PROVINCIA DEL CHUBUT

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

MAPA HIDROGEOLOGICO DE LA PROVINCIA DEL CHUBUT, CUENCA BAJO DE LA TIERRA COLORADA, ETAPA II

Expediente CFI: EX-2022-00004471-CFI-GES#DCS

Informe Final

Octubre 2022

Autor:

CLASTO SRL.
Estudios Ambientales

Tabla de contenido

RESUMEN EJECUTIVO **7**
I. Introducción **12**
II. Área de estudio **12**
III. Tareas realizadas **14**
1. Recopilación e interpretación de información antecedente 14
2. Relevamiento y muestreo hidrológico e hidrogeológico. 14
1. Punto de relevamiento 1 – Establecimiento Chiricura 16
2. Punto de relevamiento 2 – Establecimiento San Manuel 17
3. Punto de relevamiento 3 – Establecimiento San Manuel - Perforación 20
4. Punto de relevamiento 4 – Establecimiento San Manuel - Aljibe 22
5. Punto de relevamiento 5 – Establecimiento Aguada El Buey 23
6. Punto de relevamiento 6 – Establecimiento La Tradición 25
7. Punto de relevamiento 7 – Establecimiento El Disco 27
8. Punto de relevamiento 8 – Establecimiento Bajada del Diablo 29
9. Punto de relevamiento 9 – Establecimiento La Porfiada 30
10. Punto de relevamiento 10 – Establecimiento La Rosita 31
11. Punto de relevamiento 11 – Establecimiento Los Nogales 34
12. Punto de relevamiento 12 – Establecimiento Don Pedro 36
13. Punto de relevamiento 13 – Establecimiento Los Saucos 37
14. Punto de relevamiento 14 – RP4 Telsen 38
15. Punto de relevamiento 15 – El Nacimiento 40
16. Punto de relevamiento 16 – Las Horquetas 42
17. Punto de relevamiento 17 – El Nacimiento 45
18. Punto de relevamiento 18 – Aguas Abajo Unificación A° Telsen 46
19. Punto de relevamiento 19 – Arroyo Telsen Puente, Ruta Provincial N° 4. 47
20. Punto de relevamiento 20 – Las Margaritas 48
21. Punto de relevamiento 21 – Martensen – Molino 1 49
22. Punto de relevamiento 22 – Martensen – Molino 2 50
23. Punto de relevamiento 23 – Sierra Chata 51
24. Punto de relevamiento 24 – Lomas Cortadas – Molino 3 52
25. Punto de relevamiento 25 – Lomas Cortadas – Molino 2 53

26. Punto de relevamiento 26 – La Travesía 54
27. Punto de relevamiento 27 – Las Tijeras 55
28. Punto de relevamiento 28 – La Corona – Molino El Pito 56
29. Punto de relevamiento 29 – La Corona Molino Casa 57
30. Punto de relevamiento 30 – La Corona Molino Ea Castilla 58
3. Caracterización hidroquímica 59
3.1. Tareas realizadas 60
3.2. Resultados obtenidos 61
3.3. Conclusiones 62
3.4. Anexos 69
4. Relevamiento Geofísico 108
4.1 Introducción 108
4.2 Objetivo 109
4.3 Trabajos realizados 109
4.4 Coordenadas Geográficas de ubicación de las Estaciones de las TE. 110
4.5 Descripción del método de Tomografía Eléctrica (TE) 112
4.6 Trabajo de campo 119
4.7 Procesamiento e interpretación de TE 119
5. Relevamiento y caracterización geológica – geomorfológica e hidrogeológica del área de estudio. 140
5.1 Geología 140
5.2 Geomorfología 168
5.3 Hidrogeología 193
5.4 Modelo Hidrogeológico conceptual 203
6. Base de datos SIG 204
IV. Conclusiones y recomendaciones 205
V. Bibliografía 208
Bibliografía general 208
Bibliografía de capítulo *Geología* 209
Bibliografía de capítulo *Geomorfología* 214
VI. ANEXOS 216

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación regional del área de estudio. 13
Figura 2. Ubicación regional de la Cuenca del Bajo de la Tierra Colorada y sus Subcuencas. 13
Figura 3. Ubicación de puntos de muestreo 15
Figura 4. Fotografías del punto de relevamiento 1 17
Figura 5. Fotografías del punto de relevamiento 2 (1) 18
Figura 6. Fotografías del punto de relevamiento 2 (2) 19
Figura 7. Fotografías del punto de relevamiento 3 21
Figura 8. Fotografías del punto de relevamiento 4 22
Figura 9. Fotografías del punto de relevamiento 5 24
Figura 10. Fotografías del punto de relevamiento 6 26
Figura 11. Fotografías del punto de relevamiento 7 28
Figura 12. Fotografía del punto de relevamiento 8 29
Figura 13. Fotografía del punto de relevamiento 9 30
Figura 14. Fotografías del punto de relevamiento 10 33
Figura 15. Fotografías del punto de relevamiento 11 35
Figura 16. Fotografías del punto de relevamiento 12 36
Figura 17. Fotografías del punto de relevamiento 13 37
Figura 18. Fotografías del punto de relevamiento 14 38
Figura 19. Fotografías del punto de relevamiento 14 39
Figura 20. Fotografías del punto de relevamiento 15 41
Figura 21. Fotografías del punto de relevamiento 16 (1) 43
Figura 22. Fotografías del punto de relevamiento 16 (2) 44
Figura 23. Fotografías del punto de relevamiento 17 45
Figura 24. Fotografías del punto de relevamiento 18 46
Figura 25. Fotografías del punto de relevamiento 19 47
Figura 26. Fotografías del punto de relevamiento 20 48
Figura 27. Fotografías del punto de relevamiento 21 49
Figura 28. Fotografías del punto de relevamiento 22 50
Figura 29. Fotografías del punto de relevamiento 23 51
Figura 30. Fotografías del punto de relevamiento 24 52
Figura 31. Fotografías del punto de relevamiento 25 54
Figura 32. Fotografías del punto de relevamiento 26 55
Figura 33. Fotografías del punto de relevamiento 27 56
Figura 34. Fotografías del punto de relevamiento 28 57
Figura 35. Fotografías del punto de relevamiento 27 58
Figura 36. Fotografías del punto de relevamiento 30 59
Figura 37 - DETALLE DE LOS SITIOS DE MUESTREO 70
Figura 38 - UBICACIÓN DEL ÁREA Y PUNTOS DE MUESTREO 71
Figura 39 MAPA TOPOGRÁFICO 72
Figura 40 - MAPADE ISOPIEZAS. 76
Figura 41. Diagramas de Piper 77

Figura 42. Diagrama de Schoeller - Berkaloff 78
Figura 43. Diagrama de Clasificación de uso 79
Figura 44. Diagramas de Piper (cont). 80
Figura 45. Diagramas Schoeller – Berkaloff (cont). 81
Figura 46. Diagrama de Clasificación de uso (cont). 82
Figura 47- MAPA DE CARACTERIZACIÓN HIDROQUIMICA (Stiff) 83
Figura 48. Diagrama Stiff M1, M2, M3 y M4 84
Figura 49. Diagrama Stiff M5, M6, M7 y M9 85
Figura 50. Diagrama Stiff M11, M12, M14 y M15 86
Figura 51. Diagrama Stiff M16 a M19 87
Figura 52. Diagrama Stiff M20, M21, M22 y M28 88
Figura 53. Diagrama Stiff M29 a M32 89
Figura 54. Diagrama Stiff M33, M39, M43 y M45 90
Figura 55. Diagrama Stiff M46 y M47 91
Figura 56- MAPA DE ISOLINEAS DE pH 92
Figura 57– MAPA DE ISOLINEAS DE STD 93
Figura 58- MAPA DE ISOLINEAS DE CLORUROS 94
Figura 59– MAPA DE ISOLINEAS DE BICARBONATOS 95
Figura 60 - MAPA DE ISOLINEAS DE DUREZA 96
Figura 61 - MAPA DE ISOLINEAS DE FLUOR 97
Figura 62- MAPA DE ISOLINEAS DE SULFATOS 98
Figura 63 - MAPA DE ISOLINEAS DE NITRATOS 99
Figura 64 - Ubicación del área de estudio marcada con símbolo amarillo 108
Figura 65- Detalle del área de estudio geofísico 109
Figura 66- Ubicación espacial de los perfiles de Tomografía Eléctrica 111
Figura 67- Ejemplo del dispositivo Wna 114
Figura 68 - Ejemplo de la distribución de los puntos, cruces, para el dispositivo electródico Wenner alfa usado en este trabajo 115
Figura 69- Instrumental utilizado y conexión del electrodo al cable multicanal 119
Figura 70- Ejemplo de Pseudosección 120
Figura 71– Ubicación y perfil de TE1 125
Figura 72 – Ubicación y perfil de TE2 126
Figura 73– Ubicación y perfil de TE3 127
Figura 74– Ubicación y perfil de TE4 128
Figura 75– Ubicación y perfil de TE5 129
Figura 76– Ubicación y perfil de TE6 130
Figura 77– Ubicación y perfil de TE7 131
Figura 78– Ubicación y perfil de TE8 132
Figura 79– Ubicación y perfil de TE9 133
Figura 80– Ubicación y perfil de TE10 134
Figura 81– Ubicación y perfil de TE11 135
Figura 82– Ubicación y perfil de TE12 136
Figura 83– Ubicación y perfil de TE13 137
Figura 84– Ubicación y perfil de TE14 138

Figura 85– Ubicación y perfil de TE15 139
Figura 86– Ubicación del área de estudio. 141
Figura 87 - Plano Geológico de la Cuenca Bajo de la Tierra Colorada. 142
Figura 88. Unidades litológicas (1) 162
Figura 89. Unidades litológicas (2) 164
Figura 90. Unidades litológicas (3) 166
Figura 91. Unidades litológicas (4) 167
Figura 92. Plano Geomorfológico de la cuenca Bajo de la Tierra Colorada. 170
Figura 93. Unidades geomorfológicas (1) 188
Figura 94. Unidades geomorfológicas (2) 190
Figura 95. Visualización de lagunas alineadas en dirección OSO-ENE 191
Figura 96. 'Planicie fluvial-aluvial'. 192
Figura 97. Unidades Hidrogeológicas de la cuenca Arroyo Perdido. 202
Figura 98. Sitios recomendados para exploración mediante perforaciones. 207

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo principal de este estudio fue realizar el Mapa Hidrogeológico de las subcuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada. Los objetivos secundarios fueron complementar la base de datos y de cartografía temática del sistema de información geográfica (SIG) del Instituto Provincial del Agua (IPA) de la Provincia del Chubut, así como identificar dentro de la zona de estudio áreas de interés prospectivo.

Para lograr estos objetivos el trabajo se inició con una recopilación, revisión, análisis e interpretación de la información bibliográfica antecedente publicada e inédita disponible sobre los temas de interés vinculados al ámbito de estudio; así como la aportada por la cartografía temática existente, imágenes satelitales y por sensores remotos. Luego se continuó con una serie tareas de campo que incluyeron: relevamiento geológico, geomorfológico, geofísico, hidrológico e hidrogeológico (el cual incluyó un muestreo de aguas en puntos de interés seleccionados).

El área de estudio se ubica en la región Meseta Central del centro-norte y nororiental de la provincia del Chubut y centro-sur y sudoriental de la provincia de Río Negro, al sur de la Meseta de Somuncurá, al oeste de la Sierra Cuadrada, al este de las sierras de los Chacays y Talagapa y al norte del río Chubut. Esta área comprende tres subcuencas de la cuenca hidrográfica Bajo de la Tierra Colorada: Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada. Los límites geográficos aproximados del área de estudio se definen entre los paralelos S 41º 40’ y S 43º 45’, y entre los meridianos O 66º 13’ y O 68º 8’

Como se puede observar en las imágenes satelitales esta cuenca claramente corresponde al tipo endorreica. Las aguas superficiales llegan hasta una depresión denominada “Bajo de la Tierra Colorada” cuyo mayor aportante de aguas es el Arroyo Telsen, proveniente del norte. El ciclo del agua es muy simple, parte se acumula y se infiltra en este bajo, otra parte queda en superficie formando un espejo de agua poco profundo pero muy extendido y finalmente la evaporación termina de cerrar dicho ciclo.

Estas subcuencas se localizan en el sector oriental de la cuenca sedimentaria de Cañadón Asfalto, una cuenca formada en el Jurásico, durante la fragmentación de Gondwana, y el sector meridional de la Meseta de Somuncurá, referibles como ámbito geológico en conjunto como Cuenca de Somuncurá-Cañadón Asfalto.

La cuenca de Somuncurá-Cañadón Asfalto se caracteriza por una espesa columna sedimentaria de edad jurásica y cretácica, sobre la cual se apoya una columna relativamente menos potente, de sedimentitas y vulcanitas paleógenas y neógenas. El basamento de la cuenca se corresponde con rocas metamórficas del Paleozoico superior, intruídas a su vez por granitoides pérmicos y triásicos. Se reconocen dos grandes estadios para la Cuenca de Cañadón Asfalto, el más antiguo vinculado a la formación de los depocentros principales dentro de la cuenca, desde el Jurásico temprano hasta el Cretácico tardío, dominantemente extensional a transtensional, y otro dominantemente contraccional, durante el Cenozoico, vinculado al proceso de inversión tectónica y a la formación de depocentros pequeños rellenos. Los depocentros generados por el primero del primer evento se habrían rellenado por las secuencias jurásicas y cretácicas, mientras que los generados por el segundo evento, habrían sido rellenados por depósitos esencialmente piroclásticos y lávicos. Las rocas más antiguas reconocidas dentro del área de estudio, de edad Jurásico medio, corresponden al Complejo Volcánico Marifil. El posterior relleno de la cuenca, durante el Jurásico superior, está caracterizado por ser de ambientes lacustres y aluviales con coladas basálticas intercaladas, pero no se ha registrado dentro del área estudiada. Las rocas que siguen en antigüedad corresponden al Grupo Chubut. El relleno post-Grupo Chubut se caracteriza por dos tipos de sedimentación, una fluvial y una propia de ambiente marino proximal que prograda a ambiente mixto que representan el inicio de la depositación cenozoica en la Cuenca Cañadón Asfalto, constituyendo el registro de una inundación epeírica.

