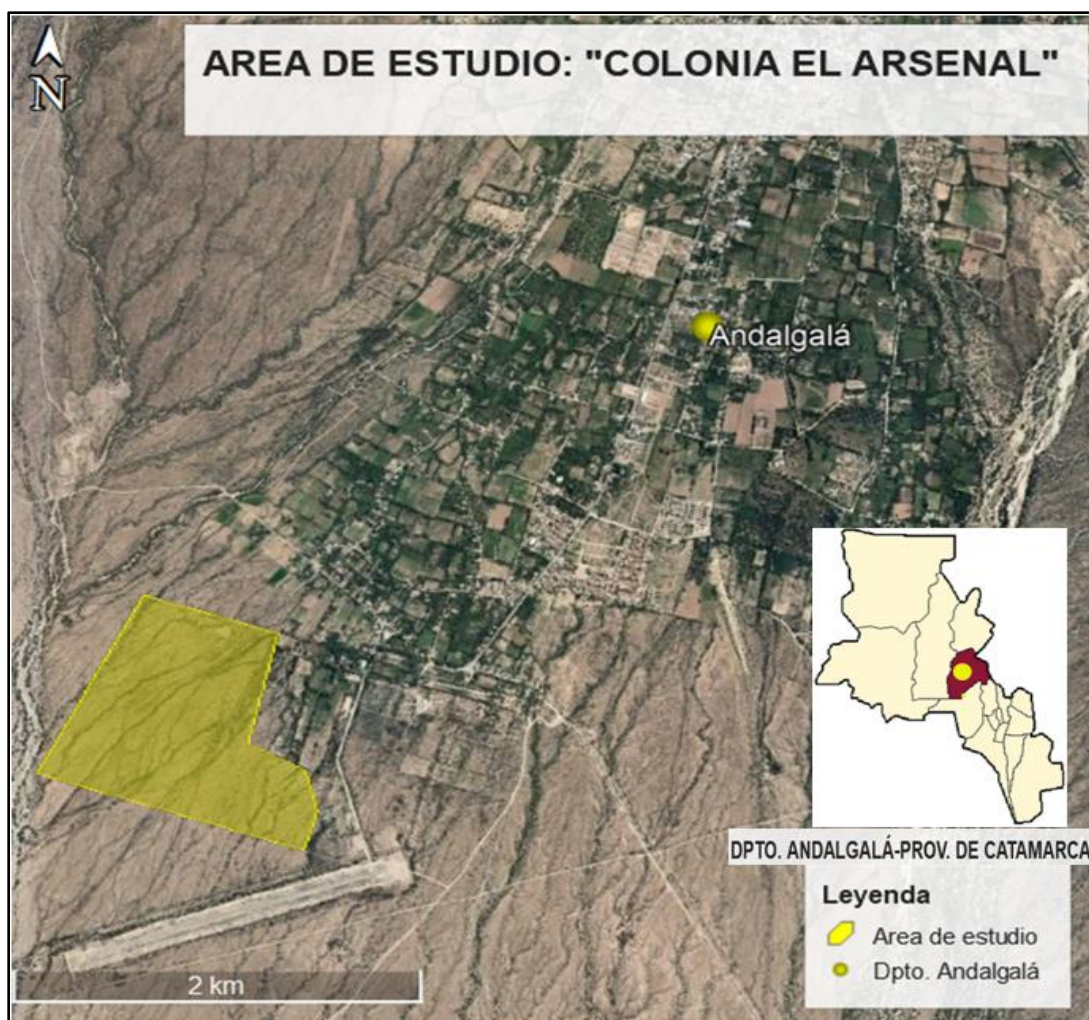


Figura N° 2: Área de Estudio al suroeste de la capital del Dpto. Andalgalá.

Andalgalá tiene unos 15.000 habitantes y la zona cuenta con una larga historia de pequeños productores dedicados a diferentes cultivos: olivos, viñas, membrillos, limas, nogales, ají, pimientos, etc. Posee una vasta trayectoria y fama de sus sabrosos dulces, que han trascendido las fronteras provinciales.

1.2. Finalidad

Aportar información de base para la planificación e instalación de la Colonia productiva El Arsenal.

1.3. Objetivos

Realizar un análisis de la factibilidad edafoclimática, hidrológica y ambiental para el futuro desarrollo del predio productivo.

Objetivos particulares

- Caracterizar geológica y geomorfológicamente el área de estudio.
- Estudiar áreas para la posible ubicación de obras de captación de aguas subterráneas.
- Evaluar la disponibilidad de agua para uso humano y de riego.
- Evaluar las características externas e internas de los suelos para conocer su aptitud agrícola.
- Elaborar un mapa de suelos detallado del área de la colonia.
- Producir un informe de base ambiental que contenga aspectos relevantes para el desarrollo de la Colonia

1.4. Plan de trabajo

Recopilación de antecedentes

Uso de la tierra: Se recopilaron todos aquellos antecedentes tanto ambientales (suelo, agua, vegetación, flora, clima), como productivos, es decir el uso de los suelos, tanto en el pasado como en la actualidad.

Evaluación de la Dirección de Bosques Nativos: En el área de estudio es posible identificar especies de bosques nativos, sin embargo, al tratarse de una colonia impulsada por el propio gobierno, se espera la resolución de dicho organismo, para la autorización definitiva. Teniendo en cuenta que el 55% de la superficie se encuentra sin condicionamiento y por la escala de trabajo, se considera que al ser una superficie homogénea, no debería haber problemas para el emplazamiento de la colonia. Figura N°

3



Figura N° 3: Zonación de Bosques Nativos. En verde áreas sin condicionamiento para este tipo de proyecto. En amarillo con aprobación del organismo competente.

Evaluación de la Dirección Provincial de Antropología (en trámite).

Antecedentes ambientales: que tengan mayor o menor importancia en el impacto del Proyecto en la zona de estudio (Suelo, agua, clima, geología, geomorfología) y toda otra información de infraestructura que coadyuve a la mejor interpretación del área.

2. CLIMA

2.1. Componentes climáticas de la región

La zona de estudio se localiza en el bolsón de Pipanaco donde desaguan los cursos fluviales del flanco sur de la sierra de Capillitas – Ovejería – Santa Bárbara. El río Andalgala es uno de los principales cursos que luego de abandonar el sistema serrano forma un cono aluvial de elevada pendiente que, progresivamente, pasa a una llanura de pie de monte que se extiende luego hasta alcanzar los sectores más cercanos del Salar de Pipanaco.

El área presenta escasas precipitaciones líquidas, con una variación comprendida entre 100 y 360 mm anuales; correspondiendo los valores más bajos a la región sur (zona de influencia del Salar de Pipanaco) y los más altos en las inmediaciones de la localidad de Andalgala. Los datos de precipitaciones medias para el período comprendido entre los años 1954 – 1977, en la estación meteorológica Andalgala, indican una media anual de 301,1mm (milímetros). El período lluvioso se extiende entre los meses de diciembre a marzo, ocurriendo cerca del 82 % de las precipitaciones. La época de sequía abarca los meses de abril a noviembre.

En cuanto a temperaturas, los valores medios superan los 30 °C para los meses noviembre – febrero y debajo de los 15 °C entre mayo – agosto. Figura N° 4

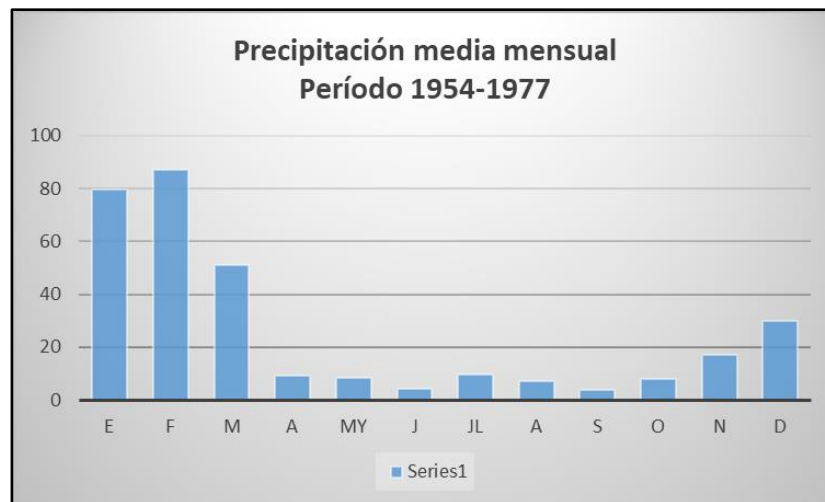


Figura N° 4: Precipitaciones Medias (mm) para el ciclo 1954 – 1977. Estación Meteorológica Andalgala.

Los registros de temperatura muestran siempre un descenso en los valores a medida que aumentan las alturas. También varía estacionalmente con los valores extremos en los meses de verano. La temperatura promedio anual en la estación meteorológica de Andalgala para el intervalo 1954 a 1977 es de 19,6 °C. Figura N° 5

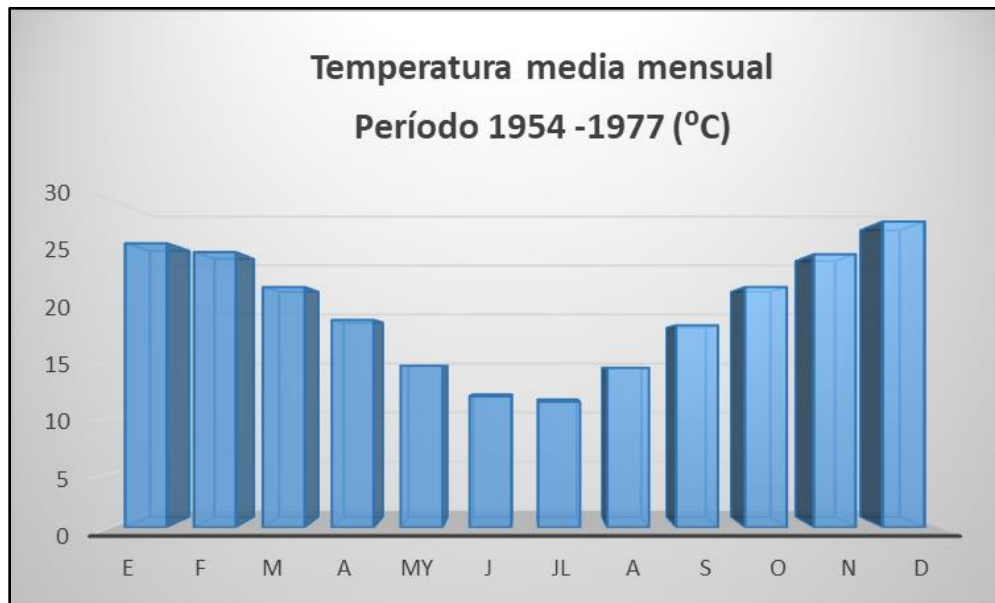


Figura N° 5: Temperaturas Medias para el ciclo 1954 – 1977. Estación Meteorológica Andalgala.

La evapotranspiración obtenida en la estación meteorológica de Huaco, Dpto. Andalgala es mayor en los meses de diciembre y enero, los valores más bajos se midieron en los meses de junio y julio. Figura N° 6

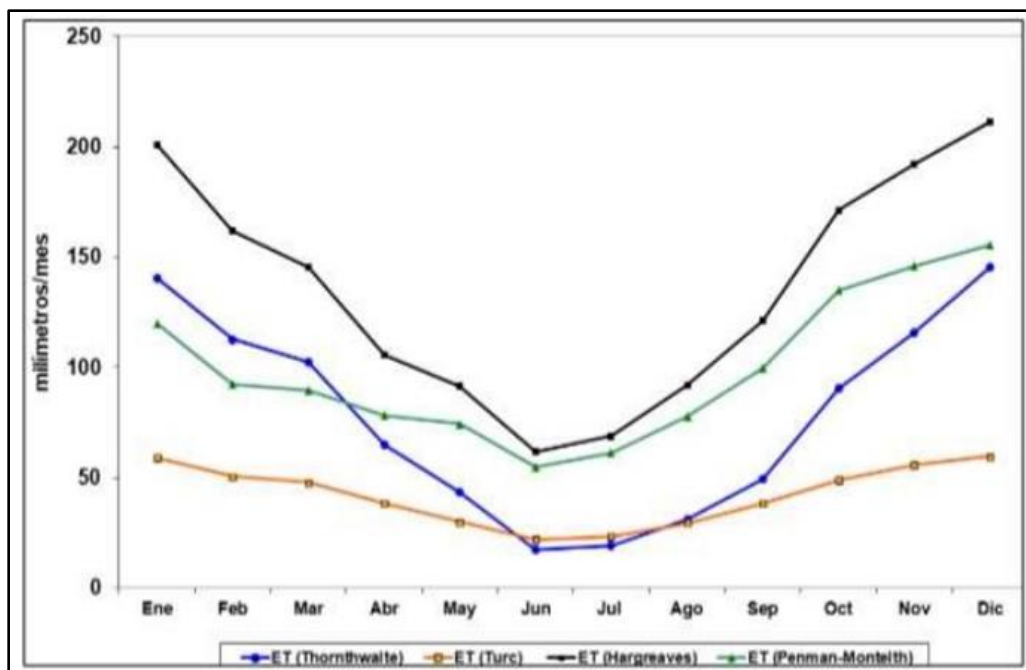


Figura N° 6: Evapotranspiración potencial mensual en Huaco, Dpto. Andalgala obtenidas por diferentes metodologías de estimación.

A continuación, se exponen los registros y procesamiento de índices climáticos simples y complejos en Huaco, Andalgala. Tabla1

Tabla 1: Registros e índices climáticos simples y complejos recopilados desde la estación meteorológica en Huaco, Andalgala.

Mes	Temp. Media Max	Temp. Media Min	Temp. Media	Pp.	Vel. Media Viento	Hum. Rel. Media	Fecha Media Primera Helada	Fecha Media Última Helada	Periodo Libre de Heladas	Etp Potencial (Thornthwaite) (mm/mes)
	(°C)	(°C)	(°C)	(mm)	(Km/h)	(%)				
Enero	32	18	25	101,6	8,3	57				140
Febrero	30,9	17,3	24,2	67,2	6,8	61				113
Marzo	29	16,3	22,6	65,4	6,2	61				102
Abril	25,6	12,4	19	19,4	8,5	62				65
Mayo	24,3	7	15,8	5,4	9,73	61				43
Junio	18,2	2,6	10,4	1,8	9,23	60				17
Julio	18,9	2,6	10,7	11,9	9,93	57				19
							20 de Mayo	15 de Septiembre	Aprox. 250 días	
Agosto	21,5	4,8	13,2	6,3	11,23	54				31
Septiembre	24,5	8,1	16,3	8	13,1	51				49
Octubre	29,4	12,6	20,9	15,5	14,9	51				90
Noviembre	31,4	15,5	23,32	33	15,5	52				116
Diciembre	32,8 1	17,9	25,3	76,7	15,1	54				145

3. GEOLOGÍA

A continuación, se presenta una reseña geológica de los aspectos más relevantes encontrados en la bibliografía: Geología y Petrografía de las hojas 12d Capillitas y 13 d Andalgalá por F. González Bonorino, 1950. Estudio Geoambiental Farallón Negro 2018. Servicio Geológico Minero de Argentina (SEGEMAR).

El área de estudio forma parte de la Provincia Geológica Sierras Pampeanas, donde afloran secuencias de rocas graníticas, metamorfitas y mixtas pertenecientes al basamento cristalino, de edad precámbrica.

Esta unidad, regionalmente, se encuentra fracturada en bloques de sentido norte – sur. Las rocas del complejo granítico corresponden a cuerpos batolíticos extensamente distribuidos, constituidas por granitos de grano mediano a grueso, con grandes cristales de feldespatos potásicos lo que le otorga un aspecto porfiroide. Las megaunidades metamórficas del cordón del Ambato, incluyen filitas, esquistos, migmatitas, etc.

A nivel regional, la cubierta sedimentaria que a fines del Terciario cubría el basamento cristalino. Actualmente está representada por los niveles de areniscas y conglomerados alojados en las depresiones tectónicas que forman los valles longitudinales (González Bonorino, 1950). Sus componentes son rodados subredondeados de esquistos micáceos, esquistos bandeados, gneis, migmatitas, etc.

En algunos lugares los componentes son casi exclusivamente de origen pegmatítico, las concentraciones de distintos tipos litológicos indican que el arrastre ha sido abundante. Estas sedimentitas terciarias no afloran en el área.

Estructuralmente, se reconocen dos grandes etapas tectónicas. La más antigua de ellas expresada en la inclinación, plegamiento y dinamometamorfismo de las rocas del basamento paleozoico. La más reciente, probablemente correspondería a la etapa final del Terciario, que fracturó y elevó diferencialmente los bloques del basamento que formaron este sector de las

Sierras Pampeanas y otros dieron lugar a la extensa depresión que hoy ocupa el Salar de Pipanaco. Los planos de estas fallas tienen orientaciones generales NNW – SSE y son de tipo inverso. Los bloques del basamento se encuentran inclinados hacia el este, levantándose por su lado occidental.

La depresión generada se rellenó con materiales aluviales (depósitos fluviales, gravitacionales, de conos, etc.) y eólicos, siendo este relleno un reservorio de aguas subterráneas.

En el área de estudio se encuentran presentes:

Rocas graníticas (pre-paleozoico)

Al norte y noroeste de Andalgalá, la sierra está formada en su mayor parte por granitos adamellíticos de textura porfiroides. Hacia el norte en proximidades de Capillitas,

la facies porfiroide pasa gradualmente pero rápidamente a equi-granular, con grano mediano.

La roca predominante en una plutonita con proporción equivalente de feldespato de potasio y de plagioclasas de los cuales el primero suele sobresalir por su tamaño originando una textura porfiroide. Aparte del tipo dominante mencionado, se encuentran variaciones locales existen como granodioritas, sienitas y tonalitas.

En la parte oriental son frecuentes las pegmatitas. Estos diques se alojan preferentemente en o cerca del contacto, aunque no penetran en general dentro de los esquistos, al contrario de las pegmatitas.

Rocas metamórficas (pre-paleozoico)

El complejo metamórfico del basamento está formado por rocas pelíticas con un grado de metamorfismo variable. El sedimento original fue una arcilla probablemente rica en potasio y menos rica en clorita.

El metamorfismo de estos sedimentos se debió en esencia a los cuerpos graníticos intruídos en ellos, que actuaron sobre rocas ya convertidas en semi-metamórficas (arcillitas pizarrosas) por movimientos tectónicos.

Los esquistos del basamento cristalino han sufrido los efectos de dos metamorfismos sucesivos, uno dinámico o dinamotérmico y otro térmico. El primero fue débil y transformó las arcillitas en pizarras.

Depósitos fluviales y flangomerados (Cuaternario)

Los depósitos cuaternarios cubren la mayor parte del área. Dentro de ellos la mayor extensión corresponde a acumulaciones de piedemonte que convergen hacia el fondo de los amplios bolsones. Además de estos flanglomerados, existen depósitos fluviales propios del drenaje estable de los valles. Estos depósitos se distinguen en general de los de pie de sierra, por la mayor estratificación y selección de sus componentes como así también por su menor diferenciación granulométrica en el sentido de la corriente.

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. Las dunas así formadas avanzan sobre los otros depósitos.

Figura N° 7

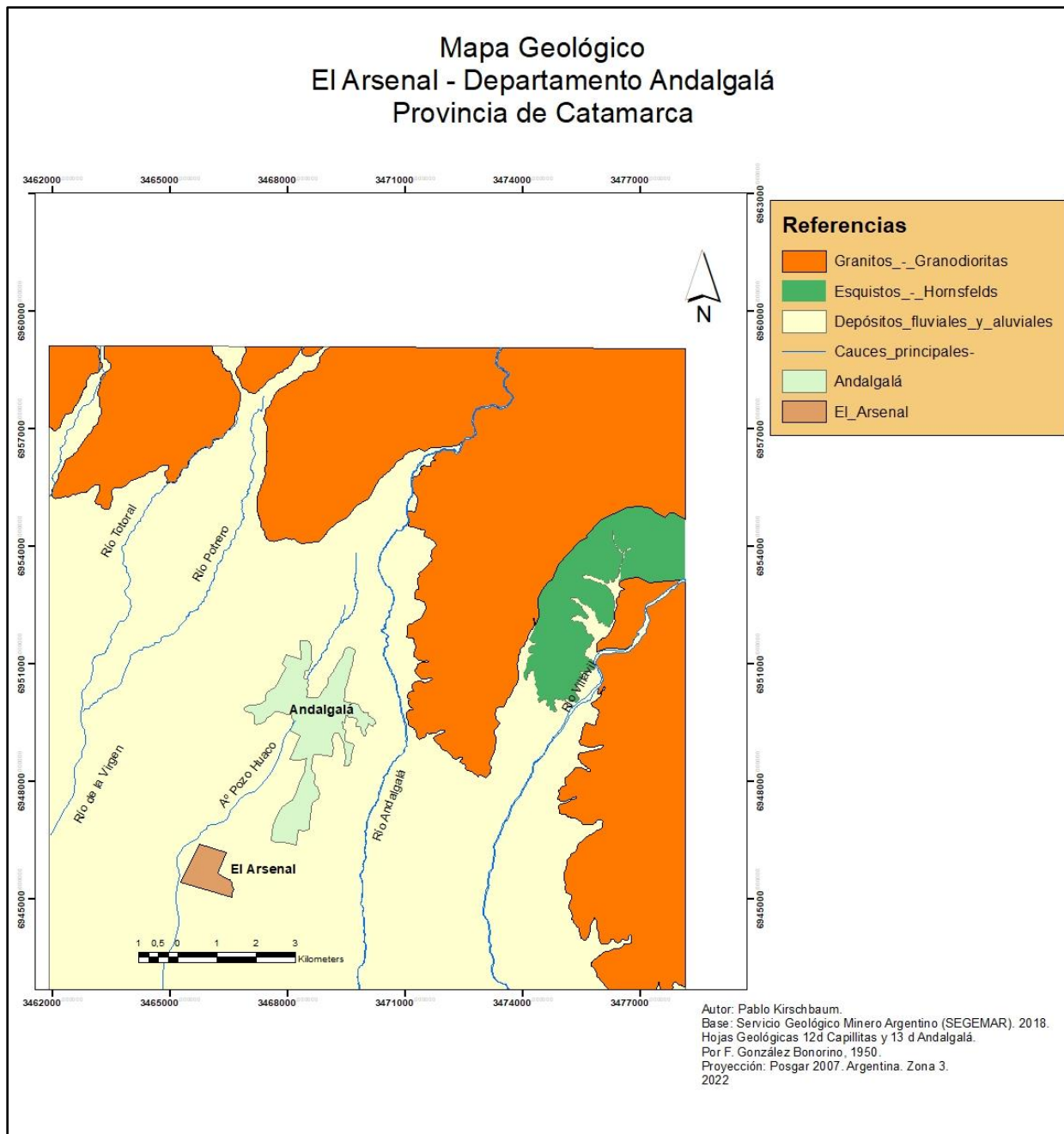


Figura N° 7: Mapa Geológico de la zona donde se sitúa el área de estudio.

4. GEOMORFOLOGÍA

A continuación, se presenta una reseña geomorfológica de los aspectos más relevantes vinculados al área de estudio a partir del Estudio Geoambiental Farrallón Negro, elaborado por SEGEMAR (2018).

Teniendo en cuenta la geología descrita, es necesario reconocer aspectos de su modelado. Es decir, si planificamos un desarrollo urbano o una zona destinada a

emprendimientos productivos, debemos conocer las características tanto de los procesos erosivos como los de sedimentación.

Su entendimiento ayudará no solo a la planificación sino a la prevención o a la mitigación de aquellos daños que pudieran ocurrir.

Se presentan los rasgos geomorfológicos más sobresalientes en un área de aproximadamente 28.300 hectáreas que influyen directamente sobre el área de estudio.

El paisaje en general está compuesto por cordones montañosos separados por valles y amplias depresiones, con un modelado generado a través de procesos fluviales, glaciares, periglaciario, eólico y de remoción en masa.