El relleno posterior de la cuenca se restringe esencialmente a eventos piroclásticos y eventos volcánicos desarrollados durante el lapso Eoceno–Mioceno. Para el Eoceno se reconocen extensos campos de lava básica,

vinculados genéticamente al proceso de subducción de dorsales oceánicas bajo la placa Sudamericana. Para el Paleógeno tardío y Neógeno temprano, se reconoce un nuevo evento de levantamiento cortical el cual habría generado espacios de acomodación locales, propiciando el relleno de pequeños depocentros, El relleno volcanosedimentario para este tiempo se corresponde con mantos tobáceos, de origen eólico y aluvial y con extensos mantos lávicos coetáneos asignados. Finaliza la secuencia con depósitos pedemontanos y depósitos de remoción en masa, aluviales, eólicos y coluviales desarrollados desde el Plioceno hasta el presente.

El paisaje del área de estudio es el producto de la erosión primordialmente aluvial y eólica, complementada por procesos de remoción en masa, sobre rocas vinculadas genéticamente a procesos ígneos, volcano-sedimentarios, aluviales, eólicos y marinos.

Se reconoce un típico relieve mesetiforme, formado a expensas de amplias planicies basálticas, interrumpido por elevaciones orográficas de mayor altura y grado de irregularidad y por depresiones de magnitud variable. Las primeras conforman montes y serranías constituidas esencialmente por rocas ígneas y en algunos casos constituyen edificios volcánicos discretos. Las depresiones, por su parte, conforman bajos centrípetos, que suelen estar ocupados por lagunas efímeras. El relieve mesetiforme presenta además una componente sedimentaria, conformando planicies aluviales pedemontanas. Algunas de estas planicies poseen una orientación noroeste-sudeste, asociada a un levantamiento cortical pre-Plioceno, mientras que otras muestran una orientación sudoeste-noreste, asociada a fallas pre-existentes. Hacia los bordes de las planicies basálticas y sierras de roca volcánica ocurren escarpas, serranías bajas y lomadas labradas sobre sucesiones sedimentarias meso- y cenozoicas, de origen tanto marino como continental. En las subcuencas Arroyo Telsen y Arroyo Ranquil Huao, las áreas con mayor concentración de estas serranías se concentran en zonas de arroyos y cañadones. En cambio, en la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada, la extensión de estas serranías es generalizada. La subcuenca del Bajo de la Tierra Colorada constituye la zona de menor relieve en

toda la región relevada y representa un área sin cambios de relieve notable, dentro de la cual confluyen las aguas provenientes desde el sudoeste (cuenca Arroyo Perdido), y norte (subcuencas Arroyo Telsen y Arroyo Ranquil Huao). En los bordes de las planicies basálticas resultan comunes los depósitos producidos por procesos de remoción en masa, los cuales dislocan masas de roca tanto ígneas como sedimentarias.

Se realizó la toma de muestras de agua en 30 sitios seleccionados luego de un relevamiento de campo inicial en la cuenca para realizar análisis hidroquímicos con el objetivo de conocer la disponibilidad y la calidad del agua, tanto para el consumo humano, ganadero y riego.

De la interpretación de los resultados químicos se evidencian que las aguas del área de estudio son cloruradas sódicas (70%) mayoritariamente, siguiéndole las bicarbonatadas sódicas (23%), dos muestras de bicarbonatadas cálcicas (6%) y una muestra sulfatada-clorurada-bicarbonatada (3%).

En cuanto a la aptitud para el consumo humano, y según los valores límites del Código Alimentario Argentino (CAA), las aguas muestreadas y analizadas no serían aptas para el consumo humano debido a que exceden, principalmente, los valores máximos permitidos de Fluoruros y/o de Sólidos Totales Disueltos, excepto las correspondientes a las muestras obtenidas en los puntos de muestreo 15 – El Nacimiento (Arroyo Telsen), 13 – Establecimiento Los Saucos y Est. Martensen – Molino 1.

Respecto a la aptitud de uso para bebida de animales, los resultados obtenidos, según la clasificación basada en la salinidad del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), son variables entre las clases Excelente (sector norte de la subcuenca) y la clase de uso muy Limitado (sector sur de la subcuenca).

En cuanto a la aptitud para el riego, y según los Criterios de peligro de salinización y restricciones de uso de las aguas empleadas para riego según el Laboratorio de Salinidad de Riverside - EEUU (Richards, 1954) la mayoría de las

aguas ubicadas en sector sur de la cuenca no son aptas para el riego por que presentan un peligro de salinización del suelo muy alto.

A partir del estudio de las características geológicas, geomorfológicas, hidrológicas e hidrogeológicas de la zona de estudio, sumado a las comprobaciones realizadas durante los relevamientos de campo, permitieron identificar las unidades hidrogeológicas presentes en la cuenca y generar los correspondientes mapas hidrogeológicos y temáticos (geológico, topográfico, de ubicación de tomografías eléctricas, hidroquímicos, etc.).

Los resultados obtenidos permitieron diferenciar claramente los distintos sectores de las cuencas y su comportamiento hidrogeológico. El sector Norte del área de estudio se desarrolla en terrenos elevados y, debido a sus características geológicas y geomorfológicas, presenta un sistema hidrogeológico dominado por porosidad secundaria en la fracturación de los basaltos que dan origen a abundantes manantiales. El área Sur está conformada por un sistema hidrogeológico con clara dominancia de porosidad primaria en sedimentos actuales y porosidad variable para el Grupo Chubut.

En base a la prospección realizada por métodos geofísicos de tomografía eléctrica y a la interpretación geológica de estos, los únicos sitios del área de estudio con potencial exploratorio mediante perforaciones son aquellos en los que se ubican los perfiles de las tomografías: TEM 1, 6, 7, 11, 12 y 13 a una profundidad máxima de 40 metros para confirmar la existencia de agua subterránea y la calidad de esta-

En el sector de la cuenca norte existe un manejo de mallines que tienen abundante agua los cual corren y se van sumando para formar los arroyos ya mencionados. Estos arroyos en general tienen agua todo el año y drenan hasta el Bajo de la Tierra Clorada.

Se puede concluir que existe un significativo déficit de agua en el área de estudio, potenciado por la falta de infraestructura y desconocimiento por parte de la población local sobre nuevas fuentes para obtenerla y a la falta de recursos económicos para su desarrollo.

I. Introducción

El presente Informe describe los resultados finales de las tareas realizadas y establecidas en el contrato celebrado entre el Consejo Federal de Inversiones y Clasto S.R.L. para la ejecución del estudio denominado *Mapa Hidrogeológico de la Provincia del Chubut, Cuenca Bajo de la Tierra Colorada, Etapa II* para la provincia del Chubut (Expediente EX-2022-00004471-CFI-GES#DCS).

La finalidad del estudio era avanzar en el conocimiento hidrogeológico de la Provincia del Chubut y elaborar un insumo técnico que sirva de apoyo para la toma de decisiones vinculadas a la gestión de los recursos hídricos disponibles en la provincia, con vistas a que la implementación de estas se desarrolle dentro de un marco de sustentabilidad ambiental y social y se adecuen a la normativa vigente.

Los objetivos específicos planteados fueron la realización del Mapa Hidrogeológico a escala 1:250.000 de las subcuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada.; establecer el Modelo Hidrogeológico Conceptual Preliminar (MHCP) del funcionamiento geohidrológico de la cuenca; generar un sistema de información geográfica (SIG) el cual permitirá ser actualizado por el Instituto Provincial del Agua; e identificar áreas de importancia para ser exploradas en mayor detalle, ya sea mediante perforaciones exploratorias, ensayos hidráulicos y/o estudios geofísicos de detalle.

II. Área de estudio

La Cuenca Bajo de la Tierra Colorada se encuentra ubicada en el sector conocido como Meseta Central, al Norte de la Provincia del Chubut. Particularmente el área de trabajo corresponde a las Subcuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada.

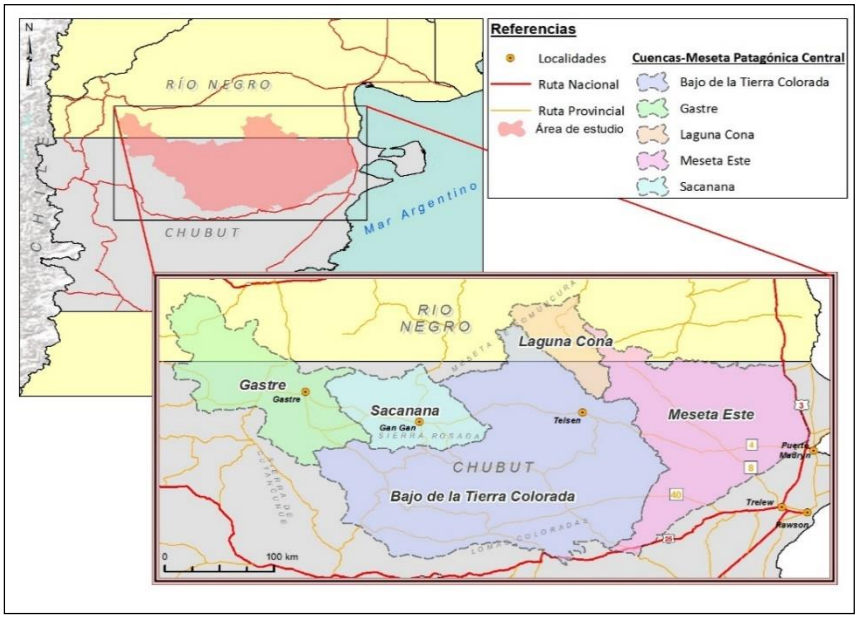


Figura 1. Ubicación regional del área de estudio.

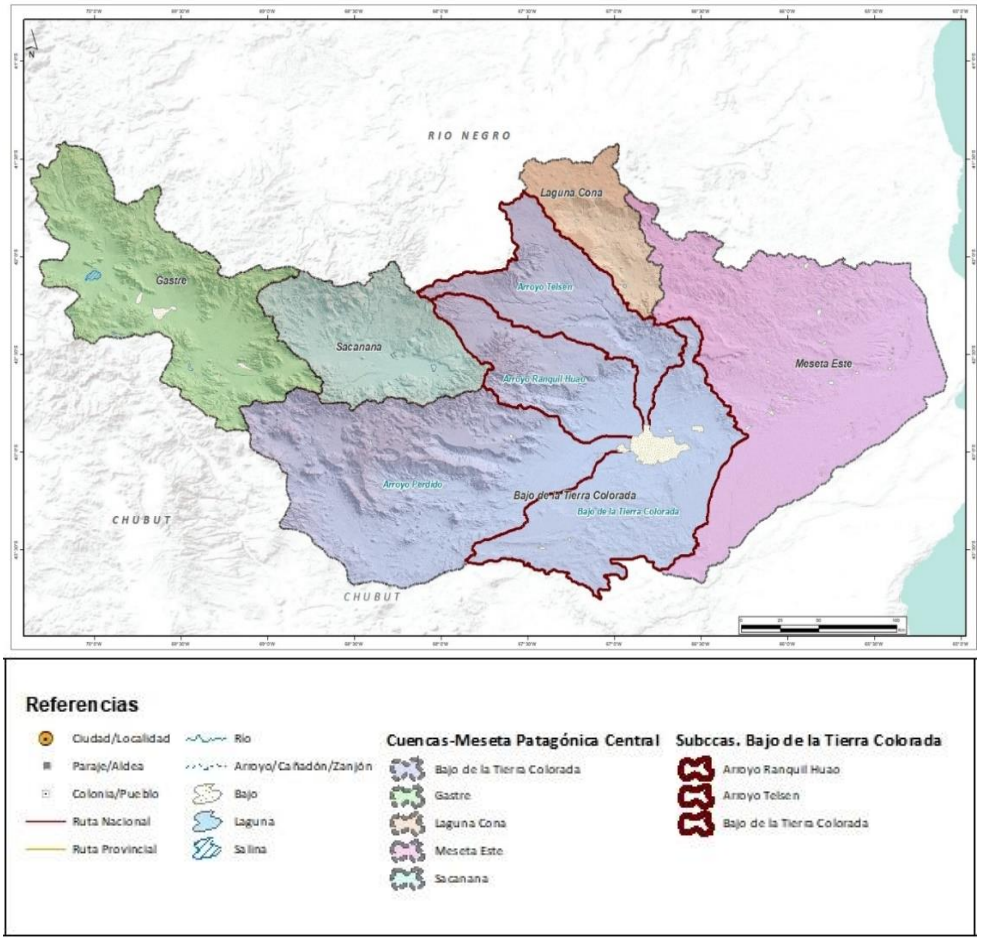


Figura 2. Ubicación regional de la Cuenca del Bajo de la Tierra Colorada y sus Subcuencas.

III. Tareas realizadas

1. Recopilación e interpretación de información antecedente

Se efectuó una recopilación de los datos existentes en organismos estatales y privados. Se identificó, revisó y analizó toda aquella documentación disponible y de interés relacionada con la geología de superficie y subsuelo, geomorfología, e hidrología superficial y subterránea. Se tuvieron en cuenta publicaciones e informes de entes oficiales (nacional, provincial o municipal) y privados, y de autores independientes.

Las descripciones de las hojas geológicas del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR); trabajos de distintos congresos y simposios, serán utilizadas para el relevamiento y descripciones litológicas y de las características geológicas y geomorfológicas a realizar.

Al final del presente Informe se brinda un detalle de los antecedentes bibliográficos consultados.

2. Relevamiento y muestreo hidrológico e hidrogeológico.

Durante el relevamiento de campo llevado a cabo para los estudios geológicos y geomorfológicos se efectuó la toma de muestras de agua para realizar análisis hidroquímicos.

Este muestreo tuvo el objetivo de conocer el estado del agua, tanto para el consumo humano, ganadero y riego. De estos datos se podrá dar a conocer a la provincia, vecinos de las localidades y pobladores el estado de las aguas de pozos de perforación, manantiales, aguadas y cursos de agua presentes en el área de estudio.

Las tareas de muestreo se llevaron a cabo durante los meses de abril y mayo de 2022 y los sitios fueron seleccionados en gabinete tratando de ubicar los puntos de muestreo a lo largo de una línea transversal a la orientación de la cuenca (Figura 3). Los puntos seleccionados en gabinete fueron 34, tal lo planificado, pero debido a los numerosos campos abandonados, campos con tranqueras

cerradas y a la falta de los propietarios de los estos, solo se pudieron obtener 30 muestras.

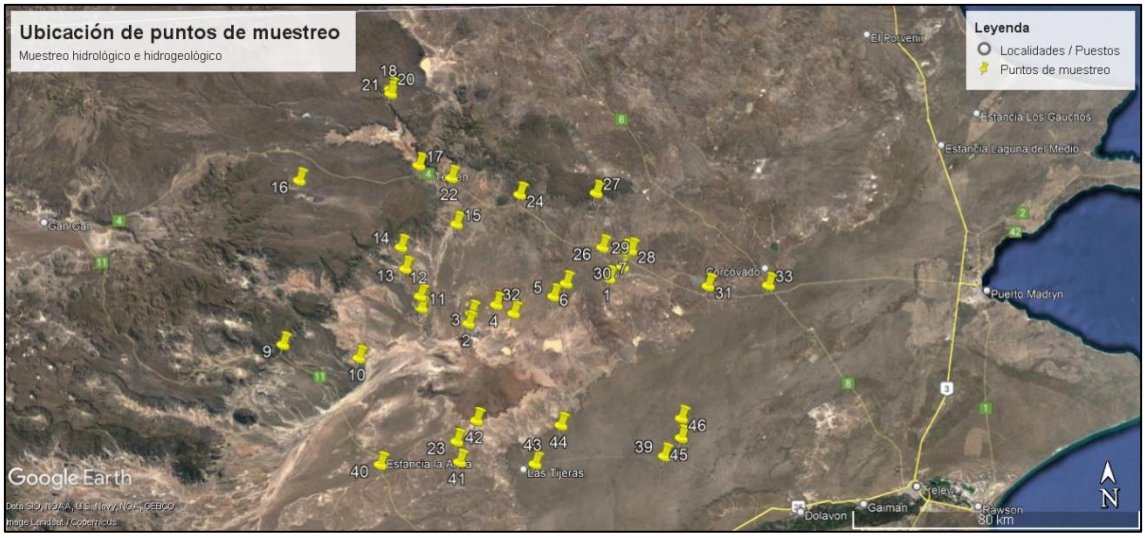


Figura 3. Ubicación de puntos de muestreo

Los resultados de laboratorio se adjuntan en el anexo correspondiente.

A continuación, se presentan las características de los puntos de muestreo relevados.

1. Punto de relevamiento 1 – Establecimiento Chiricura

1. Nº de Censo: **1** y Fecha: **27/04/2022**
2. Nombre del Establecimiento: **CHIRICURA**
3. Tipo de captación censada: Perforación. **42°44'42.30"S 66°20'10.10"O**
4. Características constructivas de la fuente artificial censada:
- Molino abierto, sin tapa. Pantalla Solar. Bomba sumergible 1.5 HP
5. Uso al que se destina la captación: Ganadero
6. Acuífero captado: freático
7. a) Nivel del agua: 6,34 m.b.b.p
b) Profundidad de la captación: 13,07 m.b.b.p
c) Temperatura: 14,40°C
Conductividad eléctrica: 4163 µS/cm^{-1}
pH: 7,28.
8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: Nº1
9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Meseta







Figura 4. Fotografías del punto de relevamiento 1

2. Punto de relevamiento 2 – Establecimiento San Manuel
1. Nº de Censo: **2** y Fecha: **27/04/2022**
2. Nombre del Establecimiento: **SAN MANUEL**
3. Tipo de captación censada: Arroyo Telsen, agua superficial. **42°50'54.80"S 66°49'19.70"O**
4. Características constructivas de la fuente artificial censada:
- sin datos
5. Uso al que se destina la captación: Ganadero
6. Acuífero captado: sin datos
7. a) Nivel del agua: sin datos
b) Profundidad de la captación: sin datos
c) Temperatura: 5,19°C
Conductividad eléctrica: 3016 µS/cm^{-1}
pH: 8,27.
8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: Nº2
9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Meseta. Arroyo Telsen finaliza su recorrido en mallín del Establecimiento San Manuel.



Figura 5. Fotografías del punto de relevamiento 2 (1)



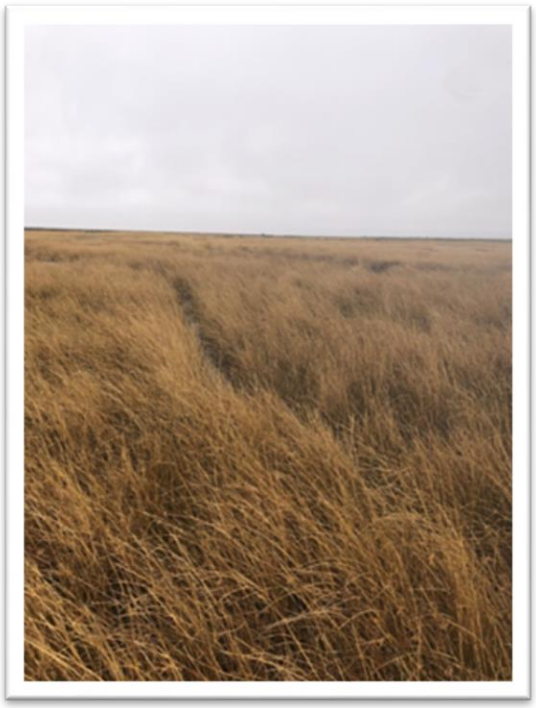


Figura 6. Fotografías del punto de relevamiento 2 (2)

3. Punto de relevamiento 3 – Establecimiento San Manuel - Perforación

1. Nº de Censo: 3 y Fecha: **27/04/2022**

2. Nombre del Establecimiento: **SAN MANUEL**

3. Tipo de captación censada: Perforación. **42°48'12.80"S 66°43'31.30"O**

4. Características constructivas de la fuente artificial censada:

- Pozo abierto con tapa, se encuentra en la casa del Establecimiento. Pantalla solar. Bomba sumergible 2 HP, se bombea el agua a través de una manguera que recorre 7 Km hasta un tanque australiano y desde esta manguera se extrae la muestra.

5. Uso al que se destina la captación: Ganadero

6. Acuífero captado: freático

7. a) Nivel del agua: 2,42 m.b.b.p

b) Profundidad de la captación: 3,30 m.b.b.p

c) Temperatura: 11,40°C

Conductividad eléctrica: 3958 $\mu S/cm^{-1}$

pH: 7,27.

8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 3

9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Meseta.

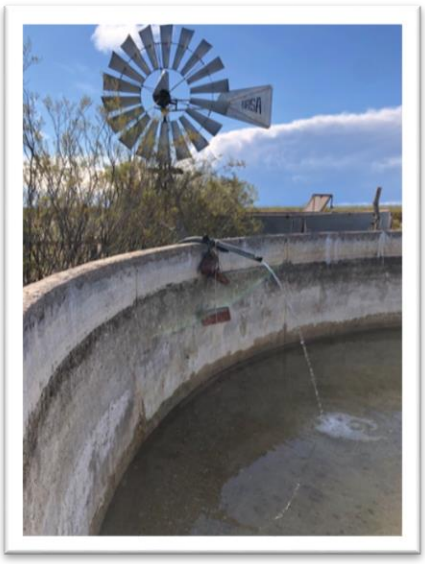






Figura 7. Fotografías del punto de relevamiento 3

4. Punto de relevamiento 4 – Establecimiento San Manuel - Aljibe

1. Nº de Censo: **4** y Fecha: **27/04/2022**

2. Nombre del Establecimiento: **SAN MANUEL**

3. Tipo de captación censada: Aljibe. **42°49'19.20"S 66°48'39.90"O**

4. Características constructivas de la fuente artificial censada:

- Aljibe, agua de lluvia.

5. Uso al que se destina la captación: consumo humano

6. Acuífero captado: sin datos

7. a) Nivel del agua: sin datos

b) Profundidad de la captación: sin datos

c) Temperatura: 12,90°C

Conductividad eléctrica: 135 µS/cm^{-1}

pH: 7,34

8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 4

9. Sin datos



Figura 8. Fotografías del punto de relevamiento 4

5. Punto de relevamiento 5 – Establecimiento Aguada El Buey

1. Nº de Censo: **5** y Fecha: **27/04/2022**
2. Nombre del Establecimiento: **AGUADA EL BUEY**
3. Tipo de captación censada: Perforación. **42°47'11.60"S 66°31'41.90"O**
4. Características constructivas de la fuente artificial censada:
- Pozo abierto con tapa. Pantalla solar. Bomba sumergible 1,5 HP
5. Uso al que se destina la captación: Ganadero
6. Acuífero captado: freático
7. a) Nivel del agua: 3,11 m.b.b.p
b) Profundidad de la captación: 4,55 m.b.b.p
c) Temperatura: 13,20°C
Conductividad eléctrica: 10070 µS/cm^{-1}
pH: 7,08
8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 5
9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Meseta.




Figura 9. Fotografías del punto de relevamiento 5

6. Punto de relevamiento 6 – Establecimiento La Tradición

1. Nº de Censo: 6 y Fecha: **27/04/2022**

2. Nombre del Establecimiento: **LA TRADICIÓN**

3. Tipo de captación censada: Perforación. **42°45'16.90"S 66°29'3.10"O**

4. Características constructivas de la fuente artificial censada:

- Molino abierto sin tapa, funcionando.

5. Uso al que se destina la captación: Ganadero

6. Acuífero captado: freático

7. a) Nivel del agua: 7,65 m.b.b.p

b) Profundidad de la captación: 8,60 m.b.b.p

c) Temperatura: 12,98°C

Conductividad eléctrica: 1862 µS/cm^{-1}

pH: 7,90

8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 6

9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Meseta.

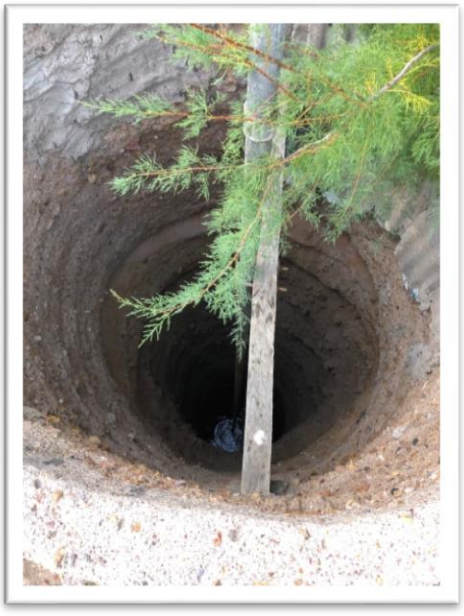


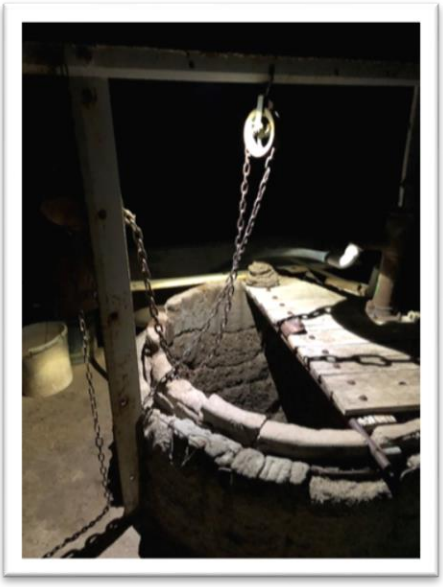




Figura 10. Fotografías del punto de relevamiento 6

7. Punto de relevamiento 7 – Establecimiento El Disco

1. Nº de Censo: **7** y Fecha: **27/04/2022**
2. Nombre del Establecimiento: **EL DISCO**
3. Tipo de captación censada: Perforación. **42°40'41.40"S 66°16'43.10"O**
4. Características constructivas de la fuente artificial censada:
- Pozo con tapa.
5. Uso al que se destina la captación: consumo humano
6. Acuífero captado: freático
7. a) Nivel del agua: 2,75 m.b.b.p
b) Profundidad de la captación: 3,52 m.b.b.p
c) Temperatura: 12,37°C
Conductividad eléctrica: 3281 µS/cm^{-1}
pH: 8,32
8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 7
9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Meseta.



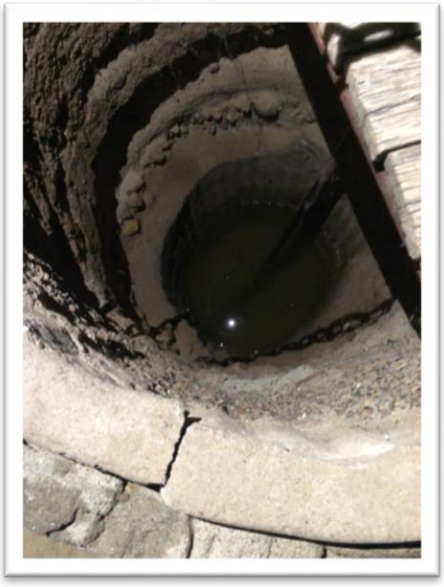




Figura 11. Fotografías del punto de relevamiento 7

8. Punto de relevamiento 8 – Establecimiento Bajada del Diablo

1. Nº de Censo: 8 y Fecha: **28/04/2022**

2. Nombre del Establecimiento: **BAJADA DEL DIABLO**

3. Tipo de captación censada: Vertiente.

4. Características constructivas de la fuente artificial censada:

- sin datos

5. Uso al que se destina la captación: consumo humano

6. Acuífero captado: sin datos

7. a) Nivel del agua: sin datos

b) Profundidad de la captación: sin datos

c) Temperatura: 11,23 °C

Conductividad eléctrica: 1511 µS/cm^{-1}

pH: 8,07

8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 8

9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Quebradas.