En la zona de estudio, las rocas que integran las cabeceras de los cerros corresponden a metamorfitas, migmatitas y rocas graníticas, mientras que los valles y depresiones están cubiertas por depósitos formados por los sedimentos transportados por los ríos y el viento. Figura N° 8

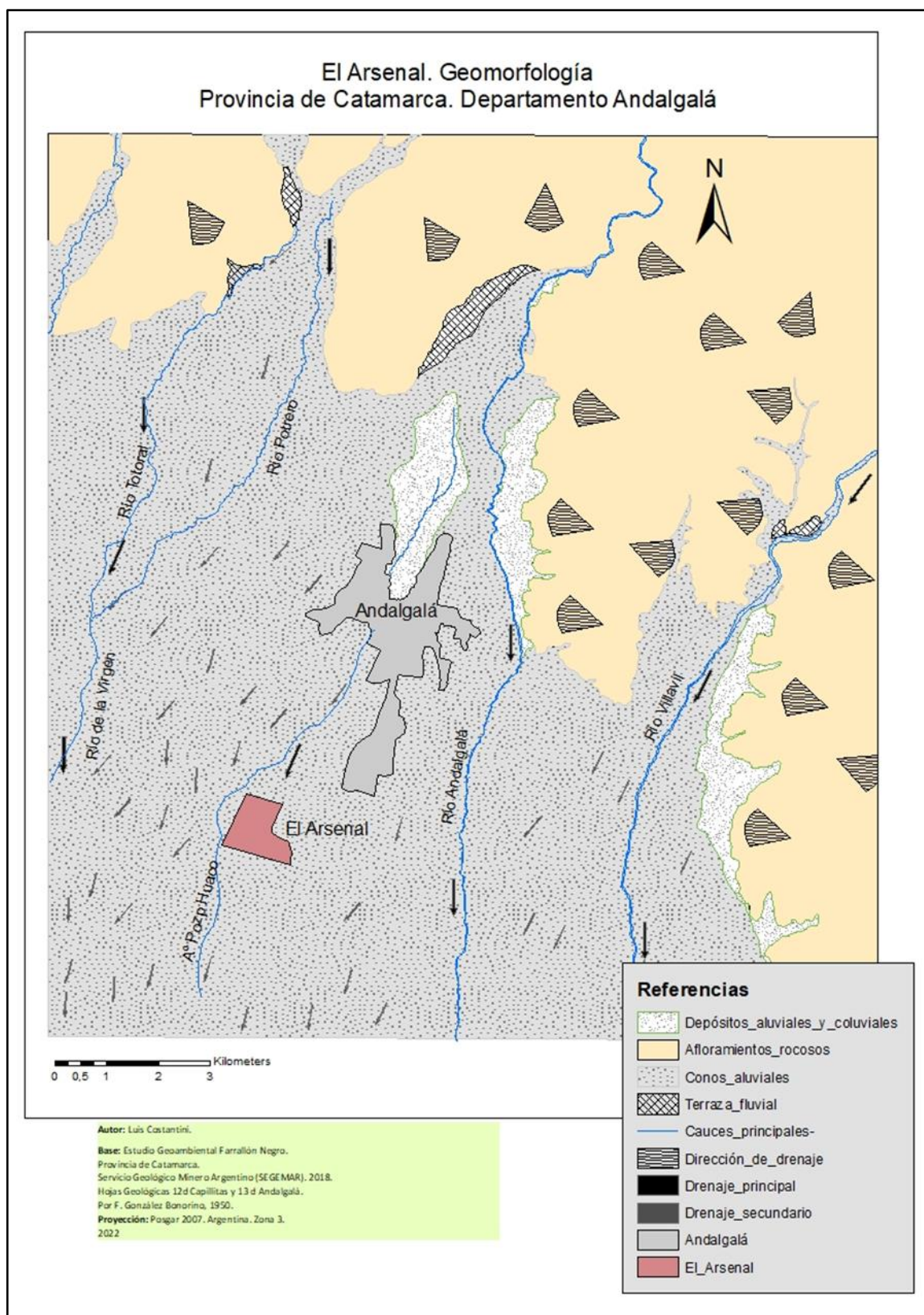


Figura N° 8: Geomorfología presente en el área de estudio, Campo El arsenal.

4.1 Geoformas y Procesos

Las unidades de paisaje o geoformas son expresiones del relieve resultantes de la interacción de diferentes procesos que han actuado a través del tiempo geológico. Se presentan algunos de estos.

Procesos fluviales , eólicos, peri-glaciarios y de remoción en masa: se resalta la fuerte importancia en la modelización del paisaje por parte de los procesos fluviales y de remoción en masa en un contexto de grandes pendientes (por su tectónica) y del clima semiárido con precipitaciones torrenciales (concentradas en época estival) y una vegetación serrana, que coadyuvan a generar flujos densos (coladas de barro) y flujos de detritos como los presentes en la localidad de Andalgalá e incluso aguas arriba de ésta.

La actividad fluvial actuando sobre pendientes fuertes típicas de las Sierras Pampeanas, generó por un lado el transporte de materiales movilizados por gravedad y un proceso de agradación, con distintos niveles de conos y bajadas aluviales.

Los cursos fluviales presentes, construyeron sus conos aluviales pudiendo ser identificados: el Cono aluvial del Río Villavil, Cono aluvial del Río Andalgalá (La Cañada) y el Pié de Monte (conjunción de varios conos aluviales) de los Ríos De la Virgen, Río Potrero, Río Choya y el Río Amanao

En el croquis de la Figura 9 se observa como el cono aluvial del Río Villavil es aterrizado por el Río de la Cañada. El cono generado por el Río Andalgalá fue disectado por el mismo, atravesando el pueblo homónimo.

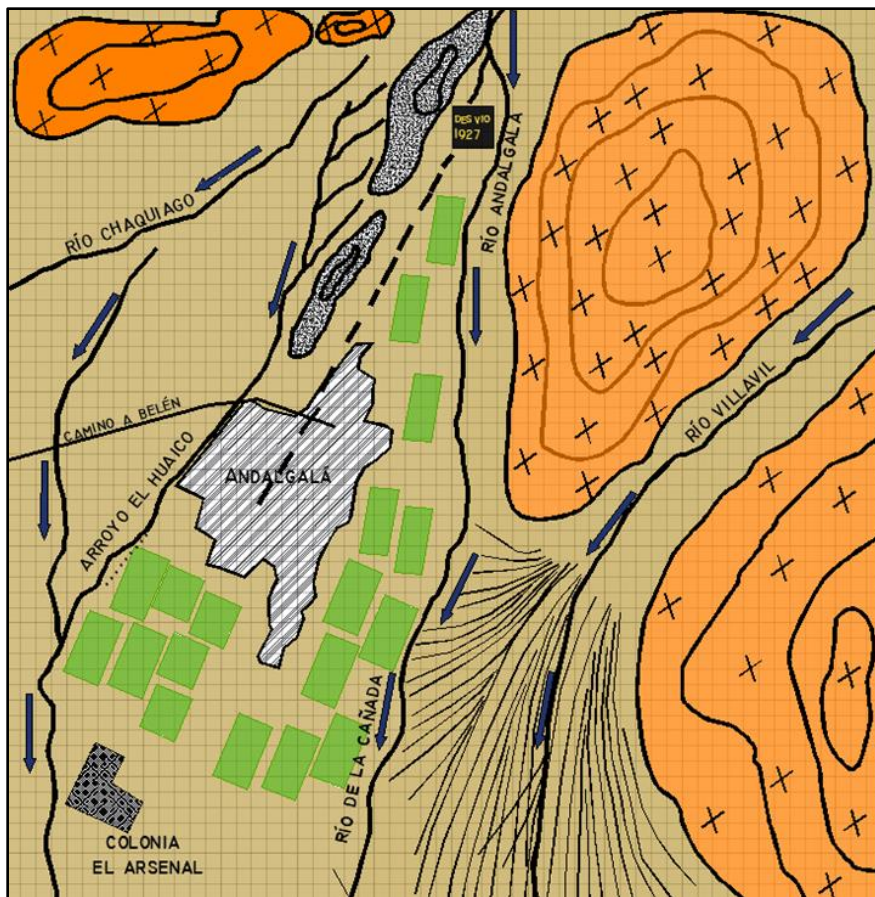


Figura N° 9: Croquis de la evolución del cono aluvial del Río Andalgala.

Al tener fuerte pendiente y gran cantidad de materiales disponibles, generó sucesivas inundaciones a fin del siglo XIX y principios del siglo XX, dejando en algunos casos daños en vidas humanas y graves daños materiales. Figura N° 10. Por este motivo se realizó hace casi 100 años el desvío de este incorporando hoy sus aguas al río de la Cañada. Así entonces, el viejo cono del río Andalgala dejó de ser funcional. Su flanco oeste fue aterrazado por los cursos de agua como Chaquiago, El Huaico de la Virgen y hacia el este, por el desvío realizado hace casi 100 años, por el actual río de la Cañada. En esa zona, se emplaza la ciudad de Andalgala, pudiendo observarse actualmente un puente donde pasaba uno de los brazos del río Andalgala, hoy "Avenida 2 de Abril", pavimentada y en pleno centro de la ciudad. Figura 11.



Figura N° 10: Localización de Andalgala en pleno cono aluvial y desvío del cauce que generó la gran inundación de 1915 y su posterior desvío en el año 1927.



Figura N° 11: Avenida pavimentada 2 de abril en la ciudad de Andalgala, ubicada en uno de los brazos del río homónimo.

Se concluye que el desvío del río Andalgala, un hecho antrópico, provocó que gran parte del cono aluvial de este río, esté protegido de inundaciones o ingreso de flujos densos.

4.2. Rasgos geomorfológicos del predio en estudio

El depósito está conformado fundamentalmente por arenas, con lentes de gravilla fina y colas muy subordinadas de materiales finos como corresponde a un cono que actuó como seleccionador granulométrico. No se observan materiales gruesos (bloques, rodados o clastos) propios de la parte apical ni materiales finos (limo y arcillas) propios de la parte distal. Esta homogeneidad de sedimentos ha sido disectada por líneas de drenaje que son analizadas en las observaciones generales de suelos. Sin embargo, podemos agregar la presencia de materiales más gruesos (arenas gruesas y gravillas) en dichos escurrimientos por efecto de pulsos diferenciales de energía.

Colonia el Arsenal ocupa la parte media baja del cono aluvial del Río Andalgá. Teniendo en cuenta que dicho cono no es funcional a los procesos erosivos y de sedimentación ya comentados, la dinámica superficial de la colonia se verá influenciada principalmente por las precipitaciones estacionales que afecten únicamente a la superficie de esta.

El relieve de esta parte del cono se encuentra disectado por líneas de escurrimientos (Figura 12) en consonancia con las curvas de nivel de la Figura 13.

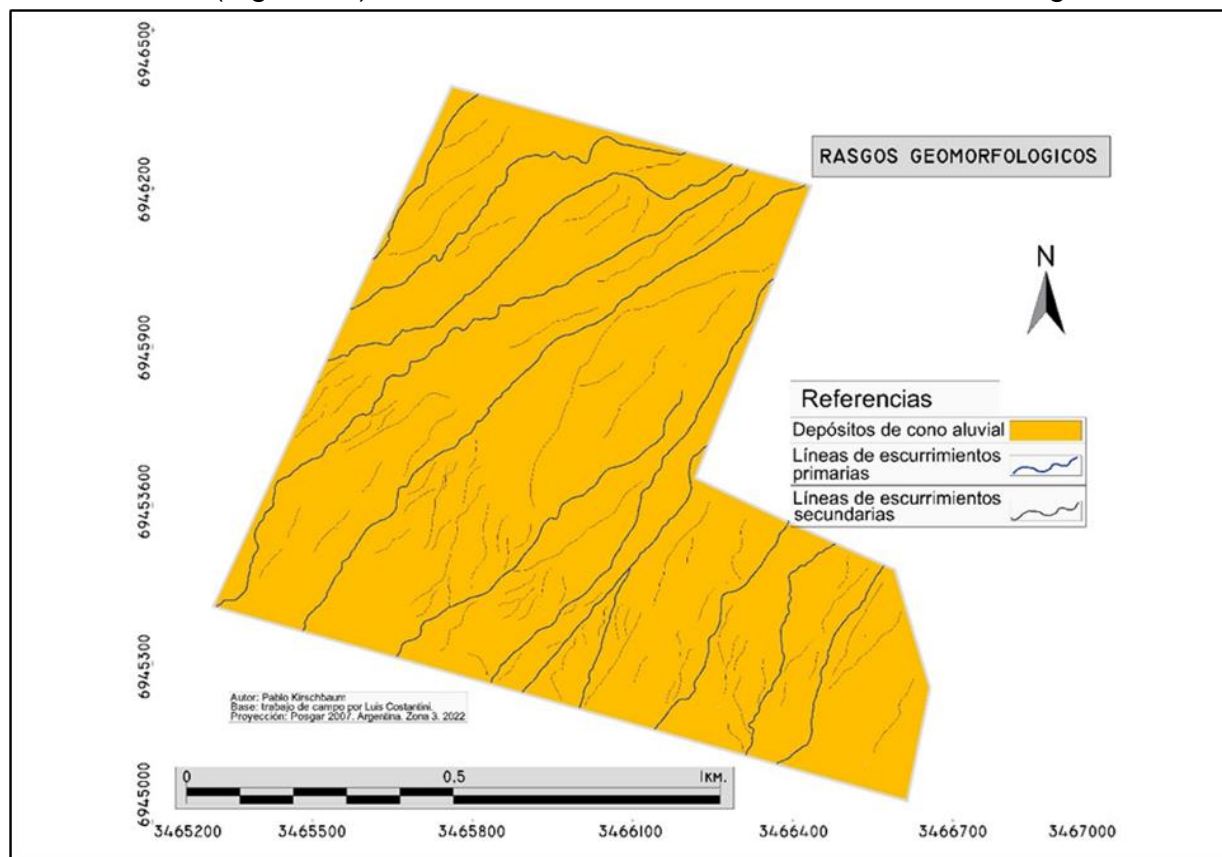


Figura N° 12: Líneas de escurrimiento.

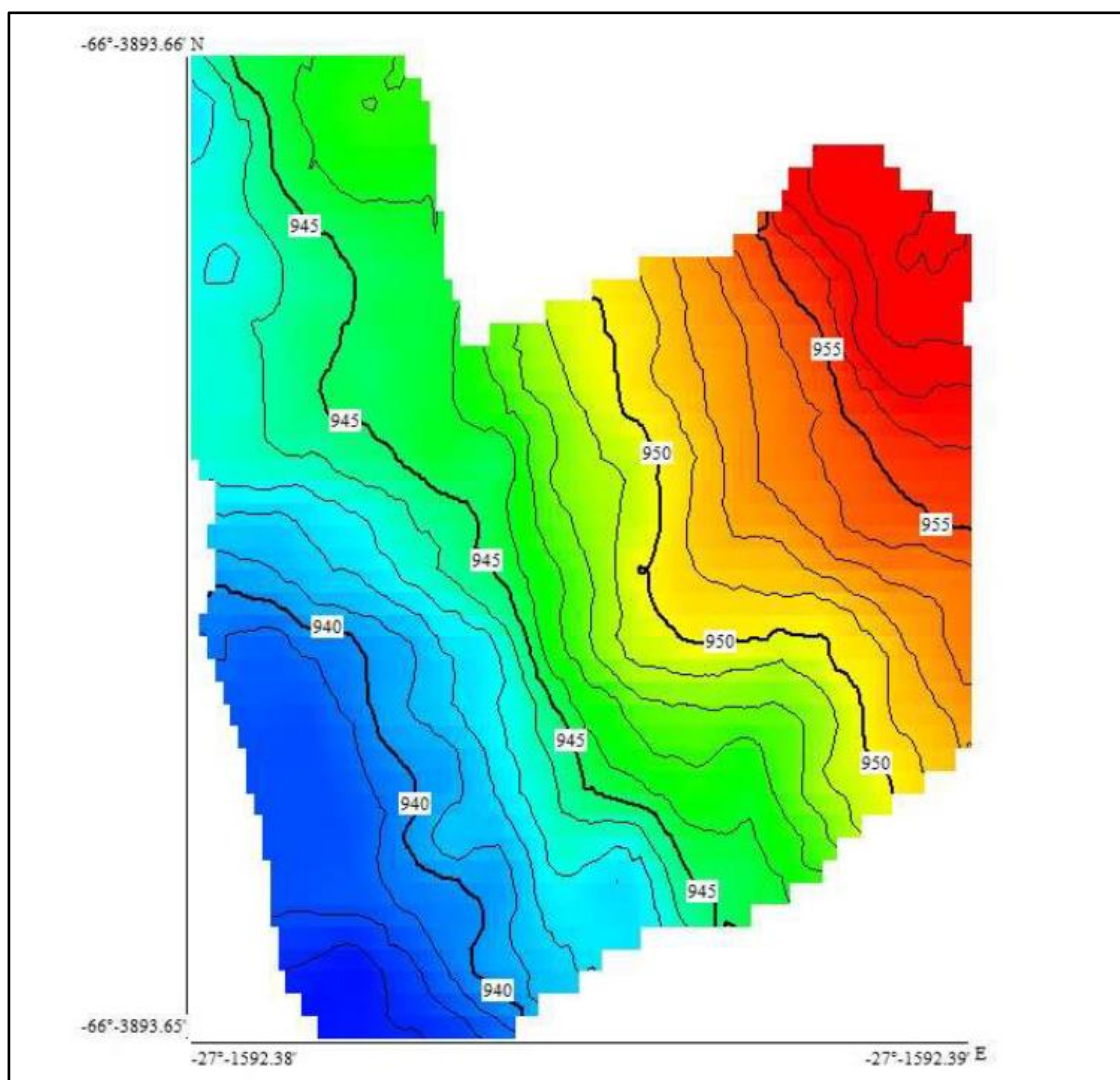


Figura N° 13: Curvas de nivel del área de estudio

4.3. Usos del suelo productivo:

A los efectos de este trabajo encaminado a una Colonia Agrícola, se menciona exclusivamente aspectos relacionados a la Agricultura. Figura N° 14

La producción predominante es la frutihortícola, teniendo como protagonista a pequeños y medianos productores con una tenencia de tierras que no supera las 3 o 4 Ha. La escasa asistencia técnica, el insuficiente acceso al agua, la falta de recursos para labores culturales como poda y fertilización, sumado a la falta de tecnología generan un gran esfuerzo en los productores con una baja rentabilidad.

La información básica sobre cultivos en Andalgala ha sido aportada por la Secretaría de Agricultura a través de la Dirección de Agricultura de la provincia de Catamarca.

Olivos: Según el Censo Nacional realizado recientemente, da una superficie cultivada con olivos de 415 has, predominantemente variedades para aceite, que se comercializa a industrias de la zona, con una producción total estimada en 2075 tn de frutas.

Nogal: El mismo censo, informa una superficie cultivada de 265 Ha, cuya producción se vende un 50% con cascara y el otro 50% como mariposa entera y partida, con una producción estimada en la campaña de 1500 tn de fruta.

Hortalizas, Por los datos de la delegación de la Dirección de Agricultura de Andalgala, se estima una superficie plantada de 250 ha aproximadamente, siendo el cultivo de tomates, pimiento y ají dulce los que predominan. El tomate se industrializa la mayor parte en la misma localidad, el Ají se utiliza para encurtido y se comercializa ya industrializado y goza de una reputación excelente en cuanto a su calidad. En menor proporción se cultiva el pimiento, que también en mayor proporción se utiliza para su industrialización.

Frutales, como vid, duraznos, ciruelos, etc., se hacen presentes, pero en superficies pequeñas, que se comercializan en el mercado local o bien se llevan a la capital.

Membrillo: las autoridades Provinciales, a través de AICAT (Agroindustrias Catamarca), que encomendaron el trabajo del Estudio de Factibilidad, comunicaron la decisión de hacer un monocultivo en dicha colonia, la totalidad de la superficie se parcelará y se plantará con Membrillo, que es el cultivo predominante en la zona y como consecuencia de una demanda insatisfecha de materia prima.

Por tal motivo se extrajo información producida por el Ministerio de Agricultura de la provincia sobre el cultivo del membrillo, dada la decisión tomada en cuanto que será el cultivo para implantar en la colonia El Arsenal.

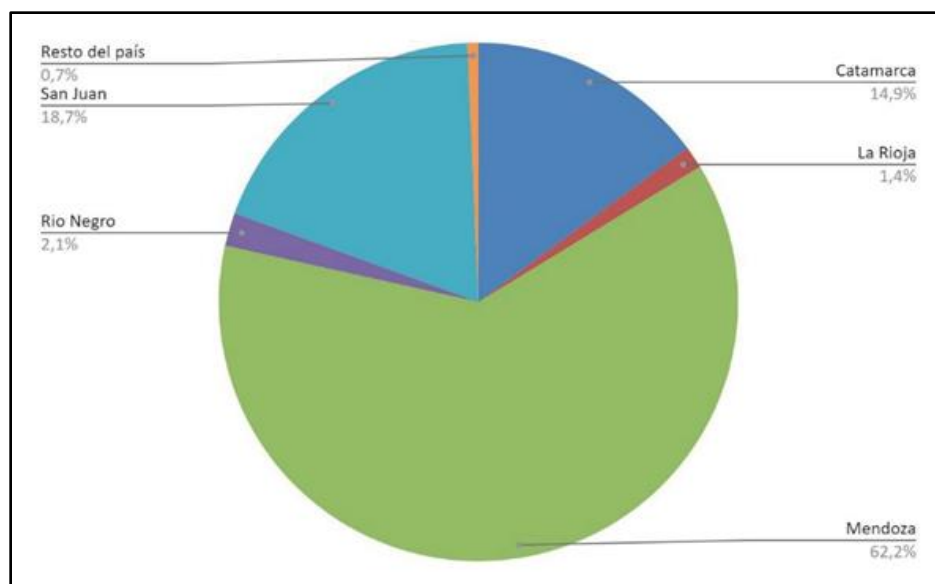


Figura N° 14: Distribución porcentual de las principales provincias productoras de membrillo.

A nivel provincial, el membrillo es el séptimo cultivo frutal en superficie implantada, detrás del olivo (para aceite y conserva), el nogal, la vid, la naranja, la mandarina y el pecan. En Catamarca, la producción de membrillo se concentra en el departamento de Andalgalá (Andrada, 2000; CNA, 2008), seguido por Belén y Pomán (CNA, 2008). La producción de membrillo en la provincia es llevada a cabo en su totalidad por pequeños productores minifundistas, cuya superficie promedio no supera 1 a 1,5 Ha de producción (Noé, 2011). Figura N° 15

Distritos	Cantidad de productores	Fruta fresca comercializada (Kilogramos)
Choya	125	606.785
El Potrero	86	437.536
Chaquiago	72	314.873
Malli I° y II°	68	256.346
La Aguada	30	118.816
Huaco	32	74.790
Placa	04	21.095
Villavil	09	11.882
Huachaschi	10	10.961
Amanao	02	8.289
S/D	23	96.251
Total	461	1.957.624

Figura N° 15: Cantidad de productores y fruta fresca comercializada en kilogramos, según distrito del departamento Andalgalá. Fuente Dirección de Certificación y Comercialización. Ministerio de Agricultura y Ganadería de la provincia de Catamarca. Campaña 2020/2021.

El manejo tradicional de las plantaciones está basado en la utilización de la variedad Champion, con densidades de plantación de 450 a 500 plantas/ha, conducción en vaso libre o forma arbustiva, sin poda y con bajo empleo de agroquímicos y fertilizantes (Cólica, 2017). Figura N° 16

Los rendimientos promedio oscilan entre los 15.000 a 20.000 Kg/ha, aunque en condiciones de estrés hídrico, estos disminuyen considerablemente.



Figura N° 16: Cosecha de membrillo en Andalgalá.

5. ESTUDIO DE SUELOS

5.1. Análisis de Antecedentes

En el análisis de antecedentes se tuvo en cuenta trabajos de zonas cercanas al área de estudio. A la escala de detalle y semi detalle, que aporten conocimientos al presente trabajo. Ellos son:

- Estudio de suelo - Área: Huaco - Andalgalá. Proyecto NOA HIDRICO. Lic. Adelqui Ocaranza. 1980.
- Diagnóstico Hidrogeológico – Aptitud Agrícola – Area Mollecito, Andalgalá. CONHIDRO. Por Tálamo, E., Costantini L. Et al. 2008.
- Estudio de Prefactibilidad Colonia Huaco – Andalgalá – Catamarca. Universidad Nacional de Catamarca. 2020.

5.2. Interpretación de imágenes satelitales

A partir de la interpretación de la información obtenida, se procedió a la planificación de puntos de observación y ubicación de las 10 calicatas programadas en el campo el Arsenal. Figura N° 17 y 18

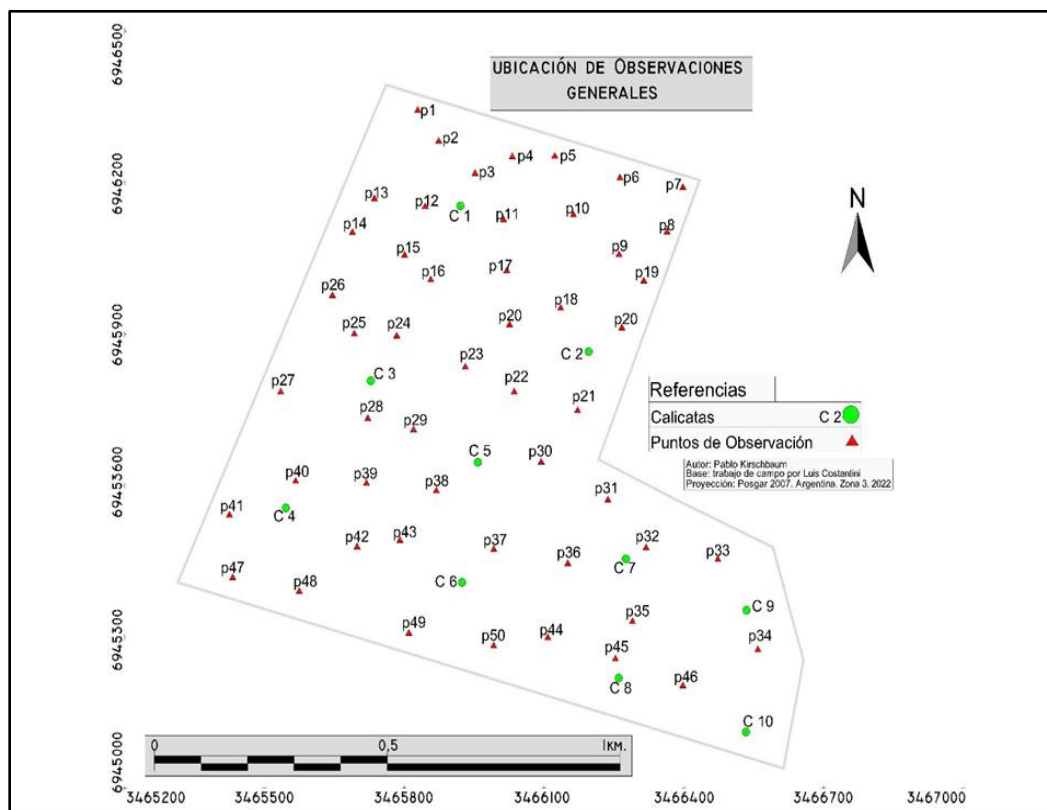


Figura N° 17: Distribución de las calicatas y puntos de observación en el campo el Arsenal.

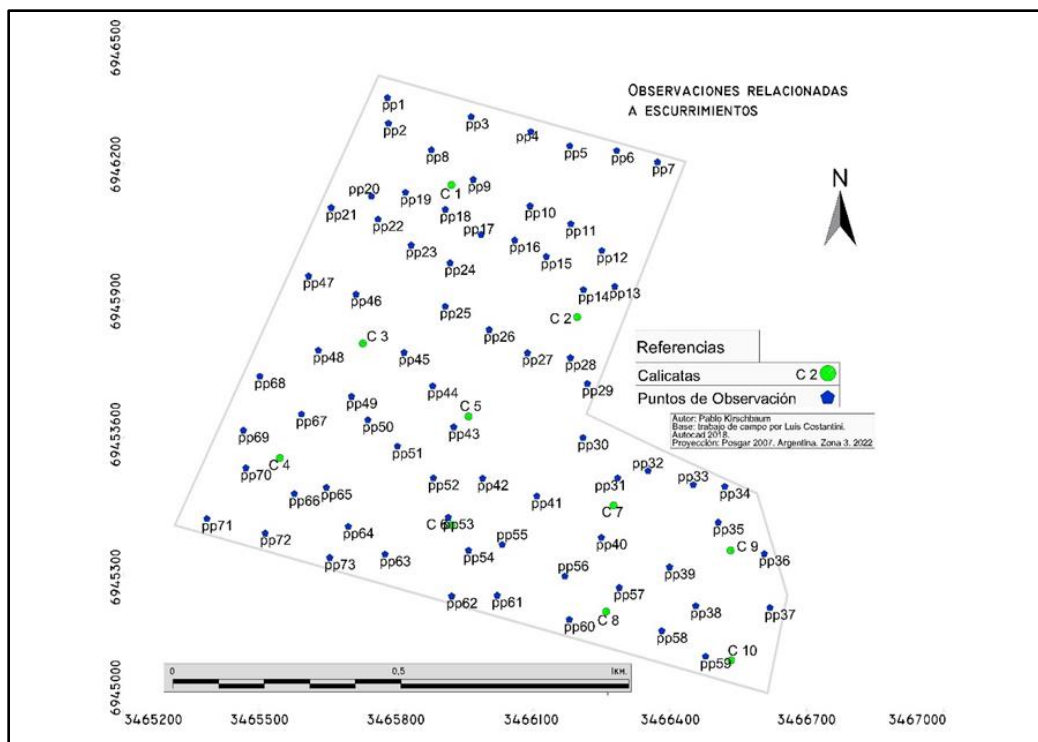


Figura N° 18: Ubicación de observaciones relacionadas a los escurrimientos.

5.3. Reconocimiento de campo

5.3.1. Observaciones generales

En este apartado se exponen los resultados de las observaciones en el campo obtenidos a partir de las calicatas y puntos de observación. Las cuales se describen siguiendo dos criterios:

a) A lo largo de las líneas de escurrimientos:

Dentro de este criterio, en el área de trabajo se puede subdividir al escurrimiento entre primarios y secundarios. Figura N° 19

Escurrecimiento primario: da como resultado en el terreno cárcavas que atraviesan toda el área de estudio de orientación NO-SE, con dimensiones de profundidad variable: entre 50 -100 cm de ancho y entre 100 - 300 cm. Figura N° 20

Poseen un canal principal de transporte de materiales anuales, fundamentalmente de arena gruesa, sin clastos mayores. En muchos casos la vegetación comienza a instalarse en el propio canal dando muestra de una dinámica superficial decreciente o menos activa, quizás por la inactividad del cono del río Andalgala, quedando solamente los aportes pluviales directos.

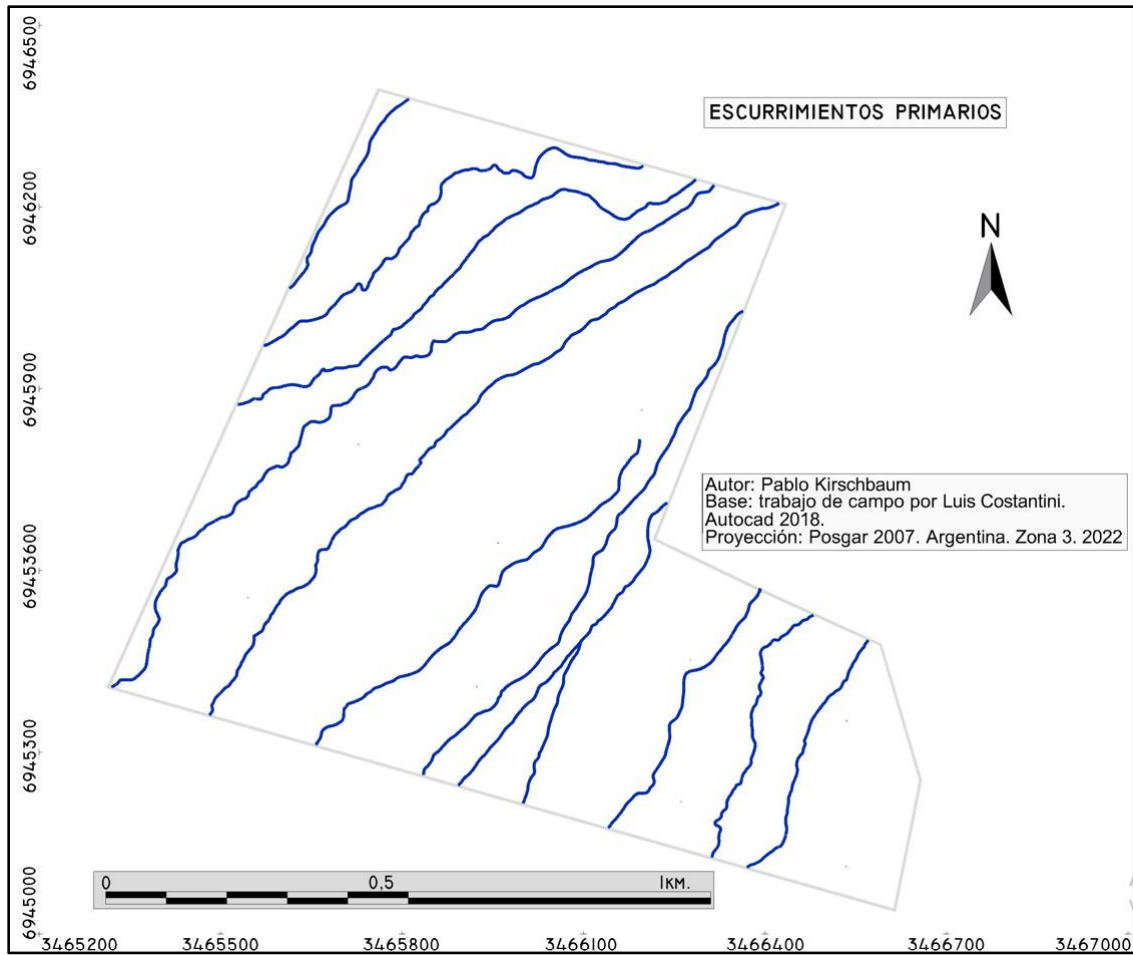


Figura N° 19: Esgurrimiento primario en el área del campo el Arsenal.



Figura N° 20: Cárcavas en el campo el arsenal, geofomas del esgurrimiento primario.

Esgurrimiento secundario: genera cárcavas de menor tamaño, que ocupan la superficie, principalmente en la zona media y baja de las líneas de esgurrimientos

primarias. Son verdaderos derrames que invaden los interfluvios o zonas estabilizadas intermedias. Figuras N° 21,22,23,24y25

No tienen canal definido y son responsables de cierto grado de erosión superficial. El monte arbustivo resiste y pueden observarse, superficies importantes de jarillas que no son afectadas por la erosión superficial dejando un relieve parcialmente disectado. Entre las calicatas N°3,6,7y 9 existe la mayor densidad de estas líneas de escurrimientos secundarios. Figura N° 21.

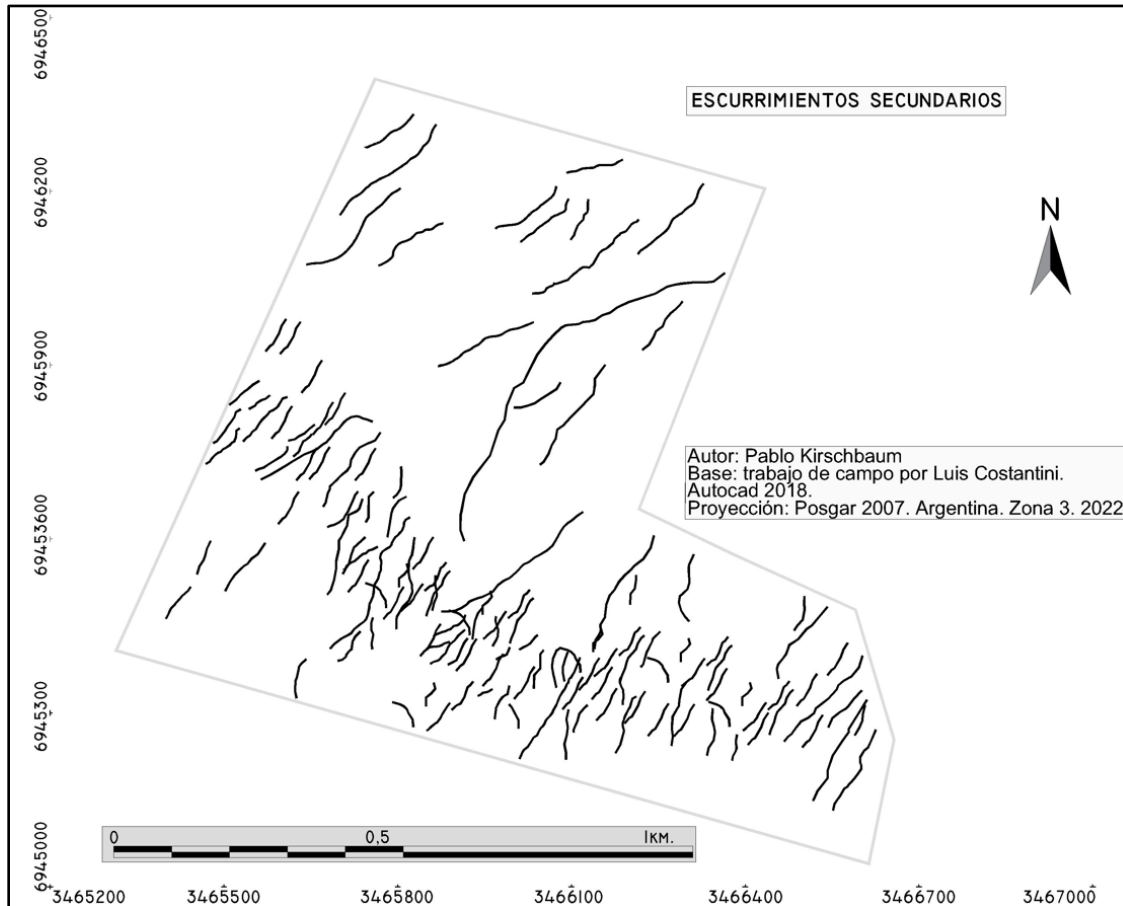


Figura N° 21: Distribución de los escurrimientos secundarios en relación con los primarios.



Figura N° 22: Paisaje asociado a la calicata N°6.



Figura N° 23: Paisaje asociado a la calicata N°7.



Figura N° 24: Paisaje asociado a la calicata N°3.



Figura N° 25: Paisaje asociado a la calicata N°9.

b) Pequeños pozos, presencia de halófitas, indicadoras de presencia de sales, de texturas de suelos u otros indicadores para evaluar la continuidad de los depósitos.

Son observaciones no puntuales, producto del reconocimiento del terreno. En algunos casos se realizaron pozos someros (profundidad de una pala, para ir chequeando s cambios texturales o bien de la presencia de carbonatos en capas superficiales.

Una vez reconocidas las líneas de drenaje, se procedió a recorrer los interfluvios identificando los siguientes rasgos:

- **Presencia de halófitas:** No se reconoció la presencia de ninguna Halófitas en toda la zona relevada.
- **Presencia de sales:** Se procedió a chequear la presencia de carbonatos en la capa superior de los suelos, siendo negativo en la totalidad de los casos.
- **Textura:** la clase textural dominante es AF (Areno Franco). Subordinado: A (Arenoso). Una vez que se detectó la homogeneidad en toda la superficie, sólo se realizaron practicas texturales cuando ameritaba una duda de la presencia más fina, situación que no sucedió.
- **Otros:** se relevaron aspectos que aparecían en superficie: Cuevas de animales (indicador de texturas gruesas); presencia de materiales diferentes a los reconocidos (no encontrado); zonas húmedas (indicadoras de relieves más bajos): no encontrados: Microrelieves: (los descriptos para la zona media baja del territorio).

Del reconocimiento en el terreno también surge que el cambio de energía del agua, re-depositó materiales clásticos de 1 a 3 cm de diámetro. Esta situación es anómala y no vista nuevamente ni en superficie ni en los perfiles estudiados. Figura N° 26



Figura N° 26: Re-depósito de materiales clásticos de 1 a 3 cm.

También se identifica que la vegetación predominante es homogénea (95% Jarilla) y se traslada dicha homogeneidad a los materiales que componen el suelo. Figura N° 27



Figura N° 27: Jarillas vegetación dominante.

5.4. Observaciones particulares (calicatas). (descripción del Pedón).

A partir de las observaciones generales realizadas, se separaron áreas estabilizadas por las líneas de drenajes principales. Dichas áreas y a pesar de la homogeneidad general observada, fueron tenidas en cuenta y seleccionadas para realizar en cada una de ellas una descripción puntual. Por lo tanto, se realizaron 10 calicatas entre 1.40 m y 1,60 m de profundidad. La descripción del perfil del suelo permitió:

1) Diferenciación de Horizontes o capas de Suelo, para definir propiedades de cada uno de ellos:

- Clase textural a campo
- Tipo, clase y forma de estructura edáfica
- Color
- Presencia de raíces
- Otras: Cualquier otra observación que coadyuve al entendimiento o comprensión del pedón relevado.
- Para muestreo de las diferentes capas que componen el perfil del suelo.

2) Extracción de muestras:

Se extrajeron tres muestras de cada perfil y enviadas a un laboratorio cumpliendo con los estándares de calidad requeridos para este tipo de trabajo. Las determinaciones solicitadas fueron:

- Clase textural, pH, calcáreo, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo soluble, potasio intercambiable y salinidad (por conductividad eléctrica).



Figura N° 28: Resultados de las observaciones particulares (Calicatas). Izquierda: diferenciación de horizontes. Derecha toma de muestras.

A continuación, se describen los perfiles según la secuencia de las calicatas realizadas la campaña de campo. Figura N° 29

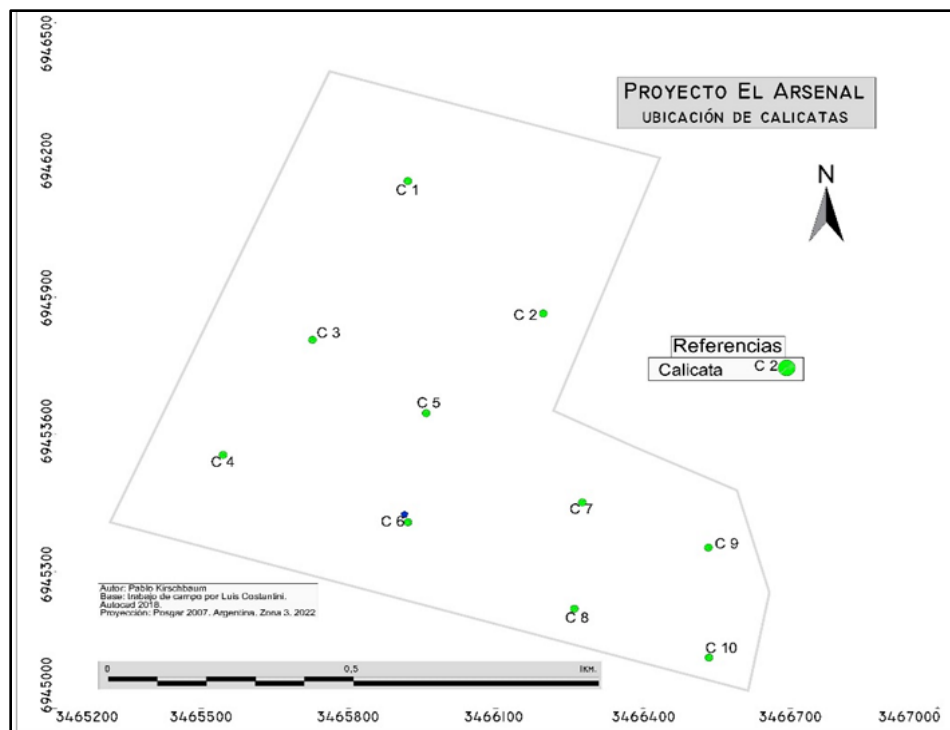


Figura N° 29: Ubicación definitiva de calicatas.

- **Calicata N°3: coordenadas: 27° 37' 04.8" S 66° 20' 50.0" O**


	A/C	0 – 12 cm: Pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco. Arenoso (A); bloques subangulares medios, débiles. No plástico no adhesivo; pH 8.8. sin carbonatos; moderada presencia de raíces. Límite claro y suave.
	C1	12 – 42 cm: Pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en seco. Areno Franco/ Arenoso (AF/A); Masivo con tendencia a bloques. No plástico no adhesivo; pH 8.9; sin carbonatos. escasa presencia de raíces. Límite abrupto y suave
	2C2	42 – 116+ cm: Pardo Amarillento claro (10YR 6/4) en seco. Arenoso. Con gravilla fina. Suelto; No plástico no adhesivo; pH 7,8. Sin Carbonatos. Sin presencia de raíces.

Figura N° 30: Perfil de Calicata N° 3.



Figura N° 31: Análisis textural a campo.



Figura N° 32: Izquierda: Paisaje calicata N° 3. Derecha escurrimiento disectado zona estabilizada.

Tabla 2: Datos de laboratorio - Calicata N° 3.

Hte. / Capa Espesor cms	Clase textural	pH	Calcáreo %	Materia orgánica %	Nitrógeno total Nt %	Fósforo P ppm	Potasio K me/100g	Salinidad CEes dS/m
A/C 0 – 12	A	8.85	<0.25	0.85	0.053	10.9	0.11	1.98
C1 12 – 42	AF/A	8.92	<0.25	1.02	0.064	10.7	0.30	0.58
2C2 42 – 120+	A	7.78	<0.25	0.95	0.060	15.8	0.35	0.22

- **Calicata N° 4: coordenadas: 27° 37' 13.0" S 66° 20' 56.7"**


	A/C	0 – 32 cm: Pardo pálido (10 YR 6/3) en seco. Areno Franco (AF); bloques subangulares medios, débiles. No plástico no adhesivo; pH 8.4. sin carbonatos; moderada presencia de raíces. Límite claro y suave.
	C1	32 – 72 cm: Pardo amarillento claro (10YR 6/4) en seco. Arenoso (A); Masivo, suelto. No plástico no adhesivo; pH 8.8; sin carbonatos. Sin presencia de raíces. Límite abrupto y suave.
	2C2	72 – 112+ cm: Gris parduzco claro (10YR 6/2) en seco. ArenoFranco (AF); Masivo, suelto. No plástico no adhesivo; pH 7.8; sin carbonatos. Sin presencia de raíces.

Figura N° 33: Perfil del Suelo N° 4.



Figura N° 34: A) Paisaje de la Calicata. B) Escurrimiento zona Estabilizada

Tabla 3 Datos de laboratorio Calicata 4

Muestra espesor cm	Clase textural	pH	Calcáreo %	Materia orgánica %	Nitrógeno total Nt %	Fósforo P ppm	Potasio K me/100g	Salinidad CEes dS/m
A/C 0 - 32	AF	8.42	<0.25	1.10	0.069	11.1	0.44	0.37
C1 32 - 72	A	8.84	<0.25	0.95	0.060	11.3	0.26	1.93
2C2	AF	7.80	<0.25	1.05	0.066	10.4	0.43	3.12

- **Calicata N°5** Coordenadas: **27° 37' 10.1" S 66° 20' 41.6" O**


	C1	0 – 35 cm: Pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco. Areno Franco (AF); Masivo con tendencia a bloques No plástico no adhesivo; pH 7.8. Sin carbonatos; escasa presencia de raíces. Límite abrupto y suave.
	2C2	35 – 77 cm: Pardo pálido (10YR 6/3) en seco. Areno Franco (AF); Masivo, suelto, con gravilla. No plástico no adhesivo; pH 8.7; sin carbonatos. Sin presencia de raíces. Límite abrupto y suave.
	3C3	79 – 118+ cm: Pardo amarillento claro (10YR 6/2) en seco. Arenoso (A); Masivo. No plástico no adhesivo; pH 8; sin carbonatos. Sin presencia de raíces.

Figura N° 35: Perfil de calicata N° 5.



Figura N° 36: A) Paisaje calicata N° 5. B) Análisis Textural.

Tabla 4: Datos de laboratorio Calicata 4.

Muestra espesor cm	Clase textural	pH	Calcáreo) %	Materia orgánica %	Nitrógeno total Nt %	Fósforo P ppm	Potasio K me/100g	Salinidad CEes) dS/m
C1 0 - 28	AF	8.89	<0.25	1.12	0.070	11.3	0.44	0.53
2C2 28 - 62	AF	8.70	<0.25	0.88	0.055	10.8	0.36	2.24
3C3 62 – 115+	A	8.03	<0.25	0.87	0.055	10.2	0.42	1.18

- **Calicata N°6 coordenadas: 27° 37' 73.8" S 66° 20' 42.9" O**


	C1	0 – 35 cm: Pardo amarillento (10 YR 5/6) en seco. Arenoso (A); Masivo con tendencia a bloques No plástico no adhesivo; pH 8.9. Sin carbonatos; escasa presencia de raíces. Límite abrupto y suave.
	2C2	35 – 84 cm: Pardo pálido (10YR 5/6) en seco. Areno Franco (AF); Masivo con tendencia a bloques No plástico no adhesivo; pH 8.6; sin carbonatos. Sin presencia de raíces. Límite abrupto y suave.
	3C3	84 – 140+ cm: Pardo amarillento claro (10YR 6/2) en seco. Areno Franco/Arenoso (AF/A); Suelto con gravilla. No plástico no adhesivo; pH 7.6; sin carbonatos. Sin presencia de raíces.

Figura N° 37: Calicata N° 6.



Figura N° 38: Análisis textural a campo.

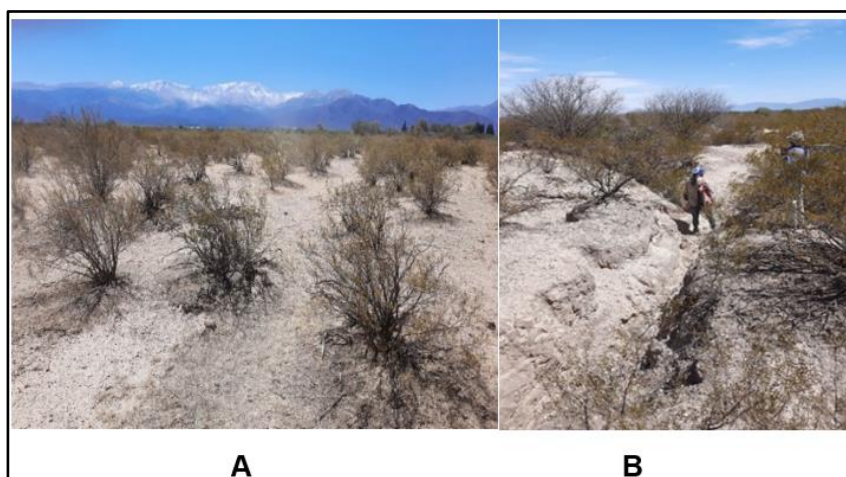


Figura N° 39: A) Paisaje de la Calicata. B) Esguerrimiento disectando zona estabilizada.

Tabla 5: Datos de laboratorio Calicata 6.

Muestra espesor cm	Clase textural	pH	Calcáreo %	Materia orgánica %	Nitrógeno total Nt %	Fósforo P ppm	Potasio K me/100g	Salinidad CEes dS/m
C1 0 – 35cm	A	7.86	<0.25	1.02	0.064	10.9	0.48	4.55
2C2 35 - 84	AF	8.60	<0.25	1.11	0.070	11.2	0.54	0.50
3C3 84 – 142+	AF/A	7.64	<0.25	0.86	0.054	11.0	0.20	0.72

• Calicata N° 1 Coordenadas: 27° 36' 53.6" S 66° 20' 42.9" O

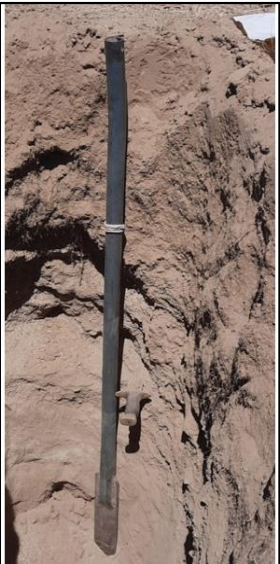
	C1	0 – 45 cm: Pardo amarillento claro (10 YR 6/4) en seco. Arenoso (A); Masivo con tendencia a bloques No plástico no adhesivo; pH 8.6. Sin carbonatos; escasa presencia de raíces. Límite abrupto y suave.
	2C2	34 – 78 cm: Pardo amarillento (10YR 5/4) en seco. Areno Franco (AF); Suelto, Gravilloso No plástico no adhesivo; pH 8.6; sin carbonatos. Sin presencia de raíces. Límite abrupto y suave.
	3C3	78 – 138+ cm: Pardo amarillento (10YR 5/4) en seco. Arenoso (A); Masivo. No plástico no adhesivo; pH 7.5; sin carbonatos. Sin presencia de raíces.