La muestra de agua es extraída de una manguera (**42°53'6.60"S 67°27'34.00"O)**, de la cual el poblado se abastece. La manguera se encuentra conectada a un tanque; el cual se abastece con agua de vertiente proveniente **de la zona de Laguna de Vaca**.



Figura 12. Fotografía del punto de relevamiento 8

9. Punto de relevamiento 9 – Establecimiento La Porfiada

1. Nº de Censo: **9 y** Fecha: **28/04/2022**

2. Nombre del Establecimiento: **LA PORFIADA**

3. Tipo de captación censada: Perforación.

4. Características constructivas de la fuente artificial censada: **42°48'20.90"S 66°58'59.10"O**

- Perforación, sin tapa. Pantalla Solar. Bomba 2 HP

5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero

6. Acuífero captado: freático

7. a) Nivel del agua: 4,00 m.b.b.p

b) Profundidad de la captación: 4,35 m.b.b.p

c) Temperatura: 15,49°C

Conductividad eléctrica: 5984 µS/cm^{-1}

pH: 7,62

8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 9

9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Meseta.



Figura 13. Fotografía del punto de relevamiento 9

10. Punto de relevamiento 10 – Establecimiento La Rosita

1. Nº de Censo: 10 y Fecha: **28/04/2022**
2. Nombre del Establecimiento: **LA ROSITA**
3. Tipo de captación censada: agua superficial Arroyo Ranquil Huao, **42°46'34.00"S 66°59'10.70"O**
4. Características constructivas de la fuente artificial censada:
- sin datos
5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero
6. Acuífero captado: sin datos
7. a) Nivel del agua: sin datos
b) Profundidad de la captación: sin datos
c) Temperatura: 2,38 °C
Conductividad eléctrica: 1240 µS/cm^{-1}
pH: 8,22
8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 10
9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Quebradas y llanura (meseta). Hay evidencias de salinidad superficial en suelos.



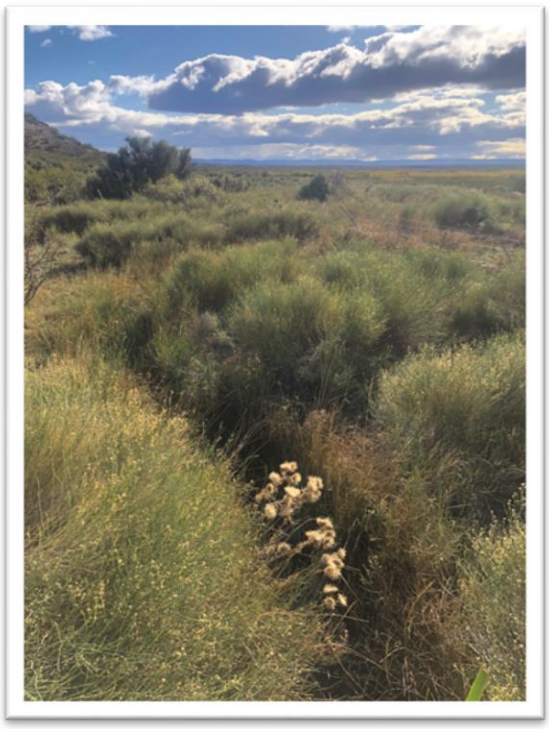




Figura 14. Fotografías del punto de relevamiento 10

Nota: A Ranquil Huao, **brazo** del arroyo que atraviesa la ruta provincial Nº61 (Est. La Rosita), al igual que el brazo de la imagen de la página anterior, finaliza su recorrido en la Est. El Bañado.

11. Punto de relevamiento 11 – Establecimiento Los Nogales

1. Nº de Censo: **11** y Fecha: **28/04/2022**
2. Nombre del Establecimiento: **LOS NOGALES**
3. Tipo de captación censada: agua superficial, Arroyo Ranquil Huao, **42°38'59.70"S**
67° 2'56.80"O
4. Características constructivas de la fuente artificial censada:
- sin datos
5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero
6. Acuífero captado: sin datos
7. a) Nivel del agua: sin datos
b) Profundidad de la captación: sin datos
c) Temperatura: 9,80 °C
Conductividad eléctrica: 1253 µS/cm^{-1}
pH: 8,74
8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 11
9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Quebradas y llanuras (meseta). Hay evidencias de salinidad superficial en suelos.







Figura 15. Fotografías del punto de relevamiento 11

12. Punto de relevamiento 12 – Establecimiento Don Pedro

1. Nº de Censo: **12** y Fecha: **28/04/2022**

2. Nombre del Establecimiento: **DON PEDRO**

3. Tipo de captación censada: agua superficial, Arroyo Telsen, **42°35'45.10"S 66°51'23.30"O**

4. Características constructivas de la fuente artificial censada:

- sin datos

5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero

6. Acuífero captado: sin datos

7. a) Nivel del agua: sin datos

b) Profundidad de la captación: sin datos

c) Temperatura: 7,79 °C

Conductividad eléctrica: 1261 µS/cm^{-1}

pH: 8,58

8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 12

9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Quebradas y meseta. Hay evidencias de salinidad superficial en suelos.



Figura 16. Fotografías del punto de relevamiento 12

13. Punto de relevamiento 13 – Establecimiento Los Saucos

1. Nº de Censo: **13 y** Fecha: **28/04/2022**

2. Nombre del Establecimiento: **LOS SAUCOS**

3. Tipo de captación censada: agua superficial, vertiente **42°28'12.90"S 67°23'45.60"O**

4. Características constructivas de la fuente artificial censada:

- Vertiente con bomba centrifuga.

5. Uso al que se destina la captación: consumo humano y ganadero

6. Acuífero captado: sin datos

7. a) Nivel del agua: sin datos

b) Profundidad de la captación: sin datos

c) Temperatura: 6,66 °C

Conductividad eléctrica: 540 µS/cm^{-1}

pH: 7,60

8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 13

9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Quebradas.



Figura 17. Fotografías del punto de relevamiento 13

14. Punto de relevamiento 14 – RP4 Telsen

1. Nº de Censo: **14** y Fecha: **29/04/2022**

2. Nombre del Establecimiento: **Ruta provincial Nº 4, TELSEN**

3. Tipo de captación censada: agua superficial, vertiente **42°26'31.88"S 66°58'54.70"O**

4. Características constructivas de la fuente artificial censada:

- agua de vertiente transportada a través de un caño, que da a la ruta Nº 4, y que va hacia el pueblo de Telsen.

5. Uso al que se destina la captación: sin datos

6. Acuífero captado: sin datos

7. a) Nivel del agua: sin datos

b) Profundidad de la captación: sin datos

c) Temperatura: 9,94 °C

Conductividad eléctrica: 691 µS/cm^{-1}

pH: 8,51

8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 14

9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Quebradas.



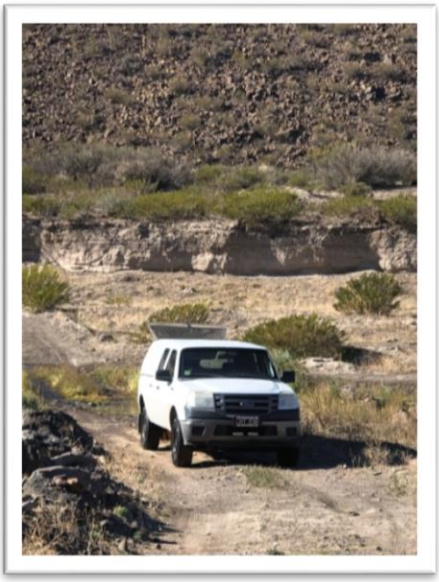
Figura 18. Fotografías del punto de relevamiento 14



Figura 19. Fotografías del punto de relevamiento 14

15. Punto de relevamiento 15 – El Nacimiento

1. Nº de Censo: **15** y Fecha: **29/04/2022**
2. Nombre del Establecimiento: **EL NACIMIENTO**
3. Tipo de captación censada: agua superficial, Arroyo Telsen, **42°14'27.00"S 67° 4'33.80"O**
4. Características constructivas de la fuente artificial censada:
- Unificación A° Telsen (Establecimiento Las Horquetas y El Nacimiento)
5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero
6. Acuífero captado: sin datos
7. a) Nivel del agua: sin datos
b) Profundidad de la captación: sin datos
c) Temperatura: 5,73 °C
Conductividad eléctrica: 2425 µS/cm^{-1}
pH: 8,26
8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 15
9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Quebradas.



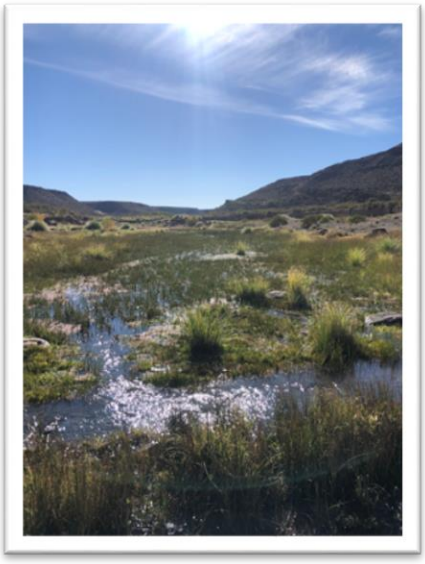




Figura 20. Fotografías del punto de relevamiento 15

16. Punto de relevamiento 16 – Las Horquetas

1. Nº de Censo: **16** y Fecha: **29/04/2022**
2. Nombre del Establecimiento: **LAS HORQUETAS**
3. Tipo de captación censada: vertiente principal, Arroyo Telsen.
4. Características constructivas de la fuente artificial censada:
- sin datos
5. Uso al que se destina la captación: consumo humano y ganadero
6. Acuífero captado: sin datos
7. a) Nivel del agua: sin datos
b) Profundidad de la captación: sin datos
c) Temperatura: 11,96 °C
Conductividad eléctrica: 1352 µS/cm^{-1}
pH: 7,88
8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 16
9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Quebradas. Hay evidencias de salinidad superficial en suelos.
La muestra de agua es extraída de una manguera (**42°14'09.40"S 67°05'4.80"O)**. La manguera constantemente está arrojando agua, por gravedad trae agua de la vertiente principal del Arroyo Telsen.

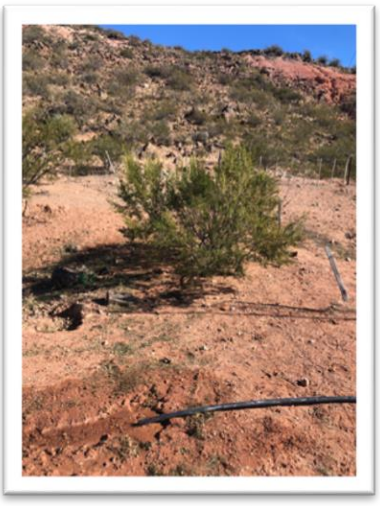






Figura 21. Fotografías del punto de relevamiento 16 (1)



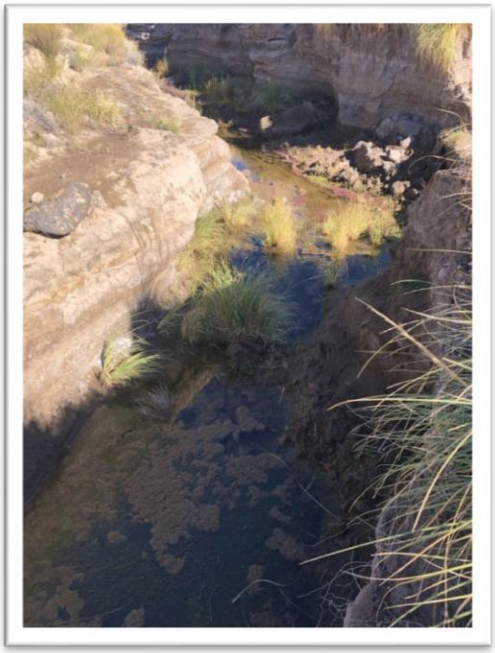


Figura 22. Fotografías del punto de relevamiento 16 (2)

17. Punto de relevamiento 17 – El Nacimiento

1. Nº de Censo: **17** y Fecha: **29/04/2022**

2. Nombre del Establecimiento: **EL NACIMIENTO**

3. Tipo de captación censada: Vertiente Arroyo Telsen, agua superficial **42°14'17.10"S**

67° 4'29.10"O

4. Características constructivas de la fuente artificial censada:

- sin datos

5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero

6. Acuífero captado: sin datos

7. a) Nivel del agua: sin datos

b) Profundidad de la captación: sin datos

c) Temperatura: 5,89 °C

Conductividad eléctrica: 1301 µS/cm^{-1}

pH: 8,11

8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 17

9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Quebradas.