Figura N° 40: Calicata N° 1



Figura N° 41: Análisis Textural.



Figura N° 42: A) Paisaje. B) Área ocupada con infraestructura de FM.

Tabla 6: Datos de laboratorio Calicata N° 1.

Muestra espesor cm	Clase textural	pH	Calcáreo %	Materia orgánica %	Nitrógeno total Nt %	Fósforo P ppm	Potasio K me/100g	Salinidad CEes dS/m
C1 0 – 34	AF	8.67	<0.25	1.06	0.067	11.1	0.48	0.51
2C2 34 - 78	A	7.63	<0.25	0.84	0.053	11.0	0.13	2.36
3C3 78 – 145+	AF	7.50	<0.25	1.08	0.068	12.4	0.40	4.68

- **Calicata N° 2 Coordenadas: 27° 37' 03.0" S 66° 20' 32.9" O**


	C1	0 – 43 cm: Pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco. Arenofraco/ Arenoso (AF/A); Masivo con tendencia a bloques No plástico no adhesivo; pH 9.1. Sin carbonatos; escasa presencia de raíces. Límite abrupto y suave.
	2C2	43 – 77 cm: Pardo amarillento claro (10 YR 6/4) en seco. Arenoso (A); masivo, Gravilloso No plástico no adhesivo; pH 8.; sin carbonatos. Sin presencia de raíces. Límite abrupto y suave.
	3C3	7 – 135+ cm: Pardo amarillento claro (10YR 6/4) en seco. Arenofraco/ Arenoso (AF/A); Masivo.gravilloso No plástico no adhesivo; pH 7.7; sin carbonatos. Sin presencia de raíces

Figura N° 43: Perfil Calicata N° 2.



Figura N° 44: Perfil Textural Calicata N°2.



Figura N° 45: A) Paisaje de calicata 2.B) escurrimiento disectando zona estabilizada.

Tabla 7: Datos de laboratorio de Calicata N° 2.

Muestra espesor cm	Clase textural	pH	Calcáreo %	Materia orgánica %	Nitrógeno total Nt %	Fósforo P ppm	Potasio K me/100g	Salinidad CEes dS/m
C1 0 - 43	AF/A	9.09	<0.25	1.04	0.065	11.2	0.25	0.70
2C2 43 - 77	A	8.05	<0.25	0.85	0.053	10.5	0.09	2.12
3C3 77 - 135+	AF/A	7.68	<0.25	0.90	0.057	10.2	0.18	2.37

• Calicata N° 8 Coordenadas: 27° 37' 24.0" S 66° 20' 30.6" O


	C1	0 – 46 cm: Pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en seco. Areno Franco (AF); Masivo con tendencia a bloques No plástico no adhesivo; pH 8.7. Sin carbonatos; escasa presencia de raíces. Límite claro y suave.
	2C2	46 – 77 cm: Pardo amarillento (10YR 5/4) en seco. Areno Franco (AF); Masivo, Duro en seco. No plástico no adhesivo; pH 8.7; leve presencia de carbonatos. Sin presencia de raíces. Límite abrupto y suave.
	3C3	77 – 98 cm: Pardo amarillento (10YR 6/3) en seco. Arenoso (A); Suelto. No plástico no adhesivo; pH 8.5; sin carbonatos. Sin presencia de raíces.
	4C4	98 – 140 cm+ Igual que 3C3 pero Masivo y duro en seco

Figura N° 46: Calicata N° 8.



Figura N° 47: Análisis textural en campo de la calicata 8.



Figura N° 48: A) Paisaje de la calicata y B) superficie disectada.

Tabla 8: Datos de laboratorio obtenidos a partir de las muestras tomadas en la calicata N°8.

Muestra espesor cm	Clase textural	pH	Calcáreo -3 %	Materia orgánica %	Nitrógeno total Nt %	Fósforo P ppm	Potasio K me/100g	Salinidad CEes dS/m
C1	AF	8.78	<0.50	1.11	0.070	12.9	0.47	0.48
C2	AF	8.78	<0.50	0.99	0.063	11.2	0.57	0.49
3C3	A	8.48	<0.50	0.89	0.056	10.7	0.58	2.10

- **Calicata N° 7 coordenadas: 27° 37' 16.4" S 66° 20' 30.0" O**


	C1	0 – 48 cm: Pardo amarillento (10 YR 5/6) en seco. Arenoso (AF); Masivo con tendencia a bloques No plástico no adhesivo; pH 8.8. Sin carbonatos; escasa presencia de raíces. Límite claro y suave.
	2C2	48 – 110 cm: Pardo amarillento claro (10YR 6/4) en seco. Arenoso (AF/A); Masivo, Con gravilla. No plástico no adhesivo; pH 8.2; leve presencia de carbonatos. Sin presencia de raíces. Límite abrupto y suave.
	3C3	110 – 140 cm+: Pardo pálido (10YR 6/3) en seco. Arenoso (A); Suelto. No plástico no adhesivo; pH 6.5; sin carbonatos. Sin presencia de raíces

Figura N° 49: Perfil calicata N° 7.



Figura N° 50: Análisis Textural.

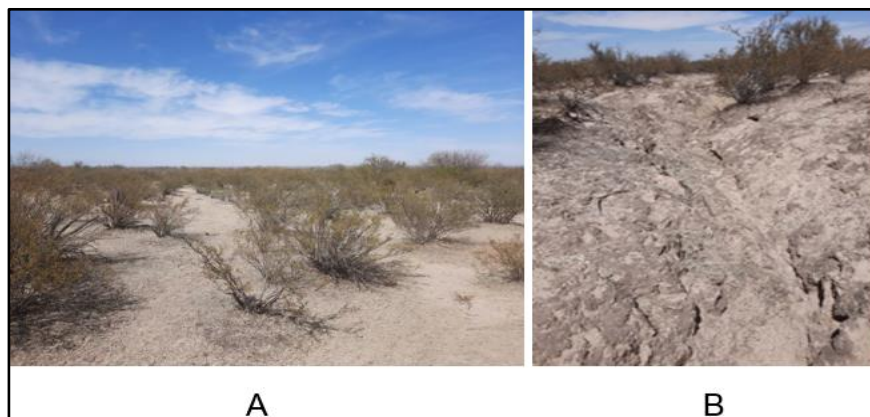


Figura N° 51: Calicata 7 A) Paisaje de la calicata y B) Esguerrimiento disectando zona estabilizada.

Tabla 9: Datos de laboratorio obtenidos a partir de las muestras tomadas en la calicata N°7.

Muestra espesor cm	Clase textural	pH	Calcáreo %	Materia orgánica %	Nitrógeno total Nt %	Fósforo P ppm	Potasio K me/100g	Salinidad CEes dS/m
C1 0 - 48	AF	8.83	<0.50	1.20	0.075	14.9	0.52	1.05
C2 48 - 110	AF/A	8.27	<0.50	0.90	0.057	10.4	0.47	5.28
3C3 110 – 145+	A	6.55	--	1.37	0.086	14.2	0.34	2.71

• Calicata N° 9 Coordenadas: 27° 37' 19.7" S 66° 20' 20.6" O


	C1	0 – 45 cm: Pardo amarillento claro (10 YR 6/4) en seco. Arenoso Franco (AF); Masivo con tendencia a bloques No plástico no adhesivo; pH 8. Sin carbonatos; escasa presencia de raíces. Límite claro y suave.
	2C2	45 – 90 cm: Pardo (10YR 5/3) en seco. Arenoso Franco (AF); Masivo, Duro en seco. No plástico no adhesivo; pH 7.7; leve presencia de carbonatos. Sin presencia de raíces. Límite abrupto y suave.
	3C3	90 – 140 cm+: Pardo amarillento (10YR 5/6) en seco. Arenoso Franco (AF); Masivo, duro en seco. No plástico no adhesivo; pH 8.3; sin carbonatos. Sin presencia de raíces.

Figura N° 52: Calicata N° 9.



Figura N° 53: Análisis de textura a partir de las muestras obtenidas en la calicata 9.

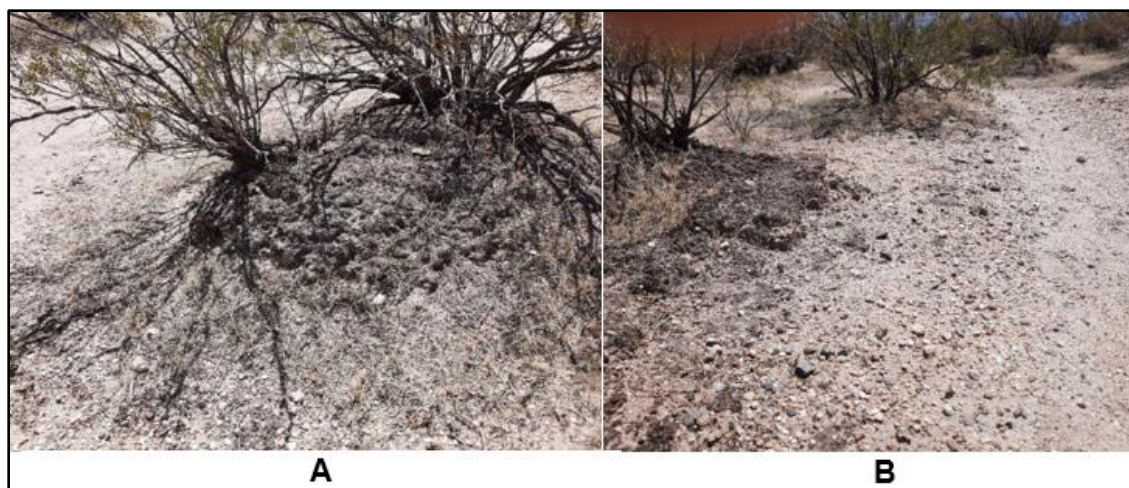


Figura N° 54: Calicata 9 A) Paisaje de la calicata y B) Esguerrimiento disectando zona estabilizada.

Tabla 10: Datos de laboratorio obtenidos a partir de las muestras tomadas en la calicata N°9.

Muestra espesor cm	Clase textural	pH	Calcáreo %	Materia orgánica %	Nitrógeno total Nt %	Fósforo P ppm	Potasio K me/100g	Salinidad CEes dS/m
C1 0 - 45	AF	8.00	<0.25	1.13	0.071	12.7	0.65	3.66
C2 45 - 91	AF	7.74	<0.25	1.10	0.069	11.1	0.57	4.13
3C3 91 - 146+	AF	8.30	<0.25	0.95	0.060	10.4	0.45	3.60

• **Calicata N° 10** Coordenadas: 27° 37' 27.5" S 66° 20' 20.7" O

	C1	0 – 40 cm: Pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco. Areno Franco (AF); Masivo con tendencia a bloques No plástico no adhesivo; pH 8.2. Sin carbonatos; escasa presencia de raíces. Límite claro y suave.
	2C2	40 – 78 cm: Pardo amarillento claro (10YR 5/4) en seco. Areno Franco (AF); Masivo, Duro. No plástico no adhesivo; pH 9.2; leve presencia de carbonatos. Sin presencia de raíces. Límite abrupto y suave.
	3C3	78 – 120 cm+: Pardo amarillento pálido (10YR 6/4) en seco. Areno Franco (AF); masivo. No plástico no adhesivo; pH 8,6; sin carbonatos. Sin presencia de raíces.

Figura N° 55: Calicata N° 10.



Figura N° 56: Análisis textural a campo.



Figura N° 57: Calicata 10 A) Escurrimiento disectando zona estabilizada y B) Paisaje de la calicata.

Tabla 11: Datos de laboratorio obtenidos a partir de las muestras tomadas en la calicata N°10.

Muestra espesor cm	Clase textural	pH	Calcáreo %	Materia orgánica %	Nitrógeno total Nt %	Fósforo P ppm	Potasio K me/100g	Salinidad CEes dS/m
C1 0 - 40	AF	8.23	<0.25	1.12	0.070	11.0	0.48	1.52
C2 40 - 78	AF	9.19	<0.25	0.98	0.062	10.9	0.36	0.65
3C3 78 - 132+	AF	8.60	<0.25	0.95	0.060	10.6	0.56	4.50

5.5. Interpretación de los datos de laboratorio para los suelos definidos cartográficamente:

En el anexo I se encuentran los resultados de los análisis de las muestras enviadas al laboratorio (Tecnosuelos S.A.). El mismo cuenta con un informe con la interpretación de estos, los que son validados.

En la descripción de los perfiles modales de cada unidad cartográfica serán resaltadas las propiedades físicas, fisicoquímicas y químicas que pueden incidir en la cartografía y taxonomía de los suelos.

A continuación, se pone a consideración una síntesis de los elementos más relevantes.

- Las texturas determinadas analíticamente indican suelos gruesos (arenosos, areno franco) de buen a excesivo drenaje.
- El pH se presenta en un rango de variación entre moderada, fuerte y netamente alcalino (7.5-8.0, 8.0-8.5 y > 8.5.)
- La materia orgánica presenta contenidos generales de valor bajo a muy bajos.
- En el caso del nitrógeno, los valores fueron clasificados como muy bajos (menores a 0,075 %).
- El fósforo, presenta valores entre 10 y 16 ppm. Insuficientes o pobres.
- El Potasio, se encuentra en valores moderados a bajos sin problemas en la respuesta agrícola.
- La conductividad eléctrica marca valores predominantes entre: menores a 2dS (normales) y entre 2 y 4d (ligera salinidad). Se toma nota de los valores de salinidad en superficie, en consonancia con lo relevado a campo.
- El nivel de carbonato cálcico libre varió entre menores a 025% y menores a 050 %.
- Variación superficial de los datos de salinidad en las calicatas N°3, 6, 7 y 9 en consonancia con el trabajo de gabinete y campo realizado. Tabla 12

Tabla 12: Parámetros físico- químicos obtenidos a partir de los ensayos de laboratorio sobre las muestras de suelos recolectadas en el campo El Arsenal.

Calicata N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Salinidad	0.51	0.70	1.98	0.37	0.53	4.55	1.05	0.48	3.66	1.52
	2.36	2.12	0.58	1.93	2.24	0.50	5.28	0.49	4.13	0.65
	4.68	2.37	0.22	3.12	1.18	0.72	2.71	2.10	3.60	4.50
pH	8.67	9.09	8.85	8.42	8.89	7.86	8.83	8.78	8.00	8.23
	7.63	8.05	8.92	8.84	8.70	8.60	8.27	8.78	7.74	9.19
	7.50	7.68	7.78	7.80	8.03	7.64	6.55	8.48	8.30	8.60
N	0.067	0.065	0.053	0.069	0.070	0.064	0.075	0.070	0.071	0.070
	0.053	0.053	0.064	0.060	0.055	0.070	0.057	0.063	0.069	0.062
	0.068	0.057	0.060	0.066	0.055	0.054	0.086	0.056	0.060	0.060
P	11.1	11.2	10.9	11.1	11.3	10.9	14.9	12.9	12.7	11.0
	11.0	10.5	10.7	11.3	10.8	11.2	10.4	11.2	11.1	10.9
	12.4	10.2	15.8	10.4	10.2	11.0	14.2	10.7	10.4	10.6
K	0.48	0.25	0.11	0.44	0.44	0.48	0.52	0.47	0.65	0.48
	0.13	0.09	0.30	0.26	0.36	0.54	0.47	0.57	0.57	0.36
	0.40	0.18	0.35	0.43	0.42	0.20	0.34	0.58	0.45	0.56

5.6. Mapa de suelos

Debido a la uniformidad en los procesos de sedimentación se confeccionó cartografía con dos Unidades de suelos: “Serie El Arsenal” y “Serie El Arsenal - fase por erosión / salinidad”. Figura N° 58 La escala de la cartografía elaborada es 1:10.000 y está directamente relacionada a la superficie (100 Ha) y a la cantidad de observaciones.

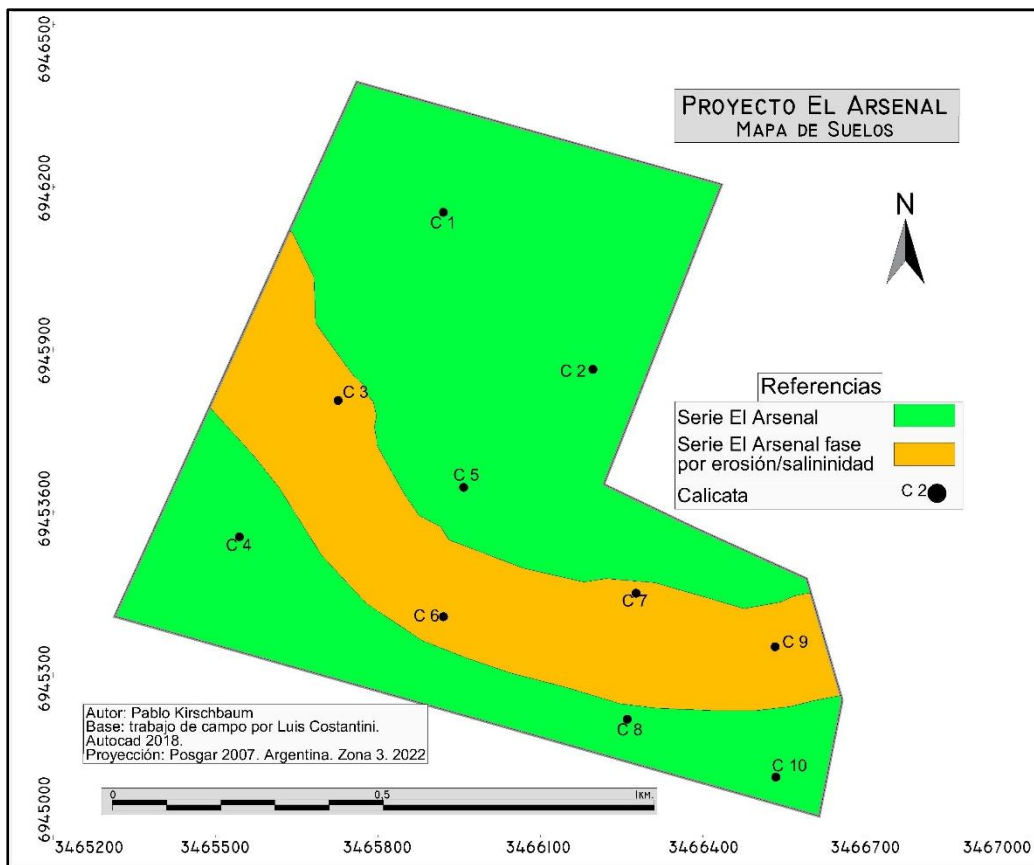


Figura N° 58: Cartografía serie El arsenal.

Serie El Arsenal

Representada en las calicatas C1, C2, C4, C5, C8 y C10. Ocupa el 72% de la superficie. Suelos de origen aluvial formado por arenas gruesas y medias y lentes de gravillas fina provenientes de rocas ígneas y metamórficas descriptas en el capítulo Geología. El relieve es plano, inclinado con pendientes que no supera el 2 %, acompañando la dinámica impuesta por el cono aluvial del río Andalgalá. La superficie se encuentra disectada por líneas de drenaje. Los horizontes superficiales tienen baja salinidad, que oscila entre 0,50 a 1 dS/m (decisiemens por metro), con leves incrementos en los horizontes subsuperficiales. Los valores de pH varían entre moderadamente a netamente alcalinos, situación normal en estos ambientes de clima semiáridos. Valores muy bajos en materia orgánica, claro déficit en nitrógeno. Poco provisto de fósforo y valores aceptables para agricultura de potasio. El carbonato cálcico libre es bajo. Predomina la vegetación arbustiva con presencia mayoritaria de jarilla ratificando la homogeneidad del depósito.

Serie El Arsenal, fase por erosión / salinidad

Representada en las calicatas C3, C6, C7 y C9. Ocupa el 28% de la superficie.

El relieve es plano, inclinado, con pendientes que no superan el 1%. La superficie se encuentra disectada por líneas de drenaje. El relieve actual se vio sometido a una erosión producto de este tipo de escurrimiento. A su vez se observan manchones de humedades diferenciales que marcan cierto grado de encharcamiento en consonancia con un aumento de los valores de salinidad en los horizontes superficiales.

Si bien los valores de pH y macronutrientes responden a valores similares de la serie pura, la diferencia se encuentra en la salinidad con valores que oscilan entre la normalidad (1 – 2 dS/m a valores próximos a 5 dS/m).

La evidencia de lo antes dicho es el monte arbustivo de jarillas que muestra pérdidas del horizonte superficial de 20 a 30 centímetros, reconocidos durante las campañas de campo.

5.7. Clasificación de suelos

Los suelos en la colonia El Arsenal fueron clasificados por considerando: La Capacidad de Uso (USDA, de acuerdo con el Servicio de conservación de Suelos de los EE. UU. Adaptada al área de estudio) y la Taxonomía (Clasificación Americana o Séptima Aproximación).

A. Clasificación interpretativa por capacidad de uso

Esta clasificación es interpretativa, la misma da cuenta de las limitaciones de los suelos y su aptitud agrícola en términos relativos. Se basa en los efectos combinados del clima y las características permanentes del suelo sobre los rasgos de deterioro, limitaciones al uso, capacidad productiva y requerimientos de manejo.

La pendiente, la textura, la profundidad, los efectos de la erosión pasada, la permeabilidad, la capacidad de agua útil, etc., son consideradas características y cualidades permanentes de los suelos.

La clasificación de los suelos por su capacidad de uso consta de tres grandes categorías: la clase, la subclase y la unidad de capacidad de uso.

La *CLASE*, separa los suelos en ocho clases de capacidad de uso. Los riesgos de deterioro del suelo o las limitaciones en el uso crecen progresivamente de la Clase I a la VIII.

La *SUBCLASE*, agrupa a los suelos con similares clases de limitaciones o riesgos. Se reconocen cuatro subclases de limitaciones o riesgos: (e) riesgos de erosión; (w) drenaje deficiente o riesgos de inundaciones; (s) condiciones adversas de actividad radicular y (c) limitaciones climáticas.

La tercera categoría del sistema es la *UNIDAD DE CAPACIDAD DE USO*. Agrupa a los suelos que se asemejan en su aptitud para producir tipos similares de cultivos y en sus respuestas a las mismas clases de manejo.

Los suelos han sido agrupados en las clases, subclases y unidades de capacidad de uso que se describen en la tabla 13.

Tabla 13: Clases utilizadas para la caracterización de los suelos en el campo El Arsenal.

CLASE	DESCRIPCIÓN
CLASE I	Los suelos pertenecientes a esta clase no tienen limitaciones para su uso agropecuario.
CLASE II	Los suelos tienen algunas limitaciones que reducen la selección de cultivos o requieren de moderadas prácticas de conservación y manejo. Apropriados para cultivos, pasturas y forestación.
CLASE III	Los suelos pertenecientes a esta clase presentan severas limitaciones que reducen la selección de cultivos o requieren prácticas especiales de conservación o ambas.
CLASE IV	Los suelos de esta clase presentan severas limitaciones. La habilitación para cultivos se limita a pequeñas y aisladas superficies con alto costo para el implante y mantenimiento.
CLASE V	Los suelos de esta clase presentan severas limitaciones. La habilitación para cultivos se limita a pequeñas y aisladas superficies con alto costo para el implante y mantenimiento. Cuando son cultivado, las prácticas de manejo y conservación son más difíciles de aplicar y mantener.
CLASE VI	Los suelos de esta clase poseen limitaciones tan severas que quedan excluidas de las labores agrícolas. Ocasionalmente pueden utilizarse para pasturas o forestación.
CLASE VII Y VIII	Los suelos de esta clase poseen limitaciones tan severas que quedan excluidas de las labores agrícolas. Se trata de tierras misceláneas

El suelo denominado Cartográficamente, Serie El Arsenal, cuyo Perfil Modal es la Calicata N°2, ha sido clasificado por su Capacidad de Uso como:

- **Clase IIIs Serie El Arsenal**

El suelo denominado Cartográficamente: Serie El Arsenal Fase por erosión / salinidad, cuyo Perfil Modal es la Calicata N°6, ha sido clasificado por su Capacidad de Uso como:

- **Clase IIIs Serie El Arsenal**

B. Clasificación taxonómica

Se están siguiendo las Pautas de la Soils Taxonomy (Clasificación Americana o Séptima aproximación). Como toda Taxonomía pretende describir al suelo en un lenguaje técnico pero Universal.

El sistema posee 6 categorías. Cada categoría es un conjunto de clases definidas aproximadamente al mismo nivel de generalización o abstracción y que incluye a todos los suelos de su clase. En Orden Jerárquicamente decreciente y de aumento en el número de diferencias y clases, las categorías se exponen en la tabla 14

Tabla 14 Categorías de la clasificación Taxonómica

Orden					
	Suborden				
		Gran Grupo			
			Subgrupo		
				Familia	
					Serie

El proceso de separación aumenta de Orden hasta Serie la cual es completamente homogénea, dado que su rango de propiedades es pequeño y puede ser comprendido fácilmente. Desde un punto de vista metodológico, para clasificar taxonómicamente se necesita contar con información:

De campo: es necesario una correcta descripción del perfil del suelo y una caracterización acabada del paisaje, vegetación y cualquier otra información que el reconocedor de suelo considere importante. También es fundamental el correcto muestreo realizado en cada capa u horizonte.

De laboratorio: la información entregada deberá ser la normalizada a estos efectos, haciendo especial énfasis en Textura, pH, Capacidad de Intercambio, Catiónico, Bases de intercambio, Materia Orgánica y eventualmente otros datos que pudieran ser requeridos por la llave.

De gabinete: La información adicional requerida está ligada fundamentalmente a la temperatura del suelo, al régimen de precipitaciones, estación seca y otros datos que pudieran ser requeridos por la llave.

Con toda esta información se consideran las definiciones establecidas por el Soil Survey Staff de los EE. UU.:

- Horizontes diagnósticos superficiales o Epipedones.
- Horizontes diagnósticos subsuperficiales.
- Otras características macroedafológicas.

Definidos estos conceptos se utiliza la llave que involucra:


- Orden: 10 taxas
- Suborden: 47 taxas
- Gran grupo 230 taxas

El número de taxas crece a medida que las Unidades se hacen más puras.

Como resultado de la aplicación de esta clasificación se obtuvo el perfil modal de las calicatas.


- **Perfil Modal: Calicata 2 - Coordenadas: 27° 37' 03.0" S 66° 20' 32.9" O**

Tabla 15 Ficha del perfil modal de la calicata N°2

	Régimen de Humedad de los Suelos:	Árido o Tórrico
	Horizonte Diagnóstico Superficial (Epipedón):	Ócrico
	Horizonte Diagnóstico Subsuperficial:	No posee
	Características Macroedafológicas:	No posee
	Orden:	Entisol
	Suborden:	Psamments
	Gran Grupo:	Torripsamments
	Subgrupo:	Torripsamments Típico
	Familia:	Arenosa
	Serie:	El Arsenal
	Clasificación:	Torripsamments Típico, Arenosa, Serie El Arsenal

• **Perfil Modal: Calicata 6 Coordenadas: 27° 37' 73.8" S 66° 20' 42.9" O**

Tabla 16 Ficha del perfil modal de la calicata N°6

	Régimen de Humedad de los Suelos:	Entisol
	Horizonte Diagnóstico Superficial (Epipedón):	Aridico o Tórrico
	Horizonte Diagnóstico Subsuperficial:	Ócrico
	Características Macroedafológicas:	No posee
		No posee
	Orden:	Entisol
	Suborden:	Psamments
	Gran Grupo:	Torripsamments
	Subgrupo:	Torripsamments Típico
	Familia:	Arenosa
	Serie:	El Arsenal
	Clasificación:	Torripsamments Típico, Arenosa, Serie El Arsenal

5.8. Conclusiones y recomendaciones

1) Unidades cartográficas: por relieve, escurrimiento, rasgos erosivos y su morfología interna e información de laboratorio, se relevaron dos unidades cartográficas: Serie El Arsenal y Serie El Arsenal Fase por erosión/ salinidad.

2) Clasificación por Capacidad de Uso: El suelo cuyo Perfil Modal es la calicata 2, ha sido clasificado como **Clase IIIs Serie El Arsenal**, siendo su única limitación la textura gruesa de sus componentes. Esta situación si bien es castigada por este tipo de clasificaciones, es común y hasta una fortaleza para el tipo de climas, por lo que sólo deberá ser tenido en cuenta para el tipo de riegos (bajos caudales y alta frecuencia).

El Suelo, cuyo Perfil Modal es la Calicata 6, ha sido clasificados como **Clase IIIes Serie El Arsenal**, siendo su única limitación la textura gruesa de sus componentes y las consecuencias de haber sufrido un leve proceso erosivo superficial con consecuencias en la conductibilidad eléctrica superficial. Esta situación si bien es castigada por este tipo de clasificaciones, es bastante común, por lo que sólo deberá ser tenido en cuenta para el tipo de riegos (bajos caudales y alta frecuencia) y en la calidad del agua de riego.

3) Clasificación Taxonómica: Si bien existieron diferencias en las unidades cartográficas y en la capacidad de uso de los suelos, taxonómicamente estos suelos no tuvieron diferencia por lo fueron clasificados como: **Torripsamments Típico, Arenosa, Serie El Arsenal**.

4) Relación trabajo de campo, gabinete y laboratorio: Se destaca la coherencia entre la información generada en el campo, procesada luego en gabinete, junto con los datos de laboratorio. A continuación, se enuncian algunos de los puntos más relevantes:

- En los lugares donde el relieve se encuentra algo erosionado, muestra un patrón de drenaje diferente con valores de salinidad algo mayores. Si bien las diferencias encontradas en la salinidad fueron utilizadas para cartografiar y clasificar los suelos, es importante destacar que los valores más altos de conductibilidades eléctricas hallados están comprendidos en la normalidad de estos ambientes áridos y semiáridos. El sólo desmonte del estrato arbustivo presente modificará parcialmente los primeros centímetros del suelo, por lo que será necesario una nueva revisión de laboratorio, por parcela, en función del tipo de cultivos a implantar.
- Las texturas Arenosa y Arenosa Franca, de toda la superficie, si bien es una limitación a tener en cuenta, es también un beneficio ya que permitirá la corrección de algunos parámetros fisicoquímicos y químicos a través de manejos adecuados de riegos.
- Los valores de reacción química (pH) y fertilidad NPK, son esperables para este tipo de ambiente y forma parte del desafío técnico para el manejo adecuado de cada cultivo a implantar.

Por lo expuesto se considera que el predio a utilizar para una Colonia productiva es apto, con las atenciones que cada cultivo requiera.

6. DIAGNÓSTICO HIDROGEOLÓGICO

6.1. Análisis y evaluación de los antecedentes hidrogeológicos de la zona de estudio.

Se procedió a relevar la información de interés desde el punto de vista hidrogeológico, para generar un marco general del proyecto de colonia estudiado y establecer el potencial y disponibilidad del recurso hídrico subterráneo.

Existen numerosos estudios que describen aspectos relacionados con la hidrogeología de una superficie tan extensa como es la del “bolsón de Pipanaco”. Algunos de ellos brindan información del sector norte, donde se encuentra el predio de la futura Colonia Agrícola El Arsenal y demuestran la “ocurrencia” o existencia del agua subterránea en la región.

Principales Trabajos realizados por terceros

Existen dos trabajos que en cierta manera incluyen la zona de interés, esbozando un moderado a buen potencial hidrogeológico. Estos son:

1. “El recurso hídrico subterráneo en el Campo de Huaco” Realizado por el Geól. Carlos Taballione en el año 1980, en el marco del Proyecto NOA HIDRICO. (Taballione, 1980).
2. “Exploración de aguas subterráneas para Proyecto Agua Rica – Catamarca” – Realizado en el año 1999 por BHP – Acuaconsult Cía. Ltda. (BHP, 1999).

También se han consultado aquellos trabajos que abordan al “bolsón” o cuenca de Pipanaco a escala regional, o bien en sectores más australes a la zona de estudio actual. Algunos de estos trabajos son:

1. “Estudio de Relevamiento y Evaluación de los Recursos Hídricos en Zonas Áridas de la Provincia de Catamarca” – PROSAP – (Ben Gurion, 2006).
2. “Cuenca del Salar de Pipanaco, Estudio Hidrogeológico” elaborado por Jorge A. Cavillón en 1982. (Cavillón, 1982).
3. “Hojas Geológicas 12d (CAPILLITAS) y 13d (ANDALGALA)” Félix González Bonorino – Boletín N°70 – 1950 (González Bonorino, 1950).
4. “Descripción Geológica de la Hoja 14e, Salar de Pipanaco” Mario Sosic - Boletín N°137 – 1973. (Sosic, 1973)
5. “Estudio Hidrogeológico en la cuenca del Salar de Pipanaco” - Informe Técnico – IT 301 – San Juan, Octubre de 2011- INA – CRAS. (Bucich et al. 2011).

Trabajos realizados por la consultora hidrogeológica CONHIDRO S.R.L.

Existe un importante antecedente de estudio regional realizado por esta consultora para el Gobierno de Catamarca, que incluyó dos etapas importantes, logrando como uno de los productos de mayor relevancia un modelo Hidrogeológico Conceptual, que luego fue transformado en un modelo numérico de flujo del agua subterránea a nivel del dominio del sistema acuífero del Salar de Pipanaco.

1. Conhidro S.R.L, IHLLA, DPHyERH. 2013. Estudio Hidrogeológico Modelo conceptual Sobre el Funcionamiento Hidrogeológico del Salar de Pipanaco. Catamarca - Argentina.
2. Conhidro S.R.L, IHLLA, DPHyERH. 2015. Estudio Hidrogeológico Modelo Matemático del Flujo Subterráneo del Salar de Pipanaco. Catamarca - Argentina.

Nuestro grupo de trabajo ha realizado también, algunos trabajos de prospección hidrogeológica en el extremo norte del “bolsón” de Pipanaco, con la realización de estudios geofísicos, abarcando el propio álveo del río Andalgala, la localidad de Chaquiago, el entorno de la Ciudad de Andalgala, el Campo donde se encuentra la Aceitera Argentina y parte del Campo La Isla. También se ha realizado la dirección técnica de los dos pozos pertenecientes al “Plan Director de Usos del Agua de la Municipalidad de Andalgala”. Estos trabajos contribuyen al entendimiento de la hidrogeología zonal y permiten orientar nuevas exploraciones en zonas aledañas.

A modo de síntesis se listan los trabajos realizados por CONHIDRO S.R.L. en esta zona:

1. “Diagnóstico Hidrogeológico Campo El Molle”. 2004. Actualmente Aceitera Argentina.
2. “Estudio Geoeléctrico Río Andalgala” – 2005 - Plan Director de Usos del Agua de la Municipalidad de Andalgala.
3. “Estudio geoeléctrico Ciudad de Andalgala” – 2006 - Plan Director de Usos del Agua de la Municipalidad de Andalgala.
4. Dirección Técnica Pozo MUN-06-01 (Malli) -2006 - Plan Director de Usos del Agua de la Municipalidad de Andalgala.
5. Dirección Técnica Pozo MUN-06-02 (Huaco) -2007 - Plan Director de Usos del Agua de la Municipalidad de Andalgala.
6. Dirección Técnica Pozo Huaco 2 - Escuela Agrotécnica - 2021 – Ministerio de Agua, Ambiente y Energía.
7. Dirección Técnica Pozo 2 Finca Vallespinos - 2022
8. “Estudio geoeléctrico Predio Minera Agua Rica, Chaquiago” – 2007 – Para Minera Agua Rica.
9. “Estudio Geoeléctrico Campo La Isla” – 2008 – Inversores españoles.

10. “Test Geoeléctrico Finca Moreno - Andalgala – Catamarca – 2021.

6.2. Evaluación de los trabajos de mayor relevancia local

Sobre la base de los antecedentes relevados, se procede a describir brevemente aquellos que brindan información hidrogeológica en las inmediaciones del predio estudiado para el proyecto de colonia agrícola.

En el trabajo “El recurso hídrico subterráneo en el campo de Huaco” del proyecto (Taballione, 1980), se realizaron tareas para determinar calidad y disponibilidad del Recurso Hídrico Subterráneo en el campo de Huaco, donde el gobierno intentaba desarrollar un proyecto para la explotación agrícola ganadera. Se realizaron actividades tales como: censo de pozos, determinación de parámetros hidrogeológicos mediante ensayos de bombeos y determinación de la calidad química del agua. Con los parámetros determinados en distintos pozos se estableció que el caudal específico varía entre 30.5 y 12.0 m³/h/m con un caudal de bombeo variable entre 250 y 300 m³/h. Los ensayos de bombeo permitieron calcular valores de Coeficiente de almacenamiento de 7.8×10^{-3} y una transmisividad media de 1.100 m²/día.

En el trabajo realizado por BHP “Exploración de aguas subterráneas para proyecto Agua Rica 1999”, se realizaron diferentes actividades para identificar las posibles fuentes de suministro de agua para el proyecto minero Alumbra y aumentar la probabilidad de los cálculos de los recursos globales de agua subterránea existentes. El estudio tenía dos áreas objetivas, uno situado en el Campo del Arenal y el restante en el noreste de la cuenca del Salar de Pipanaco. El trabajo se dividió en dos fases, la primera consistió en el análisis conceptual del abastecimiento de agua al proyecto, instalación de las primeras estaciones meteorológicas y de aforo. En la segunda etapa se realizaron cinco perfiles geoeléctricos aplicando el método de TEM (transiente electromagnético), se realizó la perforación y bombeo de dos pozos (WEP-1 y WEP-2), se incluyó el monitoreo de caudales superficiales y calidades fisicoquímicas de aguas subterráneas y superficiales.

Los registros geoeléctricos infieren que a los 250 m comienza a aumentar la proporción de sedimentos limoarcillosos y a los 300 m se interpretó un nivel continuo de sedimentos finos conformando la base del acuífero. Los pozos preexistentes analizados muestran una alternancia de sedimentos arenosos de granulometría gruesa y fina. De acuerdo a los datos hidráulicos generados en los Pozos WEP -1, WEP - 2 y Pozo 36, se determina que el acuífero identificado en Pipanaco tiene un carácter predominantemente semiconfinado, según los valores de coeficiente de almacenamiento obtenidos en: WEP1: 7.5×10^{-4} , WEP2: 2.9×10^{-4} y POZO 36: 7.8×10^{-3} . Los valores de transmisividad muestran variaciones entre 400 y 1150 m²/día. Las aguas analizadas son clasificadas como bicarbonatadas cálcicas/sódicas, mientras que al oeste son aguas

cloruradas/sulfatadas sódicas. Ningún parámetro físico químico supera las Normas Internacional y Argentina de Agua Potable.

El trabajo “Estudio Geoeléctrico Ciudad de Andalgalá” (CONHIDRO S.R.L., 2006), realizado en el marco del Plan director de Aguas de Andalgalá, incluye una prospección geoeléctrica realizada con el método del SEV (Sondeo Eléctrico Vertical) que alcanza la zona de la estación del Ferro Carril, distante a 1 kilómetro (al este) del predio del proyecto de Colonia Agrícola. En esta instancia se interpreta una zona resistiva hasta los 200 metros de profundidad, interpretada como la presencia de gravas y arenas secas, y una unidad infra yacente de menor resistividad, atribuida a las mismas facies anteriores pero saturadas con agua. En este trabajo también se censaron algunas perforaciones existentes, cuyos datos fueron empleados para la conceptualización de los modelos geofísicos de interpretación.

6.3. Ubicación de perforaciones existentes en la zona cercana al proyecto

Se presenta una síntesis de las perforaciones cercanas al predio de la Colonia El Arsenal, las cuales dan cuenta de la existencia del recurso hídrico subterráneo, en el extremo norte de la depresión de Pipanaco.

Como puede observarse en la Figura 60, el predio de la Colonia se encuentra en las facies medio/distales del sistema de conos aluviales generados en el tiempo geológico por los ríos Potrero, Chaquiago, Andalgalá y Villa Vil.

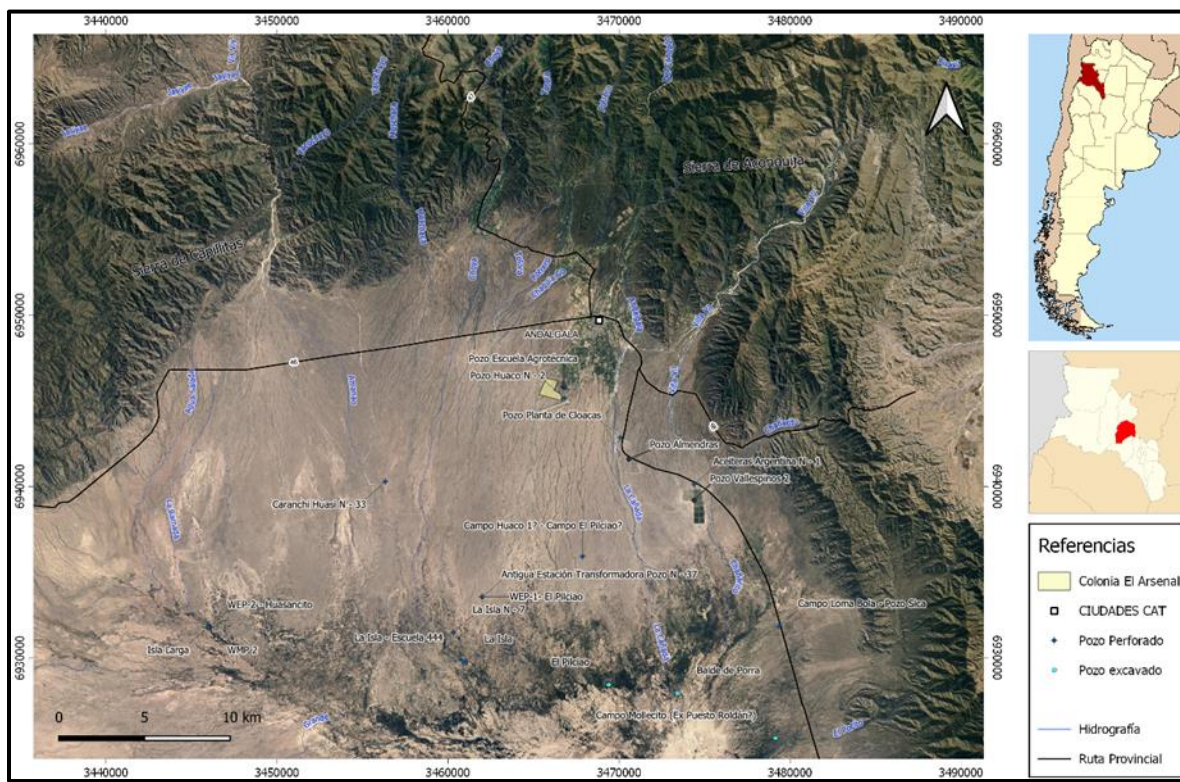


Figura N° 59: Mapa de ubicación de la Colonia El Arsenal y perforaciones cercanas (Tálamo, 2022).

En la zona norte del Bolsón de Pipanaco existen numerosas obras de captación, algunas de las cuales corresponden a pozos excavados, mientras que los restantes son pozos perforados y encamisados en diferentes diámetros (variables entre 4 y 12 pulgadas).

La mayoría de los antecedentes de obras de captación subterráneas, se concentran en la zona deprimida del “bolsón de Pipanaco” por la sencilla razón de encontrarse los niveles de saturación más cercanos a la superficie. Por el contrario, perforaciones en las zonas topográficamente más elevadas, como la propia ciudad de Andalgalá, o en el tramo de la Ruta Provincial N° 46 que une la citada ciudad con Saujil, son menos frecuentes, pues la zona saturada se encuentra a profundidades mayores a 70 metros, superando en algunas zonas los 190 metros. Estas condiciones obligan a la construcción de perforaciones profundas (superiores a los 250 metros y entubadas en diámetros de 12 pulgadas o mayores, si se pretende extraer grandes caudales de agua, lo cual implica una inversión económica importante.

Del conjunto total de perforaciones relevadas en distintos trabajos, poco se sabe acerca de estas obras, tanto de sus diseños y características constructivas, como de sus rendimientos y características hidráulicas.

Es importante destacar los pozos realizados en el marco del Plan Director de Usos del Agua de la Municipalidad de Andalgalá (MUN-06-01 y MUN-06-02), el Nuevo Pozo de Huaco realizado en la Escuela Agrotécnica y el Pozo N° 2 de la Finca Vallespinos, fueron dirigidas por nuestro grupo de trabajo, razón por la cual se cuenta con información de interés, tal como la descripción litológica de las muestras obtenidas, registros geofísicos de interior de pozos (perfilajes eléctricos), información hidráulica de la captación e hidroquímica del agua obtenida.

6.4. Información relevante de perforaciones en la zona cercana al proyecto

Existen dos perforaciones construidas en las proximidades del predio de la futura Colonia Agrícola El Arsenal. Una es el Pozo Construido en el Marco del Plan Director de Aguas de Andalgalá, en el año 2007, identificado como MUN-06-02, situado donde actualmente existe un Camping-Balneario Municipal, 200 metros al norte de la pista de aterrizajes de Andalgalá (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). El otro antecedente relevante lo constituye el pozo perforado en el año 2021 por el Ministerio de Agua, Energía y Medio Ambiente en el predio de la Escuela Agrícola de Huaco, 600 metros al norte del pozo MUN-06-02

El Pozo MUN-06-02 alcanzó una profundidad de 288 m de exploración atravesando una secuencia de intercalaciones de gravas y arenas medias a muy gruesas con arcillas limo-arenosas. El pozo fue entubado hasta los 292 metros con cañería metálica de 12 pulgadas de diámetro. Se emplearon 60 metros de filtros ranura continua,

de 1,5 mm de abertura, ubicados en tramos entre los 199 y 287 mbbp (metros bajo boca de pozo). Dicha perforación cuenta con un ensayo de bombeo escalonado donde se observa que su caudal específico varía entre 37,93 y 31,32 m³/h/m para caudales de bombeo de 66 y 145 m³/h; con una eficiencia del 84,8 y 70,1 %, respectivamente. Las proyecciones de caudales en función de su ecuación de descensos indican posibilidades de bombeo de 250 m³/h, con 9,7 metros de depresión y un nivel dinámico de 186,25 mbbp. El Nivel Estático se constató a una profundidad de 176,51 mbbp. El agua obtenida, de acuerdo con la clasificación de Piper el agua es del tipo Bicarbonatada Cálctica. Se trata de agua potable desde el punto de vista físico químico ya que no presenta excesos en los parámetros analizados. Desde el punto de vista de su uso para riego, según la clasificación de Wilcox, el agua es de clase C2 -S1, que indica un riesgo bajo de sodicidad (o alcalinidad) y moderado de salinidad.

El Pozo perforado en el predio de la Escuela Agrotécnica, alcanzó una profundidad de 306 m de exploración atravesando una secuencia de intercalaciones de gravas y arenas medias a muy gruesas con arcillas limoarenosas. El pozo fue entubado hasta los 297 metros con cañería metálica de 12 pulgadas de diámetro. Se emplearon 50 metros de filtros ranura continua, de 1,5 mm de abertura, ubicados en tramos entre los 208 y 292 mbbp (metros bajo boca de pozo). Dicha perforación cuenta con un ensayo de bombeo escalonado donde se observa que su caudal específico varía entre 29,00 y 28,46 m³/h/m para caudales de bombeo de 58 y 115 m³/h; con una eficiencia del 97,6 y 95,8 %, respectivamente. Las proyecciones de caudales en función de su ecuación de descensos indican posibilidades de bombeo de 200 m³/h, con 7,24 metros de depresión y un nivel dinámico de 193,52 mbbp. El Nivel Estático se constató a una profundidad de 186,28 mbbp. El agua obtenida, de acuerdo con la clasificación de Piper el agua es del tipo Bicarbonatada Cálctica. Se trata de agua potable desde el punto de vista físico químico ya que no presenta excesos en los parámetros analizados. Desde el punto de vista de su uso para riego, según la clasificación de Wilcox, el agua es de clase C2 -S1, que indica un riesgo bajo de sodicidad (o alcalinidad) y moderado de salinidad. El resto de la información disponible se sintetiza en la Tabla 13.

Tabla 17: Información antecedente de interés de los pozos cercanos al predio del proyecto de colonia agrícola. (*) no ubicado en terreno.

Pozo	Profundidad (metros)	Nivel Estático (metros)	Conductividad (uS/cm)	Caudal (m³/h)	Caudal Específico (m³/h/m)
Campo Huaco 36	167,82	57 *	420 *	70	30,6?
Campo Huaco 37	139,23	46	465 **	80	12,31?
WEP 1 (BHP)	229	40,92	740	115	19,44
Pozo Aceitera Argentina	197	76,11	696	229,6	54,7
Pozo FFCC*	216	193	504	2,2	---
Pozo Mun01 -Planta de Cloacas	264	146,5	589	108	44,08
Pozo Mun02 – Huaco N2	292	176,51	734	145	31,32
Pozo Almendras	250	120	550	155	15,5
Pozo N°2 Vallespinos	180	64,34	783	229	45,7
Pozo Escuela Agrotécnica	297	186,28	750	115	28,46

6.5. Relevamiento geológico e interpretación de imágenes satelitales.

Si bien la información geológica se desarrolla en el apartado del capítulo 3 “Geología” del presente informe, se describen en esta instancia aquellos rasgos geológicos y geomorfológicos que tienen trascendencia en la hidrología subterránea.

El ambiente serrano, que se desarrolla hasta altitudes de 5500 m.s.n.m. está dominado por rocas cristalinas (granitos, granodioritas, esquistos, etc.) y se comporta como el principal colector del recurso hídrico, ya que en estos sectores se producen las mayores precipitaciones (tanto sólidas como líquidas) generando escurrimientos superficiales de características permanentes, que descienden en dirección sur, hasta abandonar la zona montañosa e infiltrarse progresivamente en las facies aluviales cuaternarias, de los depósitos de piedemonte.

En la mayoría de los ríos que drenan los faldeos australes de las sierras de Capillitas y el Aconquija, existen obras de captación del escurrimiento superficial, que es utilizado por el hombre para los diferentes sistemas de riego y abastecimiento poblacional. Esta captación no es total, aunque constituye un gran porcentaje durante el estiaje en los meses de octubre a diciembre (CONHIDRO S.R.L., 2013). Debe entenderse también, que existe un flujo subterráneo por el subálveo de los principales ríos en todo el ambiente de la Cuenca del Salar de Pipanaco, que junto a la infiltración del caudal base de éstos, constituyen el principal mecanismo de recarga regional (CONHIDRO S.R.L., 2013 y 2015 y Tálamo et al., 2020).

La coalescencia de conos aluviales generó los depósitos de piedemonte, que involucran acumulaciones sedimentarias gruesas (conglomerados, gravas y arenas) en las partes apicales y de mayor cota, que van disminuyendo en granulometría hacia las partes distales, topográficamente más bajas.

La composición mineralógica de estos depósitos aluviales cuaternarios, con abundancia de cuarzo y feldespatos, genera un bajo contenido de sales solubles en el agua subterránea, dando como resultado, una baja mineralización del recurso hídrico subterráneo.