Figura 23. Fotografías del punto de relevamiento 17

18. Punto de relevamiento 18 – Aguas Abajo Unificación A° Telsen

1. Nº de Censo: **18** y Fecha: **29/04/2022**

2. Nombre del Establecimiento: **AGUAS ABAJO UNIFICACIÓN A° TELSEN**

3. Tipo de captación censada: agua superficial, Arroyo Telsen, **42°15'9.50"S 67° 04'32.50"O**

4. Características constructivas de la fuente artificial censada:

- sin datos

5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero

6. Acuífero captado: sin datos

7. a) Nivel del agua: sin datos

b) Profundidad de la captación: sin datos

c) Temperatura: 13,65 °C

Conductividad eléctrica: 612 µS/cm^{-1}

pH: 8,32°C

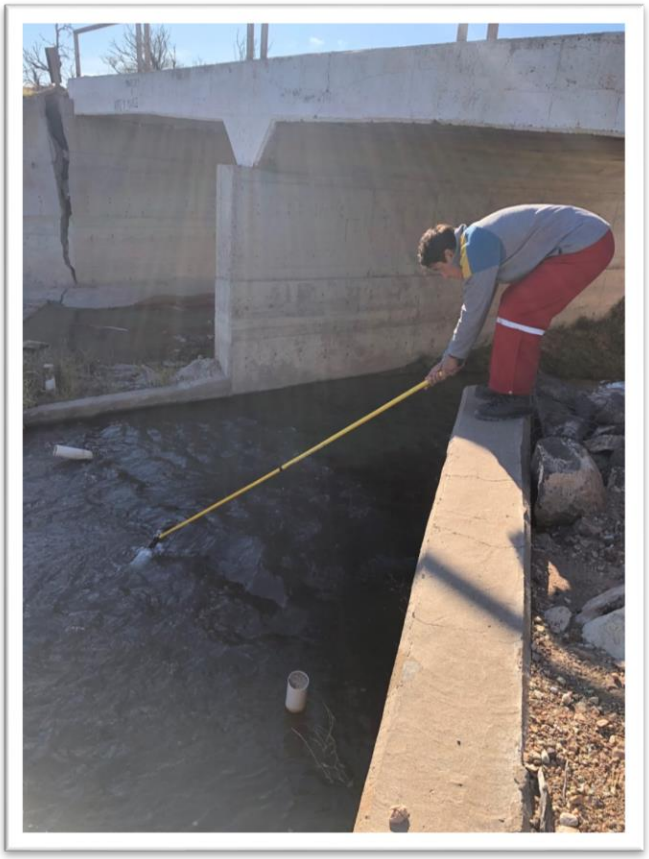
8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 18

9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Quebradas. Hay evidencias de salinidad superficial en suelos.



Figura 24. Fotografías del punto de relevamiento 18

19. Punto de relevamiento 19 – Arroyo Telsen Puente, Ruta Provincial N° 4.

1. Nº de Censo: **19** y Fecha: **29/04/2022**
2. Nombre del Establecimiento: **Arroyo Telsen Puente, Ruta Provincial N° 4.**
3. Tipo de captación censada: agua superficial, Arroyo Telsen, **42°28'37.40"S 66°52'15.40"O**
4. Características constructivas de la fuente artificial censada:
- sin datos
5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero y riego para agricultura.
6. Acuífero captado: sin datos
7. a) Nivel del agua: sin datos
b) Profundidad de la captación: sin datos
c) Temperatura: 7,73 °C
Conductividad eléctrica: 1074 µS/cm^{-1}
pH: 8,61
8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 19
9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Quebradas.

Figura 25. Fotografías del punto de relevamiento 19

20. Punto de relevamiento 20 – Las Margaritas

1. Nº de Censo: **20** y Fecha: **06/05/2022**
2. Nombre del Establecimiento: **LAS MARGARITAS**
3. Tipo de captación censada: Perforación. **42°40'31,3"S 66°15'29,7"O**
4. Características constructivas de la fuente artificial censada:
- Perforación, molino funcionando.
5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero
6. Acuífero captado: Freático
7. a) Nivel del agua: 4,28 m.b.b.p
b) Profundidad de la captación: 7,38 m.b.b.p
c) Temperatura: 16,13°C
Conductividad eléctrica: 2114 µS/cm^{-1}
pH: 7,97
8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 20
9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Meseta
 
Figura 26. Fotografías del punto de relevamiento 20

21. Punto de relevamiento 21 – Martensen – Molino 1

1. Nº de Censo: **21** y Fecha: **06/05/2022**

2. Nombre del Establecimiento: **MARTENSEN**

3. Tipo de captación censada: Perforación. Molino 1 42**°42'56,8"S 66°17'17,0"O**

4. Características constructivas de la fuente artificial censada:

- Perforación con tapa y pantalla solar con bomba sumergible.

5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero

6. Acuífero captado: Freático

7. a) Nivel del agua: 11,72 m.b.b.p

b) Profundidad de la captación: 24,35 m.b.b.p

c) Temperatura: 14,68°C

Conductividad eléctrica: 1137 µS/cm^{-1}

pH: 8,45

8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 21

9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Meseta.

Se puede observar en el interior de la perforación, movimiento constante del agua.



Figura 27. Fotografías del punto de relevamiento 21

22. Punto de relevamiento 22 – Martensen – Molino 2

1. Nº de Censo: **22** y Fecha: **06/05/2022**

2. Nombre del Establecimiento: **MARTENSEN**

3. Tipo de captación censada: Perforación. Molino 2 42°**42'57"S 66°17'17,9"O**

4. Características constructivas de la fuente artificial censada:

- Perforación con molino funcionando, con tapa.

5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero

6. Acuífero captado: Freático

7. a) Nivel del agua: 15,17 m.b.b.p

b) Profundidad de la captación: 24,22 m.b.b.p

c) Temperatura: 15,52°C

Conductividad eléctrica: 12880 µS/cm^{-1}

pH: 7,91

8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 22

9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Meseta.

Se puede observar en el interior de la perforación, movimiento constante del agua.



Figura 28. Fotografías del punto de relevamiento 22

23. Punto de relevamiento 23 – Sierra Chata

1. Nº de Censo: **23** y Fecha: **06/05/2022**
2. Nombre del Establecimiento: **SIERRA CHATA**
3. Tipo de captación censada: Perforación. **42°46'11,6"S 65°59'49,9"O**
4. Características constructivas de la fuente artificial censada:
- Perforación, con bomba centrifuga.
5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero
6. Acuífero captado: Freático
7. a) Nivel del agua: 2,38 m.b.b.p
b) Profundidad de la captación: 5,00mbp
c) Temperatura: 15,34°C
Conductividad eléctrica: 3864 µS/cm^{-1}
pH: 7,85
8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 23
9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Meseta. Hay evidencias de salinidad superficial en suelos.



Figura 29. Fotografías del punto de relevamiento 23

24. Punto de relevamiento 24 – Lomas Cortadas – Molino 3

1. Nº de Censo: **24** y Fecha: **06/05/2022**

2. Nombre del Establecimiento: **LOMAS CORTADAS**

3. Tipo de captación censada: Perforación. Molino 3 **42°49'35,2"S 65°52'24,5"O**

4. Características constructivas de la fuente artificial censada:

- Perforación, con bomba centrifuga.

5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero

6. Acuífero captado: Freático

7. a) Nivel del agua: 12,90 m.b.b.p

b) Profundidad de la captación: 19,70 m.b.b.p

c) Temperatura: 16,37°C

Conductividad eléctrica: 6420 µS/cm^{-1}

pH: 7,70

8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 24

9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Meseta.



Figura 30. Fotografías del punto de relevamiento 24

25. Punto de relevamiento 25 – Lomas Cortadas – Molino 2

1. Nº de Censo: **25** y Fecha: **06/05/2022**

2. Nombre del Establecimiento: **LOMAS CORTADAS**

3. Tipo de captación censada: Perforación. Molino 2 **42°46'14,4"S 65°47'21,8"O**

4. Características constructivas de la fuente artificial censada:

- Perforación, con tapa, molino funcionando.

5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero

6. Acuífero captado: Freático

7. a) Nivel del agua: 13,15 m.b.b.p

b) Profundidad de la captación: 14,25 m.b.b.p

c) Temperatura: 16,55°C

Conductividad eléctrica: 7537 µS/cm^{-1}

pH: 7,97

8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 25

9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Meseta con presencia de algunas lomas.







Figura 31. Fotografías del punto de relevamiento 25

26. Punto de relevamiento 26 – La Travesía

1. Nº de Censo: **26** y Fecha: **12/05/2022**
2. Nombre del Establecimiento: **LA TRAVESIA**
3. Tipo de captación censada: Perforación. **43°11'23,1"S 66°09'54,7"O**
4. Características constructivas de la fuente artificial censada:
- Perforación, molino funcionando. Molino entubado.
5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero
6. Acuífero captado: Semiconfinado
7. a) Nivel del agua: 80 m.b.b.p
b) Profundidad de la captación: 105 m.b.b.p
c) Temperatura: 16,54°C
Conductividad eléctrica: 6146 µS/cm^{-1}
pH: 7,83
8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 26
9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Meseta.
Los datos de nivel de agua y profundidad de la captación fueron aportados por el dueño del establecimiento.





Figura 32. Fotografías del punto de relevamiento 26

27. Punto de relevamiento 27 – Las Tijeras

1. Nº de Censo: **27** y Fecha: **12/05/2022**
2. Nombre del Establecimiento: **LAS TIJERAS**
3. Tipo de captación censada: Perforación. **43°12'03,6"S 66°36'22,7"O**
4. Características constructivas de la fuente artificial censada:
- Perforación, molino funcionando. Molino entubado.
5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero
6. Acuífero captado: semiconfinado
7. a) Nivel del agua: sin dato
b) Profundidad de la captación: 80 m.b.b.p
c) Temperatura: 17,32°C
Conductividad eléctrica: 10260 µS/cm^{-1}
pH: 7,82
8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 27
9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Meseta.



Figura 33. Fotografías del punto de relevamiento 27

28. Punto de relevamiento 28 – La Corona – Molino El Pito

1. Nº de Censo: **28** y Fecha: **12/05/2022**
2. Nombre del Establecimiento: **LA CORONA Molino El Pito**
3. Tipo de captación censada: Perforación. **43°08'46,1"S 66°06'21,9"O**
4. Características constructivas de la fuente artificial censada:
- Perforación, molino entubado y funcionando. Molino “EL PITO”
5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero
6. Acuífero captado: semiconfinado
7. a) Nivel del agua: sin datos
b) Profundidad de la captación: 65 m.b.b.p
c) Temperatura: 14,96 °C
Conductividad eléctrica: 7025 µS/cm^{-1}
pH: 8,08
8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 28
9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Meseta.
El dato de profundidad de la captación fue aportada por el encargado del establecimiento.



Figura 34. Fotografías del punto de relevamiento 28

29. Punto de relevamiento 29 – La Corona Molino Casa

1. Nº de Censo: **29** y Fecha: **12/05/2022**
2. Nombre del Establecimiento: **LA CORONA Molino Casa**
3. Tipo de captación censada: Perforación. **43°05'54,3"S 66°06'11,5"O**
4. Características constructivas de la fuente artificial censada:
- Perforación, molino entubado y funcionando. Molino de la casa
5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero
6. Acuífero captado: semiconfinado
7. a) Nivel del agua: sin datos
b) Profundidad de la captación: 85 m.b.b.p
c) Temperatura: 18,11 °C
Conductividad eléctrica: 7452 µS/cm^{-1}
pH: 8,18
8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 29
9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Meseta.

El dato de profundidad de la captación fue aportada por el encargado del establecimiento.



Figura 35. Fotografías del punto de relevamiento 27

30. Punto de relevamiento 30 – La Corona Molino Ea Castilla

1. Nº de Censo: **30** y Fecha: **12/05/2022**
2. Nombre del Establecimiento: **CASTILLA**
3. Tipo de captación censada: Perforación. **43°05'54,3"S 66°06'11,5"O**
4. Características constructivas de la fuente artificial censada:
- Perforación, con tapa, molino funcionando.
5. Uso al que se destina la captación: consumo ganadero
6. Acuífero captado: semiconfinado
7. a) Nivel del agua: 50,20 m.b.b.p
b) Profundidad de la captación: 65 m.b.b.p
c) Temperatura: 16,74 °C
Conductividad eléctrica: 5517 µS/cm^{-1}
pH: 8,20
8. Toma de muestras de agua: SI. Número asignado a la muestra: 30
9. Observaciones y datos adicionales: morfología del relieve de la zona en que se ubica la captación: Meseta.



Figura 36. Fotografías del punto de relevamiento 30

3. Caracterización hidroquímica

La composición química de las aguas subterráneas se define por la presencia de iones mayoritarios o fundamentales (cloruros, sulfatos, carbonatos y bicarbonatos, sodio, potasio, calcio y magnesio), que suman prácticamente el 99% de la composición total y de iones minoritarios (nitrato, hierro, nitrito, flúor, aluminio y trazas (plomo, cromo, arsénico, uranio, etc.) que conforman el 1%restante.

En condiciones estándares en la naturaleza las aguas subterráneas evolucionan geoquímicamente desde la zona de recarga hacia la de descarga cumpliendo las siguientes fases químicas: aguas bicarbonatadas – sulfatadas – cloruradas.

En la actual evaluación se interpretan no solo aguas subterráneas si no también aguas superficiales y de aljibe de colecta de lluvias por lo tanto no es estricto este concepto.

En conclusiones se expone la evaluación de los resultados y algunas recomendaciones.

En anexos se muestran los gráficos con las representaciones de los cationes y aniones principales y las recomendaciones.

3.1. Tareas realizadas

Se planteó una primera selección para muestrear de cuarenta y siete (47) sitios representativos de la cuenca del bajo de la Tierra Colorada, de los cuales solo fue posible obtener muestras de 30 de ellos debido a la imposibilidad de acceso en el momento del relevamiento de campo por diversos motivos (tranqueras con candado o ausencia de encargado responsable en el establecimiento). A partir de los datos relevados en campo en primer lugar se transformó las coordenadas geográficas de cada punto de muestreo al sistema de referencia Posgar07 y posteriormente a Gauss Kruger para permitir la representación gráfica con coordenadas planas (ver 3.4 Anexos).

Los trabajos de campo incluyeron mediciones de profundidad de pozo, nivel estático, determinación de conductividad eléctrica, pH y temperatura (Ver Tabla de Interpretación en 3.4 Anexos).