Las zonas deprimidas, constituyen localmente una zona de descarga de los sistemas hídricos tanto superficiales como subterráneos. En el primer caso y luego de eventos importantes de precipitaciones estivales, llega a generarse un flujo superficial que inunda las depresiones quedando a merced de un fuerte efecto de evapotranspiración. En el segundo caso, se genera en las proximidades del salar de Pipanaco, una zona donde el agua subterránea se encontraría próxima a la superficie, generándose posiblemente una evaporación directa y la acumulación de sales en este sector.

La presencia de los bosques de algarrobo, existentes entre el ambiente de salar y las zonas distales de los depósitos de piedemonte, muestran la presencia de agua con baja mineralización a profundidades tales que permite la proliferación de estas especies freatofitas.

6.6. Relevamiento hidrogeológico.

Sobre la base de los antecedentes consultados, se identificaron una serie de obras de captación de aguas subterráneas (pozos) en el sector norte de la depresión de Pipanaco. Para poder verificar su existencia, estado general y otros datos de interés, se procedió a censarlas, registrando en cada caso su posición geográfica con un dispositivo GPS portátil Garmin Montana y a obtener un registro fotográfico que demuestre su estado actual. En aquellos casos donde se podía acceder a la perforación, se procedió a medir su nivel estático con sonda piezométrica.

La ubicación de los pozos relevados se muestra en la Figura 60, mientras que sus coordenadas y datos relevados en el campo se listan en la Tabla 14.

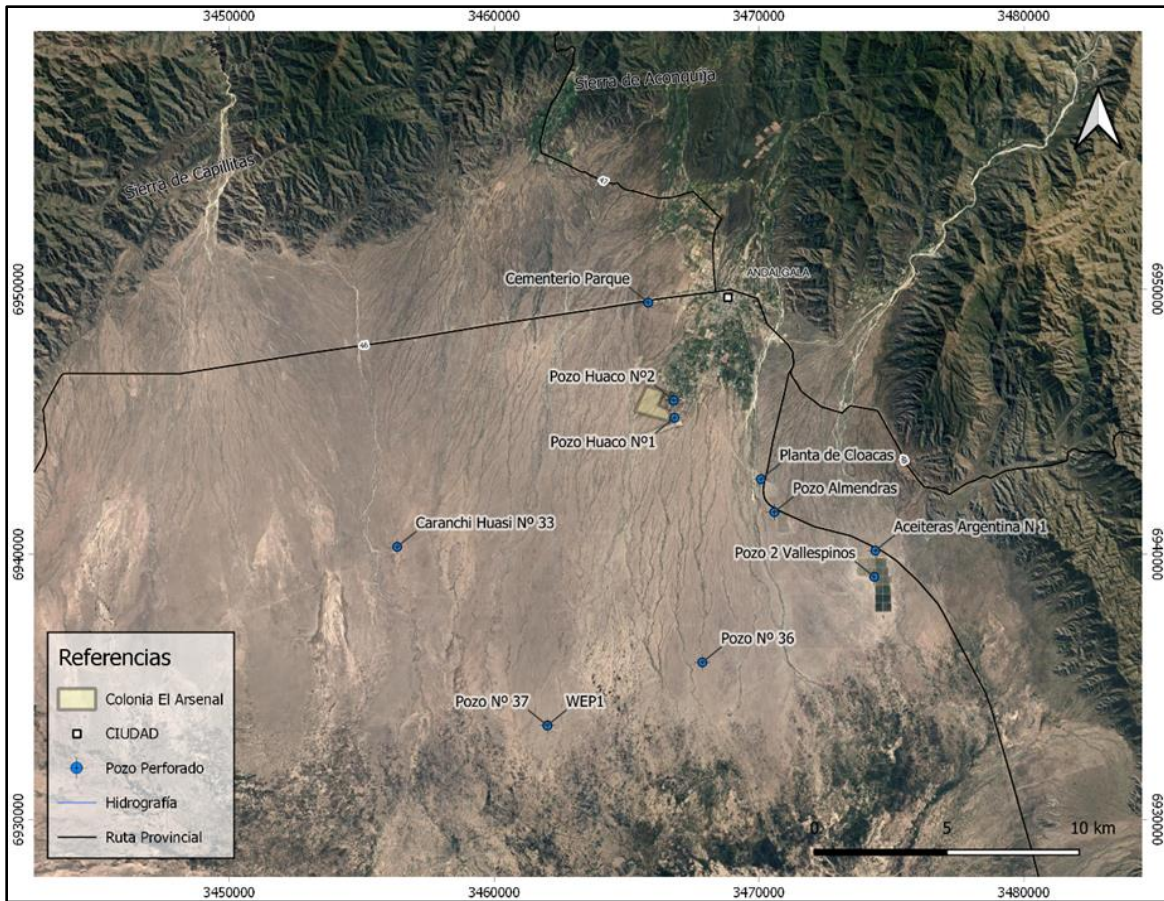


Figura N° 60: Ubicación de los pozos relevados durante las tareas de campo.

Tabla 18: Pozos relevados durante las tareas de campo. NE: Nivel estático (mbbp: metros bajo boca de pozo). CE: Conductividad Eléctrica del agua.

Id	Nombre	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas		NE (mbbp)	CE	Observaciones
		Lat.	Long.	xcoord	ycoord		(uS/cm)	
1	Pozo 2 Vallespinos	27°40'41.80"	66°15'35.90"	3474353	6939149	64,34*	-	Pozo con tapa. No se puede medir niveles. (*) Se informa el nivel de su legajo.
2	Cementerio Parque	27°35'5.14"	66°20'46.29"	3465818	6949491	-	-	Pozo obstruido y abandonado.
3	WEP1	27°43'42.71"	66°23'6.87"	3462012	6933548	42,15	-	Pozo sin equipamiento
4	Pozo Huaco N°2	27°37'5.00"	66°20'11.59"	3466780	6945804	186,28*	-	Pozo Escuela Agrotécnica. Pozo cerrado con candado. Se informa Nivel estático del Legajo Técnico.
5	Pozo Huaco N°1	27°37'26.27"	66°20'10.38"	3466815	6945150	-	-	Pozo MUN-06-02 – Equipado. No se pudo medir el nivel estático, no baja la sonda.
6	Aceitera Argentina N 1	27°40'9.71"	66°15'34.13"	3474400	6940137	77,43	711	No se mide nivel por no bajar la sonda. Estaba en funcionamiento
7	Planta de Cloacas	27°38'41.69"	66°18'11.51"	3470080	6942837	597	-	Pozo MUN-06-01 – Equipado y en funcionamiento. No se puede medir el Nivel dinámico.
8	Pozo N° 36	27°42'25.96"	66°19'32.96"	3467865	6935928	57,8	-	Pozo sin equipamiento
9	Pozo N° 37	27°43'42.90"	66°23'6.90"	3462011	6933542	-	-	Pozo sin equipamiento. No se puede medir nivel estático por estar obstruido.
10	Caranchi Huasi N° 33	27°40'3.40"	66°26'33.10"	3456339	6940280	-	-	No accesible. Portón cerrado con candado. Ubicación sacada en función de antecedentes.
11	Pozo Almendras	27°39'22.25"	66°17'53.25"	3470583	6941589	123,5	620	Caudal informado por encargado 110 m³/h



Figura N° 61: Pozo finca Aceitera Argentina N°1.



Figura N° 62: Pozo finca Aceitera Argentina (Vallespinos N°2).



Figura N° 63: Pozo Almendras.



Figura N° 64: Pozo Planta de cloacas.



Figura N° 65: Pozo Caranchi Huasi N°33.



Figura N° 66: Pozo Huaco N°1 – MUN-06-02 (Camping Municipal).



Figura N° 67: Pozo Huaco N°2 – Escuela Agrotécnica.



Figura N° 68: Pozo Huaco N°37.



Figura N° 69: Pozo WEP-1.



Figura N° 70: Pozo Huaco N°36.

6.7. Prospección Geofísica.

En las tareas de gabinete previas y sobre la base de los estudios geofísicos obtenidos durante la etapa de recopilación y análisis de antecedentes, se diagramó una campaña para ejecutar 4 sondeos eléctricos verticales de manera de completar información en el propio predio del proyecto de colonia agrícola.

La ubicación de los SEV se muestra en Figura N° 72, mientras que sus coordenadas y cotas, se listan en la tabla 15.

Tabla 19: Coordenadas y cotas de los SEV realizados.

ID	Coordenadas geográficas		Coordenadas planas		Cota (m.s.n.m.)
	Latitud	Longitud	X	Y	
SEV 1	27°36'51.00"	66°20'34.20"	3466158.81	6946233.69	959
SEV 2	27°37'4.30"	66°20'46.60"	3465819.95	6945823.35	952
SEV 3	27°37'23.60"	66°20'46.00"	3465838.07	6945229.31	940
SEV 4	27°37'28.70"	66°20'25.40"	3466403.3	6945073.89	942

El estudio se realizó con un equipo marca CGEG CO Ltd. Modelo DUK – 2 auto compensador, de corriente continua con lectura directa de resistividad. Se usaron electrodos de corriente de acero inoxidable y de potencial, de cobre, en solución saturada de sulfato de cobre. Se emplearon cables de corriente de cobre acerado de 1 mm de sección y 1.000 metros de longitud.

Como fuente de energía se utilizó un amplificador-regulador de voltaje, alimentado con 220 V, que alcanza un valor máximo de 850 voltios. La prospección geoelectrica se llevó a cabo por el método del SEV (sondeo eléctrico vertical), con un dispositivo electródico tetrapolar Schlumberger de constante geométrica $K = \pi \cdot ((AM \cdot AN) / MN)$. Figura N° 71 .Las longitudes entre los electrodos de corriente fueron variables, hasta distancias máximas de 1600 metros. Las separaciones entre los electrodos de potencial, MN, variaron entre 1 y 200 metros. Figura N° 73



Figura N° 71: Equipo resistivímetro empleado.

La curva de campo se graficó en papel bilogarítmico de módulo 62,5 mm, donde la abscisa corresponde a los valores de OA (en metros) y la ordenada, a los de ρ_a (resistividad aparente en Ohm.m), ver Figura 72. La interpretación se realizó con programas de computación. El resultado final es un gráfico donde las marcas representan a los puntos de la curva de campo empalmada y la línea continua corresponde a la curva de interpretación optimizada que responde al modelo físico y matemático más ajustado.

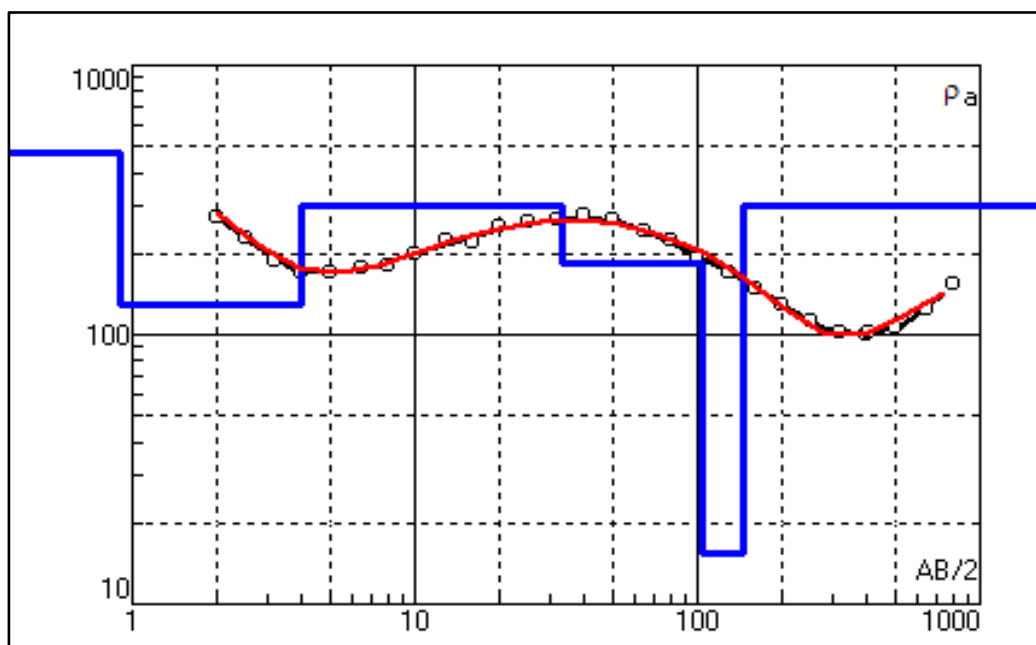


Figura N° 72: Representación en gráfico bi-logarítmico de la curva de campo empalmada (en negro) y la curva de interpretación optimizada que responde al modelo físico – matemático más ajustado (en rojo). En azul se representa el modelo geoelectrico con las resistividades verdaderas y las profundidades.

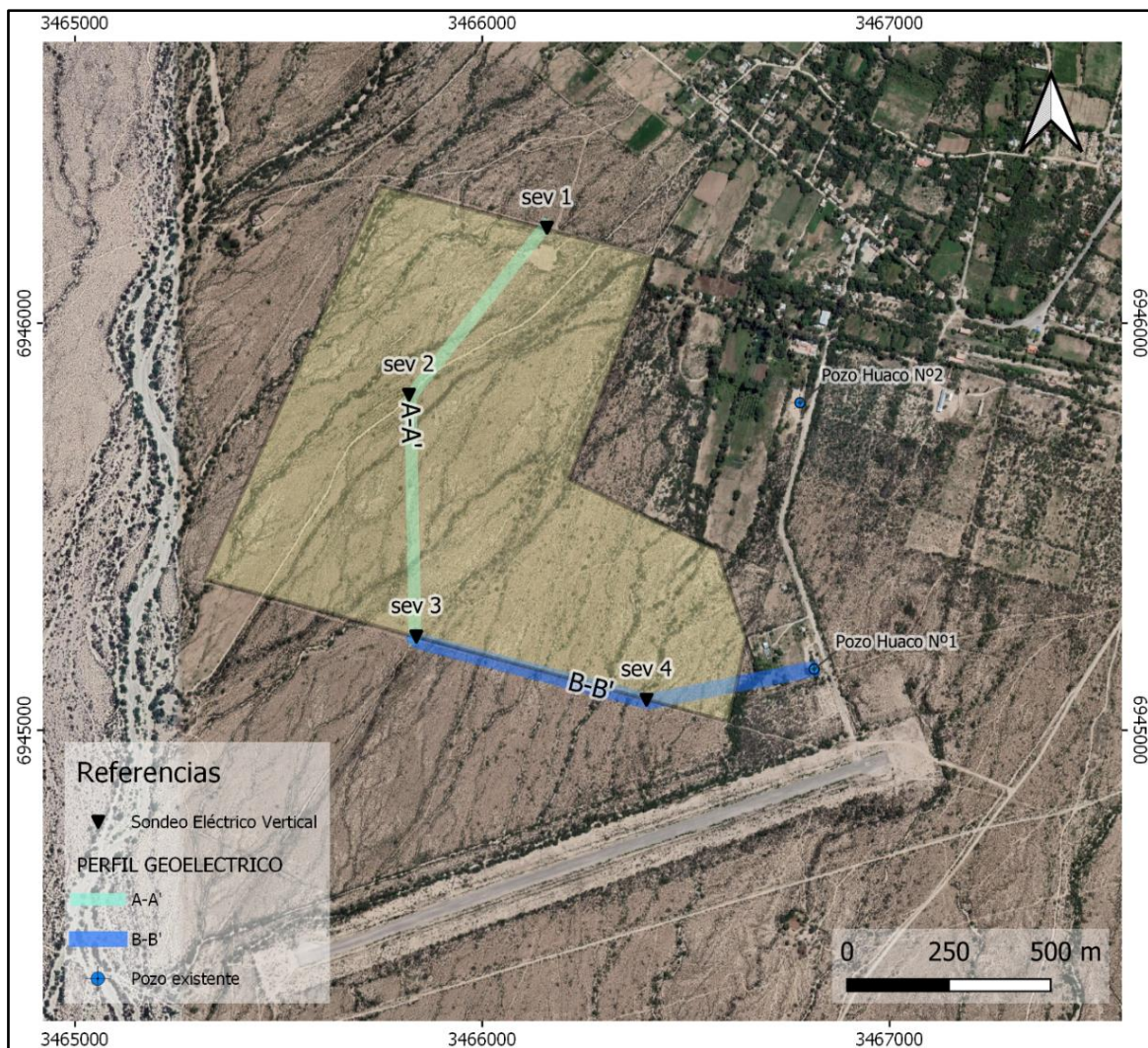


Figura N° 73: Ubicación de SEV y trazas de perfiles geoelectricos.

6.7.1. Interpretación de Sondeos Eléctricos Verticales

La interpretación de cada SEV genera un corte geoelectrico en el cual se muestran las diferentes electrocapas con sus respectivos espesores y/o profundidad del contacto entre las mismas. La información geológica del entorno, los datos provenientes de las perforaciones y el criterio del profesional intérprete permiten luego asignarle a cada electrocapa, un significado geológico, procurando establecer la litología de la misma y en algunos casos determinar la posibilidad de que una roca o formación esté saturada con agua.

Los datos de campo, curvas y modelos de interpretación se muestran en el ANEXO II. La interpretación de cada SEV se desarrolla según los siguientes cortes geoelectricos:

SEV 01

666	1
4253	4
1404	85
507	190
290	450
19	

El corte geoelectrico presenta una sucesión de seis electrocapas. Las cuatro primeras, con valores que van desde altos a muy altos de resistividad, corresponden a sedimentos aluviales modernos (gravas y arenas, con menor cantidad de limos y arcillas) hasta los 190 metros de profundidad. Posteriormente se observa una disminución de la resistividad (290 Ohm.m), que se interpreta como los mismos materiales de la capa anterior pero saturados con agua dulce. Desde los 450 metros se detectan valores más conductivos (19 Ohm.m), interpretados como secuencias sedimentarias con mayor predominio de limos y arcillas.

SEV 02

518	2
235	3,5
1645	73
754	178
248	387
24	

El corte geoelectrico presenta una sucesión de seis electrocapas. Las cuatro primeras, con valores que van desde altos a muy altos de resistividad, corresponden a sedimentos aluviales modernos (gravas y arenas, con menor cantidad de limos y arcillas) hasta los 178 metros de profundidad. Posteriormente se observa una disminución de la resistividad (248 Ohm.m), que se interpreta como los mismos materiales de la capa anterior pero saturados con agua dulce. Desde los 387 metros se detectan valores más conductivos (24 Ohm.m), interpretados como secuencias sedimentarias con mayor predominio de limos y arcillas.

SEV 03

300	1
5359	6
2266	91
635	179
303	412
53	

El corte geoelectrico presenta una sucesión de seis electrocapas. Las cuatro primeras, con valores que van desde altos a muy altos de resistividad, corresponden a sedimentos aluviales modernos (gravas y arenas, con menor cantidad de limos y arcillas) hasta los 179 metros de profundidad. Posteriormente se observa una disminución de la resistividad (303 Ohm.m), que se interpreta como los mismos materiales de la capa anterior pero saturados con agua dulce. Desde los 412 metros se detectan valores más conductivos (53 Ohm.m), interpretados como secuencias sedimentarias con mayor predominio de limos y arcillas.

SEV 04

616	1
3808	3
1893	76
688	172
383	336
21	

El corte geoelectrico presenta una sucesión de seis electrocapas. Las cuatro primeras, con valores que van desde altos a muy altos de resistividad, corresponden a sedimentos aluviales modernos (gravas y arenas, con menor cantidad de limos y arcillas) hasta los 172 metros de profundidad. Posteriormente se observa una disminución de la resistividad (**383 Ohm.m**), que se interpreta como los mismos materiales de la capa anterior pero saturados con agua dulce. Desde los 336 metros se detectan valores más conductivos (**21 Ohm.m**), interpretados como secuencias sedimentarias con mayor predominio de limos y arcillas.



Figura N° 74: Realización del SEV 1.



Figura N° 75: Realización del SEV 3.

6.7.2. Perfiles Geoelectricos

Luego de analizar las distintas electrocapas detectadas en cada sondeo eléctrico vertical (SEV), se realizaron dos perfiles geoelectricos (Figura N° 75). En todos los casos se correlacionaron las unidades que presentan una respuesta similar desde el punto de vista de configuración de curva, ajustando las interpretaciones con la información geológica de subsuelo analizada en etapas anteriores.

De esta manera y luego de establecer el modelo más acorde a las condiciones geológicas – geomorfológicas de la zona de estudio, se individualizaron tres unidades mayores que fueron denominadas, de arriba hacia abajo como:

- Unidad 1 o Zona muy resistiva superior, representando generalmente al relleno aluvial moderno, seco;
- Unidad 2 o Zona resistiva, que corresponde a las mismas facies anteriores pero saturadas con agua dulce;
- Unidad 3 o Zona semiresistiva, englobando secuencias con más contenido de materiales finos (limos y arcillas).

Perfil Geoelectrico A-A'

El perfil incluye los sondeos 1, 2 y 3 realizados en este trabajo. De esta manera se pueden observar las variaciones de facies que existen en un corte con rumbo aproximado norte-sur, en una zona central del predio de la futura colonia agrícola (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

La Unidad 1 o Zona muy resistiva superior (No Saturada) presenta una potencia variable entre 178 metros (en el SEV 2) y 190 metros (en el SEV 1). Esta unidad está compuesta por una sucesión de electrocapas de comportamiento muy resistivo que representarían la presencia de arenas, gravas y rodados, atribuidos a sedimentos modernos secos.

La Unidad 2 o Zona resistiva (Saturada) se detecta en todos los sondeos. Su techo se localiza a profundidades variables entre 178 metros (en el SEV 2) y 190 metros (en el SEV 1), con espesores de 209 y 260 metros respectivamente. La resistividad de esta unidad es alta, variando sus valores entre 248 y 303 Ohm.m., por lo que se interpreta como la misma unidad suprayacente, pero saturada con agua de bajo contenido salino.

La Unidad 3 o Zona semiresistiva, fue detectada en todos los SEV a profundidades de 450, 387 y 412 metros para los SEV 1, 2 y 3 respectivamente. Los valores de resistividad son moderados y varían entre 19 y 53 Ohm.m, representando a facies sedimentarias con mayor participación de limos y arcillas.

Perfil Geoelectrico B-B'

El perfil incluye los sondeos 3 y 4 realizados en este trabajo. De esta manera se pueden observar las variaciones de facies que existen en un corte con rumbo aproximado oeste-este, incluyendo la información proporcionada (diseño y perfilaje de resistividades) por el pozo MUN-06-02, situado en el Camping Municipal Huaco, de la Ciudad de Andalgá

La Unidad 1 o Zona muy resistiva superior (No Saturada) presenta una potencia variable entre 179 metros (en el SEV 3) y 172 metros (en el SEV 4). Esta unidad está compuesta por una sucesión de electrocapas de comportamiento muy resistivo que representarían la presencia de arenas, gravas y rodados, atribuidos a sedimentos modernos secos.

La Unidad 2 o Zona resistiva (Saturada) se detecta en los dos sondeos. Su techo se localiza a una profundidad de 179 metros (en el SEV 3) y 172 metros (en el SEV 4), con espesores de 233 y 164 metros respectivamente. La resistividad de esta unidad es alta, variando sus valores entre 303 y 383 Ohm.m., por lo que se interpreta como la misma unidad suprayacente, pero saturada con agua de bajo contenido salino. Esta Unidad sería la que contiene los niveles productivos que explota el pozo Huaco 1 (MUN-06-02).

La Unidad 3 o Zona semiresistiva, fue detectada en los dos SEV a profundidades de 412 y 336 metros para los SEV 3 y 4 respectivamente. Los valores de resistividad son moderados y varían entre 21 y 53 Ohm.m, representando a facies sedimentarias con mayor participación de limos y arcillas.

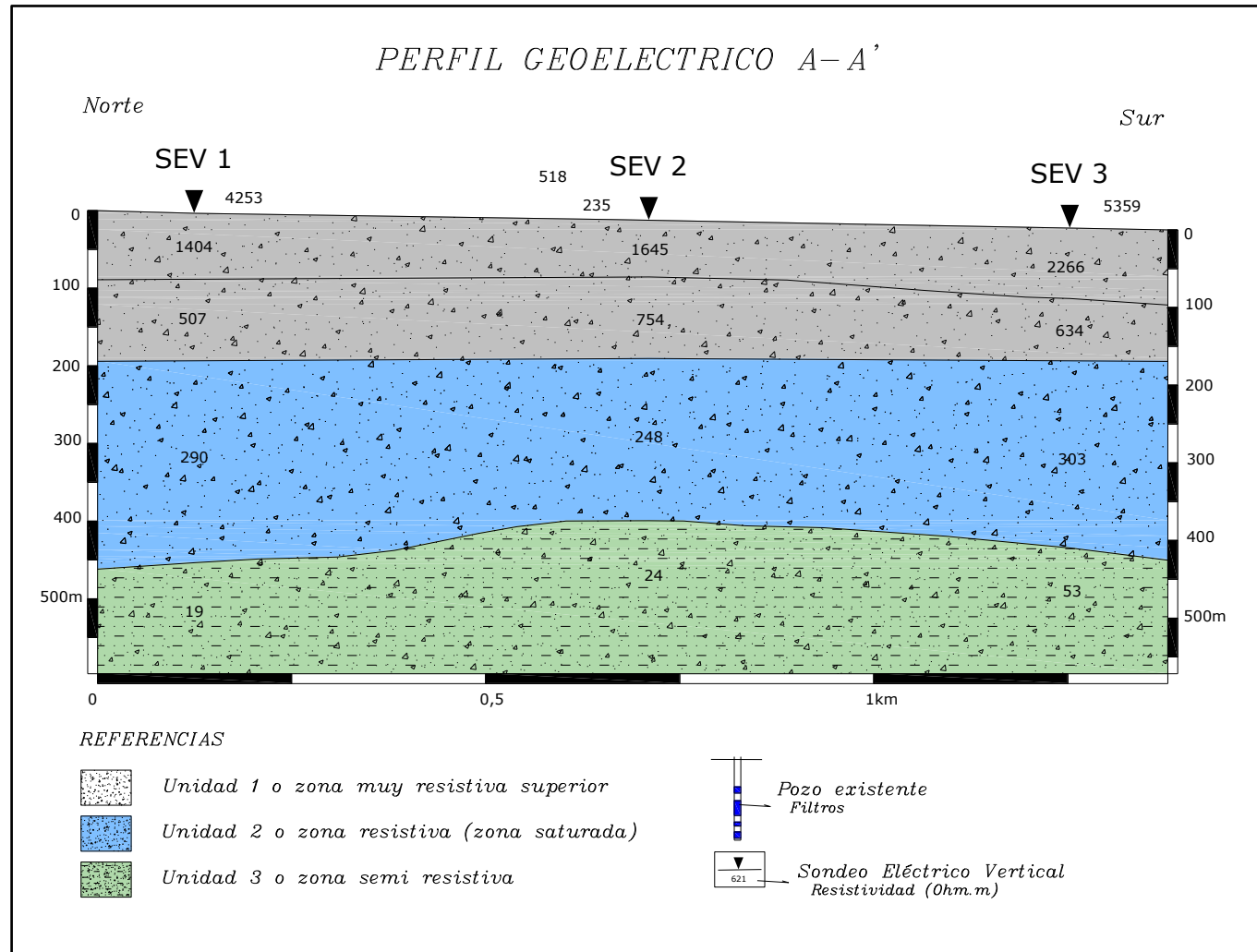


Figura N° 76: Perfil Geoelectrico A-A'.