Las muestras para análisis fisicoquímicos se almacenaron en recipientes plásticos aptos para su traslado a laboratorio y envases estériles para los microbiológicos. Los análisis realizados consistieron en determinaciones físicas y una corrida de los iones mayoritarios aniones y cationes y algunos minoritarios, a saber: pH, Alc. Bicarbonatos, Alc. Carbonatos, Alc. Total, Arsénico, Calcio, Cloro, Conductividad Eléctrica, Dureza, Flúor, Hierro, Manganeso, Nitratos, Potasio, Sodio, Sólidos Totales Disueltos, Sulfatos y bacteriológico (Bact. Aerobias, CT, E. Coli, Pseudomona aeruginosa).

Con treinta muestras disponibles se procedió a transformar sus concentraciones expresadas en mg/l en su equivalente meq/l usando para ello las constantes correspondientes (ver Tabla 2.1).

Con sus valores expresados en la unidad mencionada se representaron con los métodos de Piper, Schoeller Berkalof y Stiff. Se mantuvo la misma escala horizontal expresada con el mayor valor obtenido de sodio.

Se utilizó el Mini-manual de Easy-Quim.4 (2002) para el procesamiento de los datos.

Las muestras de aguas subterráneas son M1, M4, M5, M6, M7, M9, M11, M16, M17, M28, M29, M30, M31, M32, M33, M39, M43, M45, M46 y M47.

Muestras de agua de lluvia (colectadas en aljibes): M3

Muestras de aguas superficiales de mallín o arroyo: M2, M12, M14, M15, M18, M19, M20, M21y M22

Ion	**meq/l**
Ca 2+	0,0499
Mg2+	0,0823
Na+	0,0435
HCO3-	0,0164
SO4=	0,0208
Cl-	0,0282

Tabla 2.1. Tabla de Iones y Constantes para transformación a meq/l

3.2. Resultados obtenidos

De la interpretación de los resultados se evidencian aguas cloruradas sódicas (70%) mayoritariamente, siguiéndole las bicarbonatadas sódicas (23%), dos muestras de bicarbonatadas cálcicas (6%) y una muestra sulfatada-clorurada-bicarbonatada (3%).

Cloruradas sódicas: M1, M2, M5, M11, M12, M14, M18, M19, M20, M22, M28, M30, M31, M32, M33, M39, M43, M45, M46 y M47.

Bicarbonatada sódica M4, M6, M7, M9, M15, M17, M29

Bicarbonatadas cálcicas: M3, M16.

Sulfatada-clorurada-bicarbonatada: M21

En anexos se muestran los diagramas de Piper, Schoeller-Berkalof y Stiff con la planilla de cálculo utilizada.

Los diagramas de Stiff se representaron en el mapa base Google Earth representativo del área de estudio. Los colores diferentes identifican el tipo de agua detectada (ver Diagramas de Stiff en 3.4 Anexos).

3.3. Conclusiones

La litología que integra el modelo hidrogeológico se compone por rocas volcánicas en el tope de la secuencia conformando la meseta seguido en profundidad por una alternancia de sedimentitas continentales y en parte de marinos, entre ellas tobas volcánicas, gravas, areniscas, limolitas y arcilitas. Los valles encajonados producto de la erosión retrocedente de los basaltos están rellenados por sedimentos clásticos de diversos tamaños.

En la región norte preponderan los basaltos coronando la meseta mientras en la región sur prevalecen los sedimentos clásticos afinándose hacia el bajo de la Tierra Colorada.

Hidrodinámicamente las aguas superficiales y subterráneas se movilizan de Norte a Sur en coincidencia con la topografía.

Las aguas superficiales están representadas por el Arroyo Telsen que discurre de Norte a Sur y se constituye en el colector principal con naciente en el pie de las estribaciones sur de la meseta. Posee desagüe en el Bajo de la Tierra Colorada unos 70 km al sur de su naciente. Sus aguas son dulces con preponderancia de los iones sulfato, cloruro y sodio con concentraciones de STD del orden de 800 mg/l. Ya en proximidad de su desagüe en la laguna del bajo se incrementan hasta 3000 mg/l por el lavado de sedimentos en su trayectoria.

Con respecto a las aguas subterráneas se cuenta con veinte pozos a los cuales se les midió la cota, el fondo de pozo y el nivel estático (Ne) con cuyos datos se elaboró el mapa de isopiezas representativo de la región centro sur (ver 3.4 Anexos). Se visualiza el flujo subterráneo en dirección sur con una divisoria de aguas que delimitan la vertiente Oeste y Este, la primera mencionada que da origen al Bajo de la Tierra Colorada. El gradiente hidráulico estimado en dirección suroeste es 0,0009 (0,09%).

Con respecto al análisis puntual de cada pozo se menciona:

Hacia el Oeste en el punto 16 arriba en la meseta las aguas muestreadas provienen de una vertiente directa del pie de la meseta. Son aguas excelentes con muy pocos STD.

Similar característica posee la muestra 14 correspondiente al arroyo Ranquihuao (afluente del Telsen).

Las muestras restantes en la región centro este sur constituyen aguas salobres con valores de STD por encima de los 2000 mg/l con excepción de las muestras 9 y 29. Valores altos registran las muestras 30 y 43 con 12800 y 10200 mg/l respectivamente presentándose una anomalía en los pozos colindantes 29 y 30 separados escasos 20 metros de distancia cuyos registros de STD alcanzan 1137 y 12800 mg/l respectivamente con similares profundidad de pozo.

En cuanto a la **aptitud para el consumo humano**, y según los valores límites del Código Alimentario Argentino (CAA), las aguas muestreadas y analizadas no serían aptas para el consumo humano debido a que exceden principalmente los valores máximos permitidos de Fluoruros y/o de Sólidos Totales Disueltos, excepto las correspondientes a las muestras:

Punto de Muestreo // # de Protocolo fisicoquímico de laboratorio

Punto de relevamiento 15 – El Nacimiento (Arroyo Telsen) // 2941/22

Punto de relevamiento 13 – Establecimiento Los Saucos // 2942/22

Punto de relevamiento 21 – Martensen – Molino 1 // 3121/22

Respecto a la **aptitud de uso para bebida de animales**, los resultados indican que, según la clasificación basada en la salinidad del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)[1]:

INTA Estación Experimental Agropecuaria Chubut

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

CALIDAD DE AGUA PARA BEBIDA DE ANIMALES

Recopilación Ing Agr. (Ms Sc) Jorge L. Luque

Valores límites de sales totales, en mmho/cm

Salinidad (mmhos/cm)	Clase	Notas
< 1,5	Excelente	Apta para toda clase de ganado y aves de corral
1,5-5,0	Muy satisfactoria	Apta para toda clase de ganado y aves de corral. Puede provocar diarreas temporales al ganado no acostumbrado y excrementos acuosos en aves.
5,0-8,0	Satisfactoria para ganado No apta para aves	Puede producir diarrea temporal o no ser aceptada por animales no acostumbrados a ella. Provoca a menudo excrementos acuosos, aumento de mortandad y reducción de crecimiento de aves, especialmente en pavos.
8,0-11,0	Uso limitado para ganado No apta en aves	Apta con razonable seguridad para vacunos, lecheros, carne, ovinos, porcinos y caballar. Evitar animales preñados o en lactancia. No apta para aves de corral.
11,0-16,0	De uso muy limitado	Solo apta para animales adultos para carne o vacas u ovejas secas. No apta para aves ni porcinos. Gran riesgo con vacas lactantes o preñadas, ovinos y caballar. Evitar su uso aunque los rumiantes, caballos, porcinos y aves mas viejos pueden subsistir bajo ciertas condiciones.
> 16,0	No recomendable	Riesgos muy grandes.

Clasificación de calidad de agua para bebida de animales (INTA).

- **Clase Excelente:** Apta para toda clase de ganado y aves de corral. Muestras:

Punto de Muestreo // # de Protocolo fisicoquímico de laboratorio

[1] Calidad de agua para bebida de animales. INTA. Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwij98f8s_f6AhU8qZUCHcw4CUAQFnoECA4QAQ&url=https%3A%2F%2Finta.gob.ar%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Finta_guia_calidad_agua_bebida_animales.pdf&usg=AOvVaw043U4zXM7BXEf-2M8OI4ma

- Punto de relevamiento 4 – Est. San Manuel Aljibe // 2872/22
- Punto de relevamiento 10 – Est. La Rosita // 2939/22
- Punto de relevamiento 11 – Est. Los Nogales // 2940/22
- Punto de relevamiento 12 – Est. Don Pedro // 2941/22
- Punto de relevamiento 13 – Est. Los Saucos // 2942/22
- Punto de relevamiento 14 – Cañería Ruta 4 // 2969/22
- Punto de relevamiento 16 – Est. Las Horquetas // 2971/22
- Punto de relevamiento 18 – Aguas Abajo Arroyo Telsen // 2973/22
- Punto de relevamiento 15 – Est. El Nacimiento // 2972/22
- Punto de relevamiento 19– Puente RN4 Arroyo Telsen // 2974/22
- Punto de relevamiento 21 – Molino 1 Martensen // 3121/22

❖ **Clase Muy satisfactoria:** Apta para toda clase de ganado y aves de corral. Puede provocar diarreas temporales al ganado no acostumbrado y excrementos acuosos en aves.

Muestras:

Punto de Muestreo // # de Protocolo fisicoquímico de laboratorio

- Punto de relevamiento 1 – Est. Chiricura // 2868/22
- Punto de relevamiento 2 – Est. San Manuel Arroyo // 2870/22
- Punto de relevamiento 2 – Est. San Manuel Perforación // 2874/22
- Punto de relevamiento 6 – Est. La Tradición // 2878/22
- Punto de relevamiento 7– Est. El Disco // 2880/22
- Punto de relevamiento 8 – Est. Bajada del Diablo // 2937/22
- Punto de relevamiento 17 – Est. El Nacimiento // 2970/22

- Punto de relevamiento 20 – Est. Las Margaritas // 3120/22
- Punto de relevamiento 23 – Est. Sierra Chata // 3123/22

❖ **Clase Satisfactoria para ganado - No apta para aves:** Puede producir diarrea temporal o no ser aceptada por animales no acostumbrados a ella. Provoca a menudo excrementos acuosos, aumento de mortandad y reducción de crecimiento de aves, especialmente en pavos. no acostumbrado y excrementos acuosos en aves.

Muestras:

Punto de Muestreo // # de Protocolo fisicoquímico de laboratorio

- Punto de relevamiento 9 – Est. La Porfiada // 2938/22
- Punto de relevamiento 24 – Est. Lomas Cortadas Molino 3 // 3124/22
- Punto de relevamiento 30 – Est. Ea Castilla Molino // 3274/22

❖ **Clase Uso limitado para ganado No apta en aves:** Apta con razonable seguridad para vacunos, lecheros, carne, ovinos, porcinos y caballar. Evitar animales preñados o en lactancia. No apta para aves de corral.

Muestras:

Punto de Muestreo // # de Protocolo fisicoquímico de laboratorio

- Punto de relevamiento 5 – Est. Aguada El Buey // 2876/22
- Punto de relevamiento 25 – Est. Lomas Cortadas Molino 2 // 3125/22
- Punto de relevamiento 27 – Est. Las Tijeras Canilla // 3271/22
- Punto de relevamiento 28 – Est. La Corona Molino El Pito // 3272/22
- Punto de relevamiento 29 – Est. La Corona Molino Casa // 3273/22

❖ **Clase Uso Muy Limitado:** Solo apta para animales adultos para carne o vacas u ovejas secas. No apta para aves ni porcinos. Gran riesgo con vacas lactantes o preñadas, ovinos y caballar. Evitar su uso aunque los

rumiantes, caballos, porcinos y aves más viejos pueden subsistir bajo ciertas condiciones

Muestras:

Punto de Muestreo // # de Protocolo fisicoquímico de laboratorio

- Punto de relevamiento 22 – Molino 2 Martensen // 3122/22

Finalmente, en cuanto a la **aptitud para el riego**, y según los Criterios de peligro de salinización y restricciones de uso de las aguas empleadas para riego según el Laboratorio de Salinidad de Riverside - EE. UU. (Richards, 1954) la mayoría de las aguas **no son aptas para el riego** por que presentan un peligro de salinización del suelo muy alto.

Riesgo de Salinidad	Puntos de Muestreo
Bajo	4, 13, 14, 18
Medio	10, 11, 12, 16, 17, 19, 21
Alto	6, 8, 12, 20
Muy Alto	1, 2, 3, 5, 7, 9, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30

Riesgo de Salinidad	Conductividad eléctrica (µS/cm)
Bajo	<750
Medio	750-1500
Alto	1500-3000
Muy Alto	>3000

Riesgo de salinidad del Laboratorio de Salinidad de EE. UU. (USLS).

En cuanto al riesgo de salinización del suelo en el uso de las aguas para riego se ha analizado el SAR o relación de absorción de sodio.

Los resultados indican lo siguiente:

SITIO	RIESGO
3-5-12-15-16-17-19-20-21-22	BAJO
9-14-18	MEDIO
2-6-7-11-28	ALTO
1-4-29-30-31-32-33-39-43-45-46-47	MUY ALTO

Solo las aguas de la región norte y oeste son aptas para riego.

En *3.4 Anexos* se muestran los diagramas de Stiff distribuidos en el plano cada punto para visualizar más rápidamente la distribución de las familias de aguas. En continuidad los gráficos de Piper y Schoeller-Berkaloff.

En resumen las aguas de la región Norte son de mayor calidad ya sean superficiales o subterráneas.

En el ámbito de la meseta es posible la captación desde vertientes relacionadas a los basaltos con aguas de excelente calidad cuya recarga se produce a partir de la porosidad secundaria de las rocas volcánicas.

Las aguas de los valles y depresiones hacia el sur se tornan mediocres en asociación con los sedimentos ricos en sales, escasa profundidad de los niveles y la exposición a la evaporación.