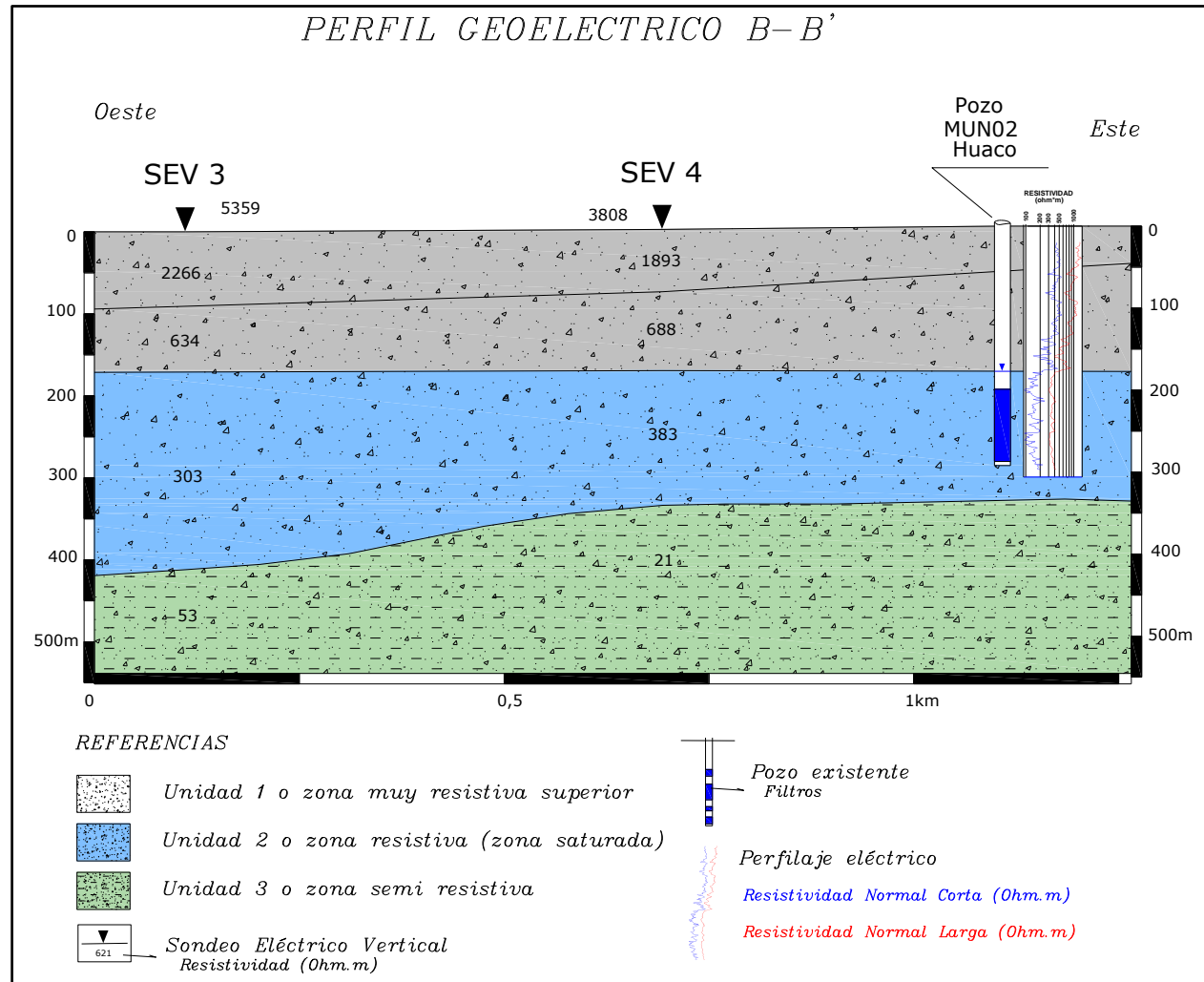


Figura N° 77: Perfil Geoelectrico B-B'.

6.8. Diagnóstico hidrogeológico de síntesis

El predio del proyecto de colonia agrícola El Arsenal, se encuentra en el extremo noreste del Sistema Acuífero del Salar de Pipanaco, (Tálamo, et al., 2016), asociado a una zona de recarga de este, producto de la infiltración de los caudales base de los ríos que abandonan los sistemas montañosos de Capillitas, Aconquija y Ambato (CONHIDRO S.R.L., 2013 y 2015 y Tálamo et al., 2020).

Tálamo, et al. 2016 indican que la región se caracteriza por una marcada aridez y temperaturas templadas. El efecto orográfico de las montañas que la circundan es notable y produce un efecto de barrera climática para los vientos húmedos orientales. De esta manera, se produce una gradación de un clima desértico en el centro de la cuenca, a uno semidesértico en las laderas bajas e, incluso, sub-húmedo en las vertientes de los sistemas serranos. En líneas generales, al analizar las precipitaciones, puede observarse que la pluviometría disminuye en la dirección del viento, de NE a SO a escala regional, pero se incrementa con la altitud de forma radial-centrípeta a escala local, en el interior de los valles y bolsones. Las precipitaciones anuales varían desde 100 mm en el centro de la cuenca, 300 mm en los piedemontes a 600 mm en los faldeos montañosos. Las precipitaciones son de tipo torrencial. Tabla 20.

Tabla 20 Ubicación y pluviometría de las estaciones meteorológicas dentro de Cuenca de Pipanaco y aledaños. PMA: precipitación media anual; DE: desvío estándar; Fuente: 1: DPHyERH; 2: SMN/Factor, 1990; 8: BHP-Aquaconsult (1999). Tomado de CONHIDRO S.R.L., 2013).

N° Estación	Altitud PMA (msnm) (mm)		DE	Serie Total	Años Compl.	Dto.	Fuente	Posg 94 GKF3 X (m) Y (m)	
16 Agua Salada	943	79	49	1990-2012	5	Andalgalá	1	6943146	3440969
17 El Potrero	1183	557		1994-2012	1	Andalgalá	1	6954851	3450267
18 Minas	3193	385				Andalgalá	8	6973308	3472152
19 Amanao	1444	411	200	1973-2012	15	Andalgalá	1	6958624	3468614
20 Andalgalá Met	1070	285	109	1936-1963	19	Andalgalá	2	6947875	3467011
21 Andalgalá FC	968	221	88	1934-1984	35	Andalgalá	2	6946028	3467016
22 Villa Vil A.	1385	399	39	1973-1990	10	Andalgalá	1	6949930	3474869
23 Agua de las Palomas	1797	287	83	1951-1978	17	Andalgalá	2	6944220	3488406

La Evapotranspiración Potencial (ETP), calculada por el método de Thorthwaite (1948) para la localidad de Andalgalá, se encuentra en el orden de los 915 mm/año. Para la misma localidad se realizó un Balance Hídrico (BH) de paso mensual en un año promedio, encontrándose un déficit hídrico en todos los meses, totalizando valores de 623 mm/año. La Evapotranspiración Real (ETR) resultante del BH es igual al valor de la precipitación, siendo de 298 mm/año en Andalgalá (Estación de FFCC), para el BH de paso mensual. En el caso particular de los cultivos, considerando el índice de cultivo (Kc)

del Olivo se obtuvo una Evapotranspiración del cultivo (ETc) de 1.010 mm/año, siendo esta la demanda de riego.

Los ríos que drenan los faldeos australes del sistema serrano poseen módulos variables entre 0,04 y 0,7 m³/s ver en Tabla 21.

Tabla 21 Ubicación de puntos de aforo y caudales de los principales ríos del Bolsón de Pipanaco. Alt.: Altitud; Mód.: Módulo; DE: desvío estándar anual y modular (Mód); Tomado de CONHIDRO S.R.L., 2013)

N°	Río	Pasar 94 GK F3		Alt.	Mód	DE	Serie	AC	Localidad
		X (m)	Y (m)						
28	Amanao	6957300	3450048	1289	0,13	0,09	2002-2013	0	Amanao
29	Choya	6957822	3462762	1335	0,18	0,08	2002-2013	0	Choya
30	Choya C1	6957813	3462745	1368	0,06	0,03	2007-2013	0	Canal 1
31	Choya C2	6956541	3462434	1304	0,07	0,03	2007-2013	0	Canal 2
32	El Potrero	6959919	3469676	1552	0,07	0,02	2002-2013	0	El Potrero
33	And. C Chaquiago	6958052	3471305	1550	0,07	0,02	2003-2013	0	Chaquiago
34	And. Huasán 2	6958042	3471319	1551	0,06	0,03	2003-2013	0	Huasán
35	And. C Huasán 1	6955902	3470929	1345	0,04	0,03	2003-2013	0	Huasán
36	Andalgalá	6956515	3472283	1426	0,70	0,22	2002-2013	0	Huasán
37	Villa Vil	6951997	3477028	1385	0,04	0,01	2002-2013	0	Villa Vil (A)

Desde un punto de vista regional, y sobre la base de un modelo hidrogeológico planteado por Tálamo (2022), la piezometría muestra un flujo subterráneo NNO-SSE y en partes N-S, validando la existencia de una zona de recarga asociado al frente montañoso antes citado (Figura 78). El flujo converge pseudoradialmente hacia un sector topográficamente más bajo, dominado por el Salar de Pipanaco, generando así una zona de descarga de agua del sistema, por evaporación directa de esta unidad geológica.

El modelo hidrogeológico planteado por Tálamo (2020) incluye también, salidas de agua del sistema, asociadas a la evapotranspiración de la vegetación natural, de los bosques de algarrobos (freatofitas) y de las fincas que, por bombeo, extraen agua para cubrir la demanda de riego tecnológico.

Estudios realizados en la cuenca aplicando el método del ión Cloruro (CONHIDRO S.R.L., 2013), muestran una posible recarga anual en el orden del 11 % de las precipitaciones medias anuales.

Por lo expuesto, se observa que la posición del predio de la Colonia Agrícola se encuentra en una posición cercana a la zona de recarga, en un sector de la cuenca en la que la extracción de agua subterránea es inferior con respecto a otros sitios donde se produce una explotación intensiva.

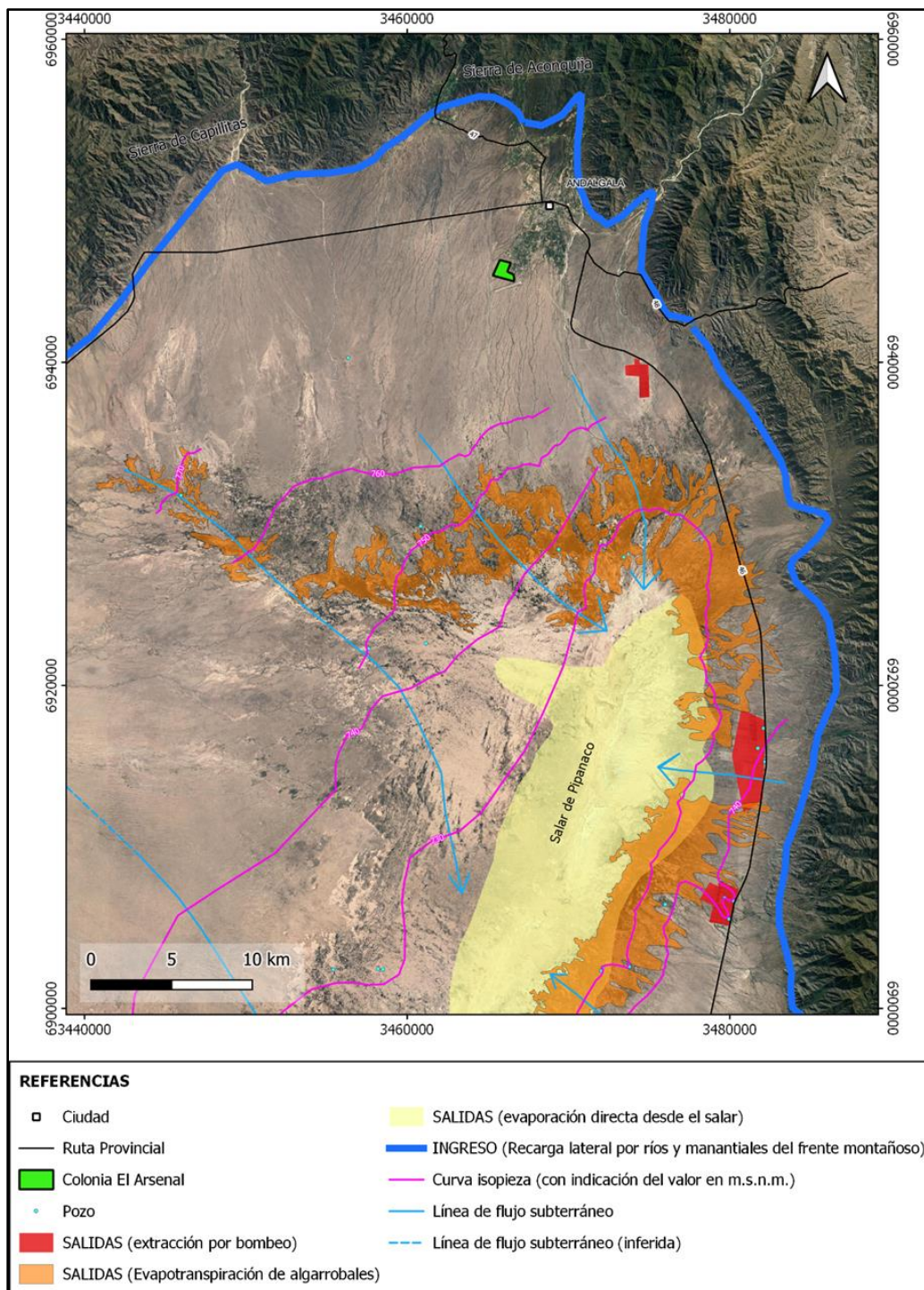


Figura N° 78 Modelo Hidrogeológico Conceptual, modificado de Tálamo, 2022.

6.9. Conclusiones

Se concluye que las condiciones hidrogeológicas expuestas, muestran la existencia de materiales aluvionales cuaternarios, con una permeabilidad primaria que le otorga un importante potencial hidrogeológico.

La existencia de dos perforaciones en las cercanías del predio de la Colonia Agrícola, demuestran la existencia de agua subterránea en el sector de interés.

La prospección geofísica realizada indica que los espesores de estas facies clásticas varían entre 336 y 450 metros, encontrándose la zona saturada a profundidades variables entre 172 y 190 metros.

La información de los legajos técnicos de las perforaciones existentes, muestran rendimientos específicos importantes, comprendidos entre 28,5 y 31,3 m³/h/m para caudales de bombeo de 145 y 115 m³/h respectivamente, permitiendo proyectar extracciones mayores, cercanas a los 200 m³/h.

El agua subterránea obtenida en dichas perforaciones es bicarbonatada cálcica, con una baja cantidad de sales disueltas. Desde el punto de vista de su uso para riego, según la clasificación de Wilcox, el agua resulta de clase C2 -S1, que indica un riesgo bajo de sodicidad (o alcalinidad) y moderado de salinidad, denotando una buena aptitud de uso para tal fin.

7. INFORME AMBIENTAL: FLORA Y FAUNA- AVISO DE PROYECTO

El presente informe corresponde Informe comprometido en el marco del trabajo de biodiversidad realizado para el Consejo Federal de Inversiones (CFI).

El proyecto de establecimiento de Colonias productivas ubicadas al Sur de la localidad de Andalgalá consiste en poner en producción aproximadamente 100 hectáreas con infraestructura para la producción, en la zona conocida como El Arsenal, con la implementación de tecnología e infraestructura para tal fin.

La superficie neta para habilitar es de 97,4 hectáreas aproximadamente, la que actualmente se encuentra cubierta por vegetación nativa que corresponde a la estepa arbustiva baja y rala típica de la provincia fitogeográfica del Monte, con predominancia de jarilla, seguido por retama, pichana, pichanilla y la presencia de escasos ejemplares de algarrobo negro en las cercanías de los escurrimientos superficiales que atraviesan la propiedad y de cactáceas bajas y rastreras.

El presente informe fue elaborado sobre la base de los trabajos de campo realizados durante el mes de octubre del corriente, el cual ha sido desarrollado en su totalidad, siendo la etapa de procesamiento de datos, valoración de estos, generación de información e indicadores y conclusiones las expuestas en el presente.

1. Recopilación, organización e interpretación de la información existente
2. Planificación de las tareas de campo
3. Relevamiento a campo de vegetación
4. Relevamiento a campo de fauna
5. Procesamiento de información generada en campo
6. Elaboración de informe preliminar
7. Elaboración informe final con las conclusiones

7.1. Caracterización de la vegetación

La vegetación de la zona se caracteriza por poseer elementos típicos de las regiones de climas áridos, las formaciones vegetales son del tipo xerófilas (plantas que viven en lugares secos).

Esta vegetación está adaptada a condiciones adversas como la oscilación de la temperatura, que son elevadas durante el día y bajas en la noche, precipitaciones escasas o casi nulas en alguna época del año, lo cual ha orientado el desarrollo de adaptaciones especiales, como raíces largas, para aprovechar el agua del nivel freático libre que se encuentra profunda, las hojas son pequeñas y poco abundante, en muchos de los casos son reemplazadas por espinas para evitar la transpiración, en algunos casos son vegetales del tipo carnosos que mantienen el agua.

Los factores que intervienen en las características de los vegetales son varios: el suelo, encontramos distintos tipos de suelos que van de los arenosos o medanosos a salinos. Los vegetales se adaptan para poder sobrevivir y encontramos plantas samnófilas, halófilas y calcícolas cuando los suelos son calcáreos.

Al estudiar y anotar todas las especies presentes en un área, se obtiene la composición florística o Riqueza de Especies de dicha área; este elemento permite juzgar la riqueza florística de un lugar y compararlo en estos términos con otros. En el estudio de Vegetación, es decir, en el estudio de las comunidades vegetales (aspecto fitosociológico), se ha de tener presente la composición florística, la estructura, distribución y disposición espacial. El inventario de vegetación debe incluir los aspectos cuantitativos y cualitativos que ayuden a su caracterización.

Con independencia del propósito, se efectúan cuantos análisis sean necesarios y por ende varios elementos de su manifestación son registrados. Los aspectos cuantitativos más significativos comprenden: Abundancia y densidad, Cobertura o grado de cobertura y Productividad primaria.

Los aspectos cualitativos se basan fundamentalmente en los rasgos fisonómicos y funcionales de las especies o comunidades vegetales y comprenden, entre otros la composición florística o riqueza de especies.

Aspectos cuantitativos

Cobertura: Es el porcentaje de la superficie de la unidad de muestreo o de la unidad de trabajo, cubierto por la proyección horizontal de la vegetación, bien en su conjunto, o bien por algunos de sus estratos o especie. Se suele expresar en una escala de cinco grados con bastante variedad en los límites de las distintas escalas propuestas. Una de las más utilizadas es la de Margalef (1974) que se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22: Correspondencia de grado y porcentaje de cobertura del terreno (Margalef, 1974).

Grado	Porcentaje de superficie cubierta
5	75 – 100
4	50 – 75
3	25 – 50
2	5 – 25
1	5

Dado que, en los estudios de vegetación, el grado de cobertura es un parámetro con mayor significado ecológico que la abundancia, para simplificar el trabajo de campo Braun – Blanquet (1932) propuso la escala de la Figura N° 79.

Escala	Cobertura
5	Cualquier número de individuos que cubran > 75% del área
4	Cualquier número de individuos que cubran 50 – 75% del área
3	Cualquier número de individuos que cubran 25 – 50% del área
2	Cualquier número de individuos que cubran 5 – 25% del área
1	Abundante, pero con valor de cobertura bajo o bien pocos individuos con valor de cobertura mayor
+	Pocos individuos y baja cobertura
r	Individuos raros o únicos con pequeña cobertura

Figura N° 79: Grado de Cobertura según Blanquet (1932).

Aspectos cualitativos

Composición florística o riqueza de especies: La lista de las especies presentes en la comunidad vegetal que se estudia suele elaborarse mediante listas florísticas en parcelas de muestreo. El nivel de detalle dependerá de cada tipo de estudio.

7.1.1. Objetivos específicos

- Realizar el relevamiento de Flora en la zona de influencia donde se desarrollará la actividad de Colonias Oeste de Catamarca.
- Determinar riqueza y cobertura por especie en el área de interés.

7.1.2. Área de muestreo

El área de estudio para el relevamiento de vegetación fue considerada como homogénea debido a que la misma se distribuye casi de manera homogénea, salvo en un sector donde aparecen Algarrobos asociados a una mayor humedad de suelo y subsuelo.

El criterio utilizado para la división en zonas del área de estudio se basó en las unidades fitosociológicas encontradas a campo y, por las diferencias en las intensidades de los colores identificadas en la Imagen satelital falso color usada como mapa base.

El Estudio se realizó durante la época invernal por lo que no se consideró adecuado realizar los cálculos de productividad primaria. Este tipo de medición debe realizarse al final de la época de crecimiento (febrero - marzo), para evitar subestimaciones debidas a la ausencia de especies anuales o terófitas, y las hemicriptófitas que se encuentran en estado vegetativo o totalmente consumidas por los animales.

Riqueza de especies: Para la determinación de Riqueza de Especies sobre las zonas identificadas en gabinete, se establecieron puntos georeferenciados para el muestreo. Los puntos seleccionados estuvieron ubicados en zonas sin alteración para lograr una lista florística lo más representativa posible de la zona de interés para el

proyecto. En el campo se localizaron los sitios de muestreos mediante el uso de GPS y se procedió a efectuar transectas de muestreo de 2 m de ancho por 30 m de largo. En el trayecto se identificaron las especies vegetales presentes y se registró el número de individuos.

Cobertura: En los sitios estudiados se determinó la Cobertura total y específica por especie utilizando el método de transectas. El análisis de los datos consistió en la determinación de la cobertura total promedio y relativa por especie.

7.1.3. Resultados

Especies florísticas:

Las comunidades arbustivas superan el 1,30 m., como la brea (*Parkinsonia praecox*), Atamisqui (*Atamisquea emarginata*), pata (*Ximenia americana*), espinillo (*Acacia caven*), jarilla macho (*Larrea cuneifolia*), retama (*Bulnesia retama*), cardón (*Tephrocactus* sp), tusca (*Acacia aroma*), churqui (*Acacia* sp.), algarrobo (*Prosopis flexuosa* y *Prosopis nigra*), pichana (*Senna aphilla*). También se relevó y se identificó especies herbáceas del género *Setaria* y *Aristida* y cactáceas bajas y rastreras. Figura N° 80.

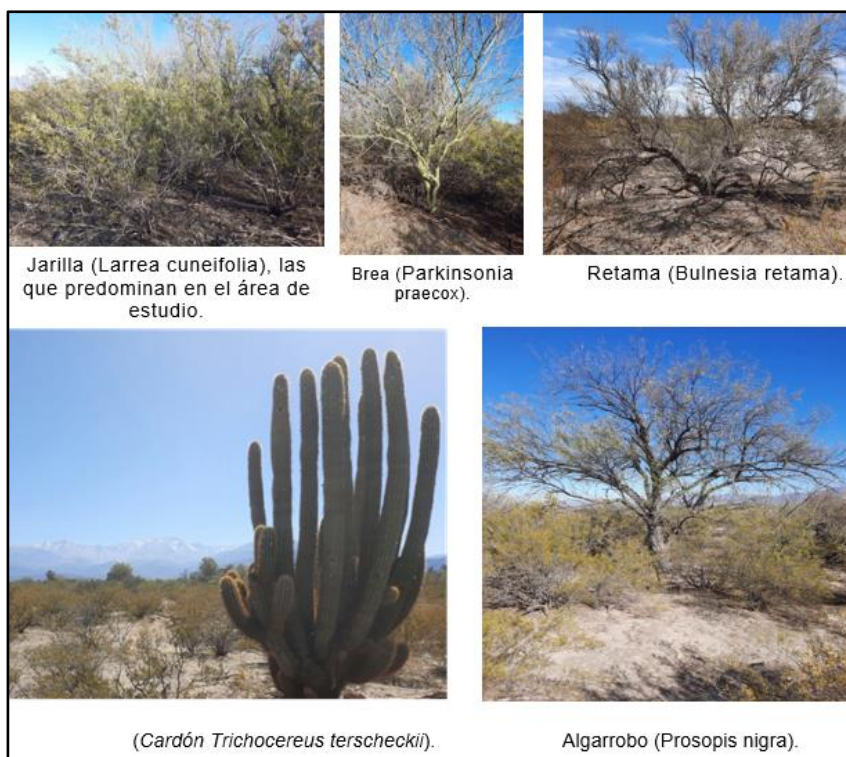


Figura N° 80: Especies florísticas.