Las aguas deben ser tratadas para eliminar y/o atenuar los iones que exceden el LMP establecido por la autoridad de aplicación.

3.4. Anexos

Figura 37 - DETALLE DE LOS SITIOS DE MUESTREO

Nº de Muestra Laboratorio	Nº Muestreo de campo	Pto de Muestreo	Coordenadas	Altura (m)	Fecha muestreo	Hora	Fondo de pozo (mbp)	Nivel estático (mbp)	Tipo de agua	Medición in situ			Observación
										Conductividad (µS/cm^{-1})	pH	Temperatura (°C)	
1	**1**	Molino Chiricura	42°44'42.30"S 66°20'10.10"O	186	27/04/2022	09:38	13,07	6,34	Subterránea	4163	7,28	14,4	Bomba 1,5 HP
2	**2**	A° Telsen (parte final) Estab. San Manuel	42°50'54.80"S 66°49'19.70"O	54	27/04/2022	12:59			Superficial (Mallin)	3016	8,27	5,19	Agua en movimiento
3	**3**	Aljibe Estab. San Manuel (agua de consumo)	42°49'19.20"S 66°48'39.90"O	74	27/04/2022	13:41			Lluvia	135	7,34	12,9	
4	**4**	Entrada Tanque Australiano Estab. San Manuel (7 km desde el molino)	42°48'12.80"S 66°43'31.30"O	76	27/04/2022	14:36	3,3	2,42	Subterránea	3958	7,27	11,4	Bomba 2 HP
5	**5**	Molino Aguada del Buey	42°47'11.60"S 66°31'41.90"O	99	27/04/2022	16:06	4,55	3,11	Subterránea	10070	7,08	13,20	Bomba 1,5 HP
6	**6**	Molino La Tradición	42°45'16.90"S 66°29'3.10"O	126	27/04/2022	17:34	8,60	7,65	Subterránea	1862	7,90	12,98	Pozo abierto molino funcionando
7	**7**	Jaguel El Disco	42°40'41.40"S 66°16'43.10"O	149	27/04/2022	19:15	3,52	2,75	Subterránea	3281	8,32	12,37	Jaguel abierto
	8	Bajada Moreno	42°54'30,57"S 67°45'23,33"O		28/04/2022	10:00							Cerrada
8	**9**	Manguera Bajada el Diablo	42°53'6.60"S 67°27'34.00"O	-28	28/04/2022	11:34			Subterránea	1511	8,07	11,23	Consumo poblado
	10	La Católica	42°55'32,73"S 67°12'2,49"O		28/04/2022	12:45	SIN AUTORIZACION						
9	**11**	Molino La Porfiada	42°48'20.90"S 66°58'59.10"O	78	28/04/2022	13:45	4,35	4,00	Subterránea	5984	7,62	15,49	Bomba 2HP
10	**12**	A° Ranquihuao Est. La Rosita	42°46'34.00"S 66°59'10.70"O	95	28/04/2022	14:49			Superficial	1240	8,22	2,38	Agua en movimiento
	13	A ° Ranquihuao Los Sauces	42°42'19,54"S 67° 2'8,10"O		28/04/2022	15:05	SIN AUTORIZACION						
11	**14**	A° Ranquihuao Est. Los Nogales	42°38'59.70"S 67° 2'56.80"O	199	28/04/2022	16:19			Superficial	1253	8,74	9,80	Agua en movimiento
12	**15**	A° Telsen Est. Don Pedro	42°35'45.10"S 66°51'23.30"O	167	28/04/2022	17:07			Superficial	1261	8,58	7,79	Agua en movimiento
13	**16**	Vertiente Los Saucos	42°28'12.90"S 67°23'45.60"O	666	28/04/2022	19:27			Subterránea	540	7,60	6,66	Agua de consumo usan bomba periferica
14	**17**	Muestra Caño Agua Telsen Ruta N°4	42°26'31.88"S 66°58'54.70"O	438	29/04/2022	10:32			Subterránea	691	8,51	9,94	Agua en movimiento
15	**18**	Unificación A° Telsen (Est. La Horqueta y Est. El Nacimiento)	42°14'27.00"S 67° 4'33.80"O	479	29/04/2022	12:27			Superficial	2425	8,26	5,73	Agua en movimiento
16	**19**	Vertiente Principal La Horqueta	42°14'09.40"S 67° 05'4.80"O	500	29/04/2022	13:09			Superficial	1352	7,88	11,96	Manguera agua en movimiento ctte
17	**20**	Vertiente El Nacimiento	42°14'17.10"S 67° 4'29.10"O	488	29/04/2022	13:38			Superficial	1301	8,11	5,89	Agua en movimiento
18	**21**	Aguas abajo unificación A° Telsen	42°15'9.50"S 67° 04'32.50"O	465	29/04/2022	14:03			Superficial	612	8,32	13,65	Agua en movimiento
19	**22**	A° Telsen Pte Ruta N°4	42°28'37.40"S 66°52'15.40"O	271	29/04/2022	15:37			Superficial	1074	8,61	7,73	Agua en movimiento
	23	La Anita	43°08'24.5"S 66°52'15.40"O	76	29/04/2022	18:40							Tranquera Cerrada con candado
	24	Cataico	42°31'32,1"S 66°38'10,2"O	8	06/05/2022	08:30							Tranquera Cerrada con candado
	25	San Ignacio ()			06/05/2022	09:32							Tranquera Cerrada con candado
	26	San Gabriel (El Amanecer)	42°39'57,33"S 66°21'21,20"O		06/05/2022	09:57							Tranquera Cerrada con candado (Esta. El Amanacer)
	27	Doña Any	42°31'36,19"S 66°22'20,56"O		06/05/2022	10:09							Tranquera Cerrada con candado (Esta. Maria de las)
20	**28**	Las Margaritas	42°40'31,3"S 66°15'29,7"O	165	06/05/2022	11:00	7,38	4,28	Subterránea	2114	7,97	16,13	Molino abierto funcionando
21	**29**	Molino 1 (Martensen) La suerte	42°42'56,8"S 66°17'17,0"O	149	06/05/2022	11:44	24,35	11,27	Subterránea	1137	8,45	14,68	Pantalla Solar y bomba sumergible (agua entrando a la perforación).Muestra de agua extraida desde la perfo.
22	**30**	Molino 2 (Martensen) La Suerte	42°42'57"S 66°17'17,9"O	150	06/05/2022	12:02	24,22	15,17	Subterránea	12880	7,91	15,52	Molino funcionando, muestra de agua extraida desde la perfo.
23	**31**	Molino Sierra Chata	42°46'11,6"S 65°59'49,9"O	116	06/05/2022	13:38	5,00	2,38	Subterránea	3864	7,85	15,34	Muestra de agua extraida desde la perfo.
24	**32**	Molino 3 Lomas Cortadas	42°49'35,2"S 65°52'24,5"O	127	06/05/2022	15:38	19,70	12,90	Subterránea	6420	7,7	16,37	Bomba sumergible con grupo 220 V.Muestra de agua extraida desde la perfo.
25	**33**	Molino 2 Lomas Cortadas	42°46'14,4"S 65°47'21,8"O	116	06/05/2022	16:26	14,25	13,15	Subterránea	7537	7,97	16,55	Muestra de agua extraida desde la perfo. Molino
	34	Laguna Grande	42°53'27.79"S 65°31'46.30"O		06/05/2022	17:19							Tranquera Cerrada con candado
	35	Aguada Blanca	Sin Autorización										
	36	Los Manantiales											
	37	La Mimosa											
	38	Los Tamariscos											
26	**39**	Molino Ea La Travesia	43°11'23,1"S 66°09'54,7"O	175	12/05/2022	11:48	105	80,00	Subterránea	6146	7,83	16,54	Molino funcionando. Entubado
	40	Estab. San Fransisco	43°11'26,6"S 67°07'59,2"O		12/05/2022	13:00							Sin gente en el establecimiento, recorriendo el campo.
	41	Estab. La Gure- Echea	43°12'41,01"S 66°51'46,13"O		12/05/2022	14:24							Tranquera Cerrada con candado. Mismo dueño Estab. El Manquel
	42	Estab. El Ñandu	43° 5'24,71"S 66°48'6,93"O		12/05/2022	14:34							Tranquera Cerrada con candado
27	**43**	Molino la casilla Estab. Las Tijeras	43°12'03,6"S 66°36'22,7"O	187	12/05/2022	15:38			Subterránea	10260	7,82	17,32	Molino funcionando. Entubado
	44	El Gauchito	43° 6'27,42"S 66°30'53,63"O		12/05/2022	16:00							Sin gente en el establecimiento, recorriendo el campo.
28	**45**	Molino El Pito Estab. La Corona	43°08'46,1"S 66°06'21,9"O	166	12/05/2022	17:36	65		Subterránea	7025	8,08	14,96	Molino funcionando. Entubado
29	**46**	Molino en la casa Estab. La Corona	43°05'54,3"S 66°06'11,5"O	167	12/05/2022	17:58	85		Subterránea	7452	8,18	18,21	Molino funcionando. Entubado
30	**47**	Castilla	43°03'57,7"S 66°16'18,1"O	165	12/05/2022	19:21	65,00	50,2	Suterránea	5517	8,2	16,74	Muestra extraida con bailer, molino abierto

Figura 38 - UBICACIÓN DEL ÁREA Y PUNTOS DE MUESTREO

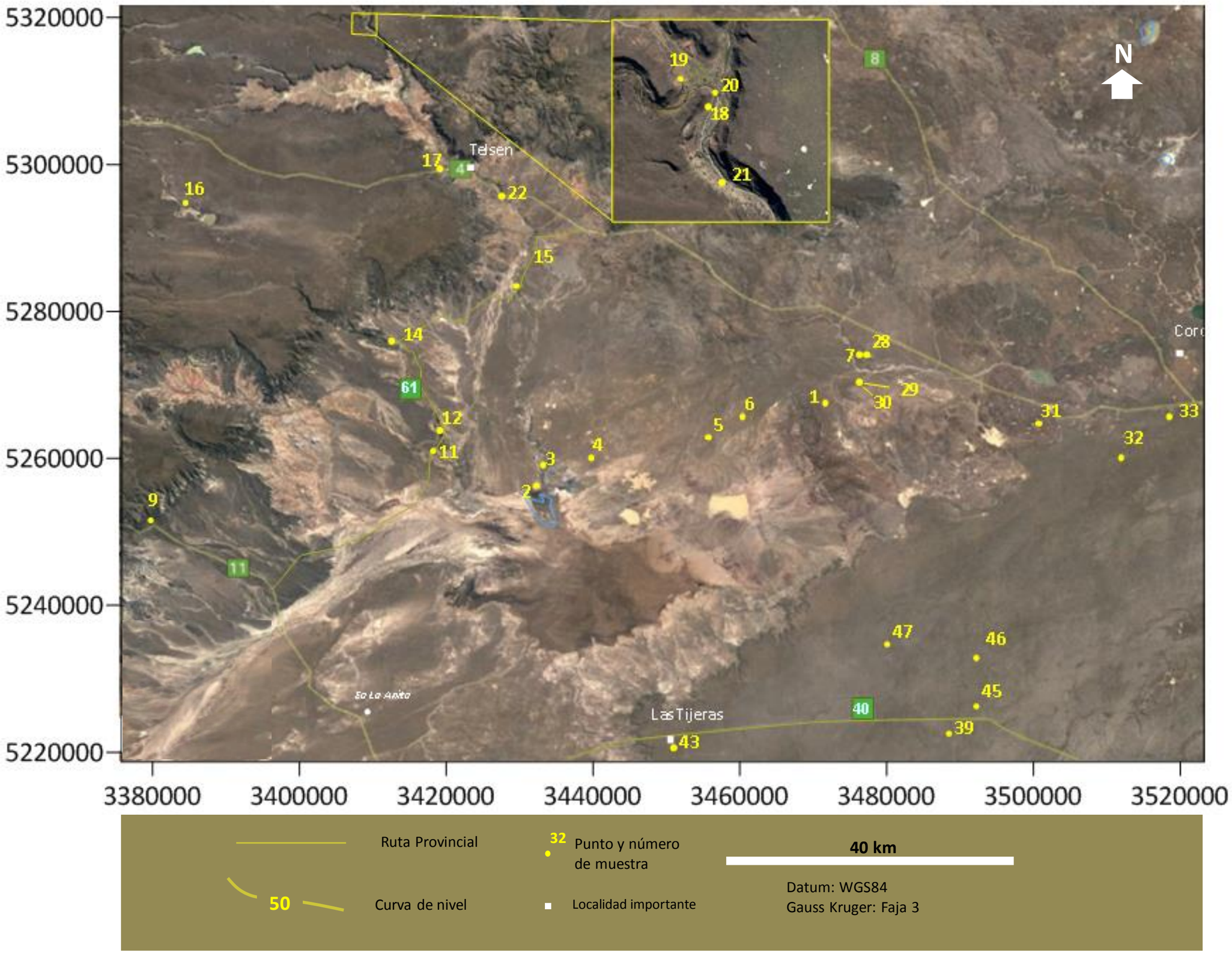
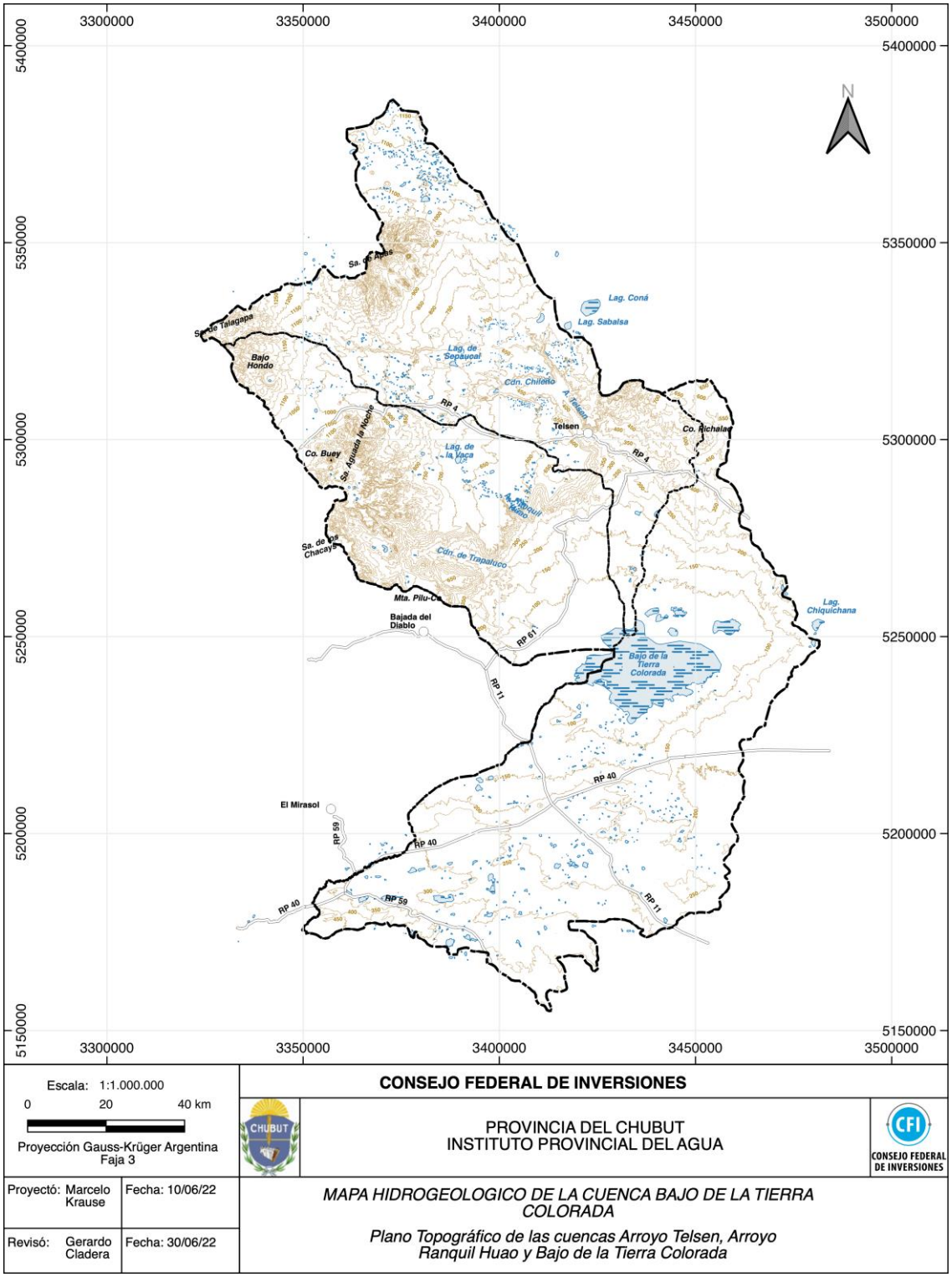