Los valores obtenidos a campo y verificados mediante la interpretación de las imágenes satelitales, se puede aseverar que el sitio es un área con una escasa riqueza de especies y poca cobertura vegetal. Figura N° 81.

Nombre científico	Nombre común
<i>Acacia aroma</i>	Tusca
<i>Monttea aphylla</i>	
<i>Prosopis flexuosa</i>	Algarrobo negro
<i>Sena aphylla</i>	Pichana
<i>Ximenia americana</i>	Pata
<i>Acacia furcatispina</i>	Garabato
<i>Setaria cordobensis</i>	
<i>Aristida adsencionis</i>	
<i>Tephrocactus sp</i>	Cardón
<i>Cercidium praecox</i>	Cuerno de cabra
<i>Larrea cuneifolia</i>	Jarilla macho
<i>Parkinsonia praecox</i>	Brea
<i>Bulnesia retama</i>	Retama
<i>Acacia caven</i>	Espinillo
<i>Atamisquea emarginata</i>	Atamisqui

Figura N° 81: Riqueza de especies florísticas.

- **Cobertura:** El grado de cobertura equivalente a un promedio de 11 por ciento, corresponde al grado 2 propuesto por Margalef (1974). Figura N° 82.



Figura N° 82: Vista hacia el Norte del paisaje de la zona de El Arsenal. Obsérvese el jarillal predominante.

7.2. Caracterización de la fauna

El área de trabajo se localiza en la región Neotropical, dominio Chaqueño y provincia biogeográfica del Monte (Cabrera A. L. y A. Willink, 1.980). Ésta última se caracteriza por valles y bolsones áridos. El clima es cálido y seco, con variaciones de la temperatura entre el día y la noche.

Para gran parte de la fauna silvestre, la vegetación otorga la característica estructural del hábitat. En particular la fisonomía de la vegetación, para la mayoría de las especies, es un factor de gran importancia en la determinación de su distribución, pues influye en la selección de hábitat y en la disponibilidad de recursos tales como alimento, sitios de reproducción, nidificación o refugio contra depredadores. Uno de los componentes más importantes de la estructura del hábitat es la heterogeneidad ambiental, la cual está conformada no sólo por los distintos tipos de vegetación sino también por su variación espacial.

El área de estudio en particular corresponde a una planicie producto de la acumulación de sedimentos, donde el material en superficie es suelto y anguloso. Presenta cárcavas producto del flujo concentrado, lo que permite el transporte y deposición de material más fino, ello genera el ambiente propicio para encontrar tuco - tuco, y por consiguiente la pre Los mamíferos tienen un rol ecológico importante en los diferentes ecosistemas, los carnívoros que controlan poblaciones de herbívoros y pequeños vertebrados (roedores, reptiles y anfibios); los herbívoros que ramonean la vegetación y otros como los dispersores, que llevan las semillas a distintos lugares, con lo cual facilitan la regeneración natural de las plantas (Emmons, 1999).

Algunas de estas especies utilizan senderos abiertos por el hombre para desplazarse en busca de alimento u otra actividad, sitios donde son más fácilmente observados directa o indirectamente. presencia de animales depredadores del mismo, como el zorro.

7.2.1. Objetivos específicos

El objetivo de esta evaluación fue estimar la diversidad y abundancia relativa de mamíferos en el área de estudio, a fin de elaborar una línea de base para estimar los cambios e impactos potenciales que se pudiera generar. Esta información puede ser utilizada también como línea de base para un futuro monitoreo.

7.2.2. Metodología

El área de trabajo se localizó hacia el suroeste de la localidad de Andalgala, se realizó: Recopilación bibliográfica, identificación, reconocimiento de huellas, observaciones directas, identificación de indicios y muestreos. Se analizó la información se aplicó el índice de ocurrencia e índice de abundancia.

Los métodos se detallan a continuación:

Recopilación bibliográfica: de tipo específica, se comparó la misma con estudios en áreas próximas con características ambientales semejantes, para la corroboración de las especies citadas. No se evaluaron mamíferos voladores ni micromamíferos.

Marco conceptual: Los mamíferos tienen un rol ecológico importante en los diferentes ecosistemas, los carnívoros que controlan poblaciones de herbívoros y pequeños vertebrados (roedores, reptiles y anfibios); los herbívoros que ramonean la vegetación y otros como los dispersores, que llevan las semillas a distintos lugares, con lo cual facilitan la regeneración natural de las plantas (Emmons, 1999). Algunas de estas especies utilizan senderos abiertos por el hombre para desplazarse en busca de alimento u otra actividad, sitios donde son más fácilmente observados directa o indirectamente.

Identificación a nivel de especie: se siguieron a Mares et al (1.989) y Olrog C. y M. Lucero (1.980).

Reconocimiento de huellas: se utilizó la guía de Moreno, R. I. y R. Farquharson (2.007).

Observaciones Directas: Se realizaron observaciones diurnas a lo largo de trochas que representaran el Área de estudio. Los censos diurnos se realizaron entre las 08:30 y 18:00 horas. La velocidad aproximada de recorrido fue de 2 a 3,5 km/h, parando a ciertos intervalos para facilitar la observación de animales cercanos.

Para cada avistamiento se anotó la fecha, hora, lugar, punto con GPS, tipo de hábitat, número de individuos y ambiente. Además, se consideran los datos de fauna registrados por los restantes equipos de trabajo (avifauna, flora, entre otros), cuyos datos

fueran fotografiados y registrados mediante GPS. La metodología empleada en este estudio se define según el estándar delineado por el National Research Council (1981) y por Peres (1999).

Indicios Se consideró Indicio a cualquier evidencia dejada por algún animal, como huellas en el camino, madrigueras, restos de frutos comidos, heces y pelos. Los registros se identificaron por familia, género y especie (en lo posible), el tipo de registro y la ubicación. Cuando fue posible, las huellas fueron fotografiadas con una cámara digital. Los registros de huellas fueron luego confirmados utilizando guías de identificación (Tirira, 1999), mientras que para las heces se utilizó a Chame (2003).

Análisis de la Información: Para evaluar la diversidad se usaron los índices de diversidad de Shannon-Weaver y de dominancia de Simpson. Para estos índices los valores más altos corresponden a una gran riqueza de especies (número de especies) y heterogeneidad (distribución del número de individuos de cada especie). La fórmula del índice de Shannon-Weaver (H) utilizada fue la siguiente (Krebs 1999):

$$H = - \sum P_i \ln p_i$$

donde:

- P_i = Proporción de individuos de la i-ésima especie
- $P_i = n_i / N$
- n_i = número de individuos de la i-ésima especie
- N = Número de individuos totales
- \ln = Logaritmo natural

A pesar de las críticas el índice de Shannon-Weaver continúa siendo ampliamente utilizado en trabajos ecológicos, lo cual facilita las comparaciones entre estudios. Una ventaja adicional es que H es sensible a especies raras (menos abundantes) en lugar de especies dominantes presentes en una localidad; esta sensibilidad es relevante a la hora de evaluar la importancia de las especies más raras en evaluación ambiental.

La fórmula del índice de dominancia de Simpson (D) es la siguiente (Krebs 1999):

$$D = 1 / \sum (p_i)^2$$

donde

- $p_i = n_i / N$

A los fines de que los presentes datos se pudieran comparar con la mayor cantidad de trabajos también se calculan los Índices de Margalef ($I = (s-1)/\ln N$, donde I es la biodiversidad, s es el número de especies presentes, y N es el número total de individuos encontrados, pertenecientes a todas las especies) y de Berger Parcker ($B = N_{\max}/N$, N_{\max} es el número de individuos del taxón más abundante y N es el número total de individuos de la muestra).

Índice de ocurrencia

Complementariamente se estimó el índice de ocurrencia (IO) en el área propuesto por Boddicker et al. (2002). No se utilizó necesariamente este índice para confirmar la ocurrencia de una especie, sino que para obtener una lista de especies confirmadas basadas en las evidencias acumuladas. Cuando los puntos acumulados de evidencias alcanzan un límite, se concluye que la especie está presente en el sitio. Para calcular el índice de ocurrencia, se debe tener en cuenta que a cada tipo de evidencia se le asigna un valor basado en un sistema de puntos que refleja la calidad de la evidencia (Figura 82). El índice se calcula sumando los puntajes acumulados registrados para cada especie y la presencia de la especie se establece cuando los puntos suman 10 o más (Boddicker et al., 2002). Figura N° 83

TIPO DE EVIDENCIA	PUNTAJE
Evidencia no ambigua	
Especie observada	10
Evidencia de alta calidad	
Huesos	5
Pelos	5
Huellas	5
Vocalizaciones y olores	5
Evidencia de baja calidad	
Camas, madrigueras, nidos,	4
Heces	4
Restos de alimentos	4

Figura N° 83: Puntaje para diferentes tipos de evidencia utilizado para calcular el índice de ocurrencia (Boddicker et al., 2002).

Muestreo por punto fijo : Esta técnica requiere que el observador no interfiera con el normal funcionamiento de las poblaciones de aves, para ello se deben cumplir una serie de supuestos que se aceptan para estas técnicas. En este caso se utiliza un radio de 25 metros y se registran las especies vistas y escuchadas durante 15 minutos. Para la misma se utilizan prismáticos y un grabador de audio.

Los puntos distan de 200 metros como mínimo para evitar que las especies registradas en un punto puedan ser incluidas en otro.

7.2.3. Resultados

Se elaboraron listas de todas las especies que se distribuyen en el Monte de acuerdo con la bibliografía y las registradas en campo, indicando aquellas que se agrupan en alguna categoría de conservación. Tabla 23.

Tabla 23: Listado de las especies presentes en el área de estudio.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex griseus</i> (Gray, 1837)	Zorro gris
	Felidae	<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	Puma
	Mustelidae	<i>Conepatus chinga</i> (Molina, 1782)	Zorrino
Rodentia	Caviidae	<i>Microcavia australis</i> (I. Geoffroy y d'Orbygny, 1833)	Cuis chico
	Octodontidae	<i>Ctenomys knighti</i> (Thomas 1919)	Tuco tuco catamarqueño

Ocurrencia y Abundancia: Tanto los índices de ocurrencia como de abundancia fueron determinados por valores numéricos asignados a cada tipo de evidencia.

Las similitudes o diferencias que se presentan en el análisis de los Índices de Ocurrencia y Abundancia se deben al comportamiento que tienen cada una de las especies registradas. Tabla 24.

Tabla 24: Índices de Ocurrencia y Abundancia según las especies detectadas.

Especie	IO	IA
<i>Lycalopex griseus</i>	14	33
<i>Ctenomys knighti</i>	32	90
<i>Puma concolor</i>	5	5
<i>Microcavia australis</i>	5	5
<i>Conepatus chinga</i>	5	5

Debido a que el valor del índice de ocurrencia para puma, cuis y zorrino es inferior a 10, significaría que no se puede aseverar que la especie este realmente presente en el área del proyecto, sin embargo, es posible se utilice esta zona como paso a sitios de interés para alimentarse, reproducirse o refugiarse. Figura N° 84 y N° 85.



Figura N° 84: índice de ocurrencia para las especies identificadas

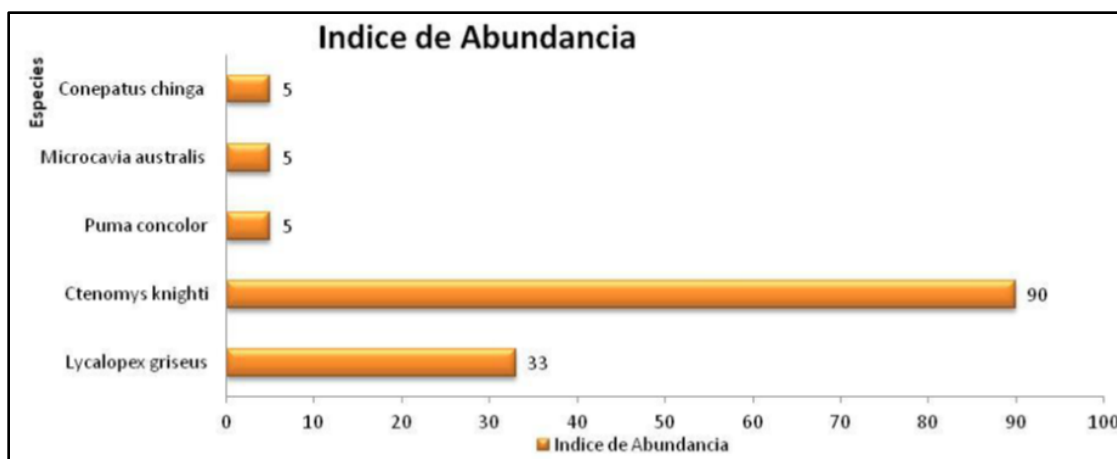


Figura N° 85: Índice de abundancia de especies de mamíferos registrados para el área de estudio.

Diversidad: Se registraron 5 especies para el área analizada, contenidas en 2 órdenes, con un total de 5 familias distribuidas según se indica en la figura N°86 y N°87.



Figura N° 86 Proporción de especies registradas distribuidas por Orden



Figura N° 87 Proporción de especies registradas distribuidas por Familia.

Tanto Shannon – Weaver, Simpson y Margalef muestran valores diversidad de 0.98, 0.51 y 0.81, respectivamente, mientras que el índice de Berger Parker tiene un valor de 0.65. Figura N° 88.

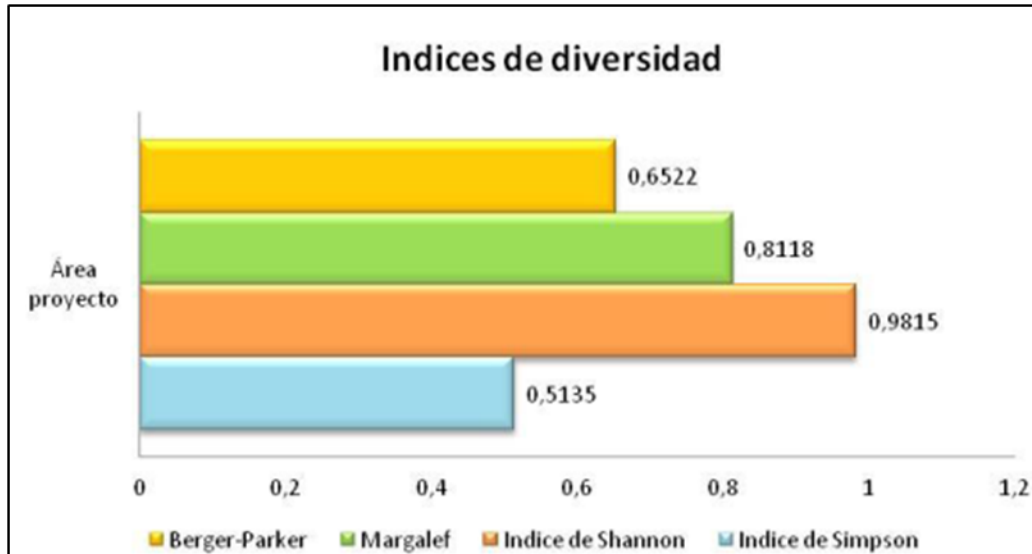


Figura N° 88: Índices de diversidad para el área del proyecto.

Se concluye que las especies de vegetación relevadas son las comúnmente encontradas en ambientes de estepa arbustiva baja y rala.

En términos de cobertura del suelo, la comunidad vegetal relevada presenta valores s bajos, lo cual es representativo de ambientes áridos.

Las especies faunísticas encontradas a través de observación directa o indicios, indica que se trata de un ambiente muy poco modificado por las actividades antrópicas. Figura N°89, 90 y 91.



Figura N° 89: Secuencia de huellas de cuis chico.



Figura N° 90: Secuencia de huellas de zorro gris.



Figura N° 91 Ejemplares de aves en área de estudio.

En la Tabla 25 figuran las aves citadas y registradas en el área de proyecto.

Tabla 25: Aves citadas y registradas en el área de proyecto.

Nombre Común	Nombre científico
Martineta Común	<i>Eudromia elegans</i>
Ticotico Común	<i>Pseudoseisura gutturalis ochroleuca</i>
Monterita Canela	<i>Poospiza ornata</i>
Remolinera Común	<i>Cinclodes fuscus rufus</i>
Ñandú	<i>Rhea americana</i>
Gavilán mixto	<i>Parabuteo unicinctus</i>
Halcón plumizo	<i>Falco femoralis</i>
Birro común	<i>Hirundinea ferruginea</i>
Golondrina tijerita	<i>Hirundo rustica</i>
Calandria grande	<i>Mimus saturninus</i>
Monterita de collar	<i>Poospiza torquata</i>
Tordo músico	<i>Agelaioides badius</i>
Jote Cabeza Colorada	<i>Cathartes aura</i>
Jote Cabeza Negra	<i>Coragyps atratus</i>
Gavilán Ceniciento	<i>Circus cinereus</i>
Aguilucho Alas Largas	<i>Buteo albicaudatus</i>
Aguilucho Común	<i>Buteo polyosoma</i>
Carancho	<i>Polyborus plancus</i>
Chimango	<i>Milvago chimango</i>
Halconcito Gris	<i>Spizapteryx circumcinctus</i>
Halconcito Colorado	<i>Falco sparverius</i>
Chuña Patas Negras	<i>Chunga burmeisteri</i>
Tero Común	<i>Vanellus chilensis</i>
Torcaza	<i>Zenaida auriculata</i>
Torcacita Común	<i>Columbina picui</i>
Yerutí Común	<i>Leptotila verreauxi</i>
Loro Barranquero	<i>Cyanoliseus patagonus</i>
Catita Serrana Grande	<i>Bolborhynchus aymara</i>
Catita Serrana Chica	<i>Bolborhynchus aurifrons</i>
Pirincho	<i>Guira guira</i>
Lechucita Vizcachera	<i>Athene cunicularia</i>
Vencejo de Collar	<i>Streptoprocne zonaris</i>
Vencejo Blanco	<i>Aeronautes andecolus</i>
Carpintero Real Común	<i>Colaptes melanolaemus</i>
Hornero	<i>Furnarius rufus</i>
Canastero Castaño	<i>Asthenes steinbachi</i>
Cacholote Pardo	<i>Pseudoseisura gutturalis</i>
Coludito Cola Negra	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>
Gallito Arena	<i>Teledromas fuscus</i>
Cortarramas	<i>Phytotoma rutila</i>
Pico de Plata	<i>Hymenops perspicillatus</i>
Viudita Común	<i>Knipolegus aterrimus</i>
Ratona Común	<i>Troglodytes aedon</i>
Cachirla Pálida	<i>Anthus hellmayri</i>
Calandria Real	<i>Mimus triurus</i>
Calandria Mora	<i>Mimus patagonicus</i>
Zorzal Chiguanco	<i>Turdus chiguanco</i>
Naranjero	<i>Thraupis bonariensis</i>
Pepitero de Collar	<i>Saltator aurantirostris</i>
Diuca Común	<i>Diuca diuca</i>
Jilguero Oliváceo	<i>Sicalis olivascens</i>
Chingolo	<i>Zonotrichia capensis</i>
Verdón	<i>Embernagra platensis</i>
Cabecitanegra Común	<i>Carduelis magellanica</i>
Tordo Renegrado	<i>Molothrus bonariensis</i>
Varillero Congo	<i>Agelaius ruficapillus</i>
Loica Común	<i>Sturnella loyca</i>
Pecho Colorado	<i>Sturnella supercilialis</i>
Gorrión	<i>Passer domesticus</i>

7.3. Aviso de proyecto

De acuerdo con la legislación vigente en la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Catamarca (SAy DS), es necesario presentar un Aviso de Proyecto con las características más sobresalientes del mismo. La Autoridad de aplicación, con la documentación presentada, puede aprobar dicho instrumento para que se realice la obra o bien solicitar un Estudio de Impacto Ambiental si lo considera necesario.

En el Anexo III que acompaña al presente informe se adjunta, el “AVISO DE PROYECTO COLONIAS OESTE CATAMARCA” a presentar en la autoridad de aplicación (SAy DS) y la documentación pertinente.

8. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

BHP. 1999. Programa: Exploración de Aguas Subterránea Proyecto Agua Rica, Catamarca, Argentina. BHP – Acuaconsult Cía. Ltda., Agua Rica. Inédito

Ben Gurion 2006. Estudio de Relevamiento y Evaluación de los Recursos Hídricos en Zonas Áridas de la Provincia de Catamarca. Asociación Argentina de Amigos de la Universidad de Ben Gurion. Programa de Servicios Agrícolas Provinciales. Programación del Desarrollo Agropecuario (EPDA) AM-N-A-10. Contratación N° A-10-S-01/05.

Bucich N., Torres C., Gianni R., García perón E. 2011. Estudio hidrogeológico de la cuenca Salar de Pipanaco. Dtos. Belén, Andalgalá, Tinogasta y Pomán, Pcia. de Catamarca. Secretaría de Obras Públicas, Subsecretaría de Recursos Hídricos, Gobierno de Catamarca. Instituto Nacional del Agua (INA), Centro Regional de Agua Subterránea (CRAS). 39 p.

Cabrera A. L., 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Ganadería. Fascículo 1. 2a edición. Editorial Acme. Buenos Aires.

Cabrera, A.L. y A. Willink, 1973: Biogeografía de América Latina. OEA.

Cavillón Jorge A. 1982. Cuenca del Salar de Pipanaco: Estudio hidrogeológico. Biblioteca Universidad Nacional de Catamarca.

CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), 2016. UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). Maison internationale de l'environnement • Chemin des Anémones • CH-1219. Châtelaine, Ginebra, Suiza. Web: <http://www.cites.org/esp/app/2016/S-Appendices-2016-03-10.pdf>

CONHIDRO S.R.L. 2006. Estudio geoelectrico Ciudad Andalgalá. Elaborado para el Ing. Claudio Bravo en el marco del Plan Dirección de aguas de Andalgalá. Inédito.

CONHIDRO S.R.L. 2013. Modelo conceptual sobre el funcionamiento hidrogeológico del Salar de Pipanaco (Catamarca, Argentina). Dirección Provincial de Hidrología y Evaluación de los Recursos Hídricos – Instituto de Hidrología de Llanuras (HILLA). Gobierno Catamarca, Informe técnico. 176 pp. Inédito.

Conhidro S.R.L. 2015. Modelo matemático del flujo subterráneo del Salar de Pipanaco Catamarca - Argentina. Dirección Provincial de Hidrología y Evaluación de los Recursos Hídricos – Instituto de Hidrología de Llanuras (HILLA). Gobierno Catamarca, Informe técnico. 97 pp. Inédito.

Díaz, G. y Ojeda R. 2000. Libro Rojo de Mamíferos Amenazados de la Argentina.: SAREM, Mendoza.

González Bonorino, F. 1950. Geología y Petrografía de las Hojas 12d (Capillitas) y 13d (Andalgalá), Catamarca. Dir. Gral. de Ind. Min. Bol. 75. Bs.As.

Krebs, C. 1999. Ecological Methodology - Second Edition. University of British Columbia. USA. 520 pp.

Mares, M. A., R. A. Ojeda y R. M. Barquez, 1989. Guía de los mamíferos de la provincia de Salta, Argentina. University of Oklahoma Press: Norman and London.

Morlans M. C., 1995. Regiones Naturales de Catamarca. Provincias Geológicas y Provincias Fitogeográficas. ISSN: 1852-3013.

Narosky T. y D. Yzurieta. Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay: edición de oro. 15a ed. Vázquez Mazzini Editores. Buenos Aires 2006.

Noss, A. Cuéllar, E., Gómez, H., Tarifa, T. y E. Aliaga – Rosel, 2010. Distribución, Ecología y conservación de los Mamíferos medianos y Grandes de Bolivia. Cap. 7. Editorial: Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño.

Ojeda, R.A., C.E. Borghi, and V.G. Roig. 2002. Mamíferos de Argentina. Pp. 23-64 en G. Cevallos, y J. Simonetti (eds.), Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales. CONABIO – UNAM, México

Palmieri, C. N; Carma, M. I. y A. Quiroga., S/F. Las Ecorregiones presentes en Catamarca. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca

Sosic, M.V.J.. 1973. Descripción Geológica de la Hoja 14e, Salar de Pipanaco, Provincias de Catamarca y La Rioja. Carta Geológico-Económica de la República Argentina. Dir. Nac. Geol. Min. Bol 137. Bs As. (1 mapa 1:200.000).

Taballione Dante. 1980. El recurso hídrico subterráneo en el Campo de Huaco – Ansalgalá – Pcia. De Catamarca. Proyecto NOA HÍDRICO – Segunda Fase. En Consejo Federal de Inversiones.

Tálamo, E., N. Varela, F., Díaz Ramos, F. y Morales, G. 2020. Variaciones del flujo de subterráneo pasante en el subálveo del río Pomán (Catamarca) y su relación con el escurrimiento superficial. Actas de Trabajos Completos del E-ICES 16: Decimosexto Encuentro del Centro Internacional de Ciencias de la Tierra En presa.

9. ANEXOS