Figura 39 MAPA TOPOGRÁFICO



Descripción de la Topografía de la cuenca Bajo de la Tierra Colorada

La cuenca hídrica del Bajo de la Tierra Colorada presenta 3 expresiones de relieve bien definidas: planicies y lomadas suaves, altiplanicie y serranías. La primera se desarrollada sobre rocas jurásicas (Fm. Marifil) y cretácicas (grupo Chubut), y por planicies pedemontanas, apoyadas sobre rocas cretácicas y ocupa prácticamente la totalidad de la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada, el extremo sudeste de la subcuenca Arroyo Ranquil Huao y el extremo sur de la subcuenca Arroyo Telsen. Las dos restantes, altiplanicie y serranías, se desarrollan en los sectores NO de las subcuencas Arroyo Ranquil Huao y Arroyo Telsen, desarrollada aproximadamente a partir de una línea SO-NE, la cual une las localidades Bajada del Diablo y Telsen. La región de altiplanicie ubica mayormente en la zona central de la subcuenca Arroyo Telsen, extendiéndose hacia el extremo NE de la misma. Esta altiplanicie se desarrolla mayormente sobre rocas oligocenas de la Fm. Somuncurá y en parte también, sobre vulcanitas oligoceno-miocenas de la Superunidad Quiñelaf. La región serrana ocupa prácticamente todo el sector noroccidental de la subcuenca Arro Ranquil Huao y el extremo NO de la subcuenca Arroyo Telsen. A su vez, una pequeña expresión del ámbito serrano, labrado sobre vulcanitas de la Superunidad Quiñelaf, ocurre al este de la localidad de Telsen.

Región de planicies y lomadas suaves: Las cotas (m.s.n.m.) que delimitan esta región van desde 100 a 350 m, correspondiendo la menor al Bajo de la Tierra Colorada, el área más deprimida de toda la cuenca. Las planicies más altas descienden gradualmente hacia este bajo, el cual concentra aguas provenientes de los arroyos Perdido, al OSO, de los arroyos del cañadón Trapaluco y Ranquil Huao, al NO, y del arroyo Telsen al N. Tomando como punto de referencia el gran cuerpo lagunar desarrollado en el Bajo de la Tierra Colorada, el ámbito de planicies y suaves lomadas, se extiende del siguiente modo: 1) unos 40 km al NNE, en donde se levanta la meseta Pilu-Co, la cual a su vez conforma el límite oeste de la subcuenca Arroyo Ranquil Huao en ese

sector; 2) unos 35 km al norte, en el sector SE de la subcuenca Arroyo Ranquil Huao, a partir de la cual se levanta una altiplanicie coronada por rocas volcánicas de la Formación Somuncurá, la cual se desarrolla abruptamente entre las cotas 350 y 600 m; 3) unos 50 km al norte, ya en el ámbito austral de la subcuenca Arroyo Telsen, limitando al norte con la zona serrana labrada sobre rocas volcánicas oligoceno-miocenas (Sierra Negra), que se extiende desde Telsen, unos 25-30 km hacia el este; 4) unos 35 km al NE, limitando con una serranía labrada sobre rocas jurásicas, la cual se presenta como asomos aislados, entre las cotas 400 y 650 m, sobresaliendo el cerro Pichalao, con un descenso de cotas hacia el Bajo de la Tierra Colorada. Esta serranía conforma el límite nororiental de la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada.

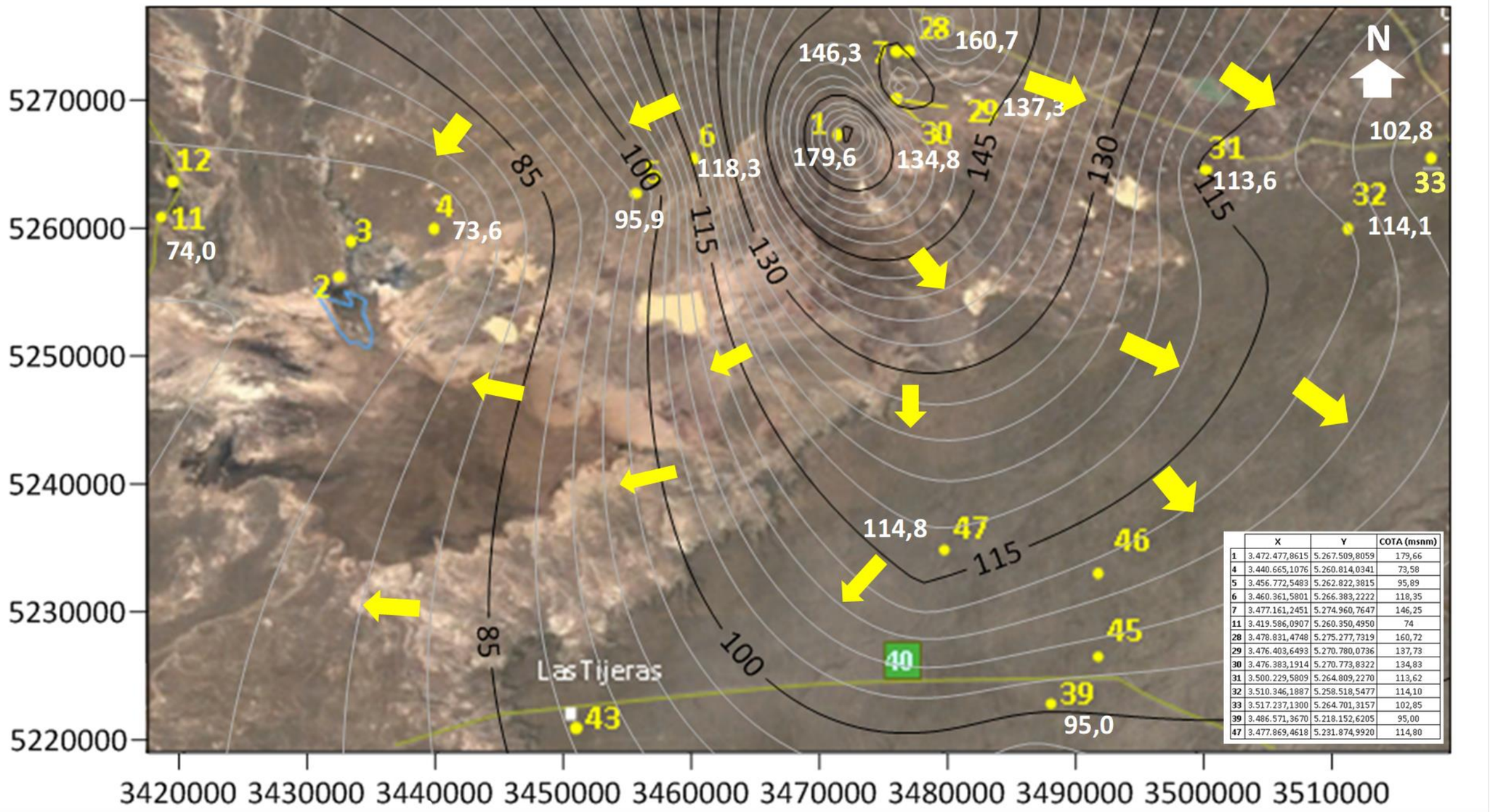
Región de altiplanicie: Se levanta abruptamente en el límite con la región previamente descripta, con escalones de entre 100 y 250 m, desde , desde las cotas (m.s.n.m.) de 350-400 m, hasta alcanzar los 500-600 m. Desde estas cotas inferiores, se observa un incremento hacia el N y NO, hasta alcanzar las cotas 1100-1150 m. La continuidad de la superficie de altiplanicie se ve interrumpida por depresiones y cañadones. Las depresiones (bajos) albergan comúnmente lagunas temporarias, destacándose entre ellas el Bajo Hondo, la laguna Sepaucal y la laguna de la Vaca. Los cañadones se encuentran representados por valles angostos y largos, de laderas abruptas. Entre ellos se destacan el Cañadón Chileno y sus afluentes. Superpuestas a esta planicie lávica, hacia el límite con las serranías, entre 700 y 1000 m, se pueden reconocer planicies pedemontanas sobreelevadas, respecto de las reconocidas en la región del Bajo de la Tierra Colorada.

Región de serranías: Se superpone verticalmente a la región previamente descripta. Consiste en un conjunto de cerros con laderas mayormente abruptas. En el sector septentrional de las subcuencas Arroyo Ranquil Huao y Arroyo Telsen, se reconocen tres ocurrencias. 1)corresponde al lado oriental de la Sierra de los Chacays, desarrollada aproximadamente entre las cotas (m.s.n.m.) 900 y 1300 m. Esta constituye parte del límite occidental de la subcuenca Arroyo Ranquil Huao y se eleva desde el este al oeste. 2)

corresponde a la Sierra Aguada de la Noche, desarrollada entre las cotas 700 y 1600, sector en donde se reconoce como elevación principal al Cerro Buey (1557 m). El incremento de altura es también desde el este al oeste, conformando en parte el límite occidental de la subcuenca Arroyo Ranquil Huao, y en parte una divisoria de aguas dentro del sector meridional de la misma subcuenca. 3) corresponde a la **Sierra de Talagapa**, localizada hacia el extremo NO de las subcuencas Arroyo Ranquil Huao y Arroyo Telsen, constituyendo el límite de ambas subcuencas. Esta sierra se desarrolla entre las cotas 1100 y 1700 m, con dirección de incremento SE-NO. 4) se localiza en el sector central del límite norte de la subcuenca Arroyo Telsen y corresponde a la Sierra de Apas. La misma se desarrolla entre las cotas 900 a 1500 m, en dirección SSE-NNO.

Una quinta ocurrencia del ámbito serrano se localiza al este de Telsen y se corresponde con la **Sierra Negra**. La misma se desarrolla entre las cotas 650 y 900 m, con dirección de incremento SO-NE, y constituye parte del límite de las subcuencas Arroyo Telsen y Bajo de la Tierra Colorada.

Figura 40 - MAPADE ISOPIEZAS.
Curvas expresadas en metros sobre el nivel del mar



	X	Y	COTA (msnm)
1	3.472.477,8615	5.267.509,8059	179,66
4	3.440.665,1076	5.260.814,0341	73,58
5	3.456.772,5483	5.262.822,3815	95,89
6	3.460.361,5801	5.266.383,2222	118,35
7	3.477.161,2451	5.274.960,7647	146,25
11	3.419.586,0907	5.260.350,4950	74
28	3.478.831,4748	5.275.277,7319	160,72
29	3.476.403,6493	5.270.780,0736	137,73
30	3.476.383,1914	5.270.773,8322	134,83
31	3.500.229,5809	5.264.809,2270	113,62
32	3.510.346,1887	5.258.518,5477	114,10
33	3.517.237,1300	5.264.701,3157	102,85
39	3.486.571,3670	5.218.152,6205	95,00
47	3.477.869,4618	5.231.874,9920	114,80

DIAGRAMAS HIDROQUIMICOS

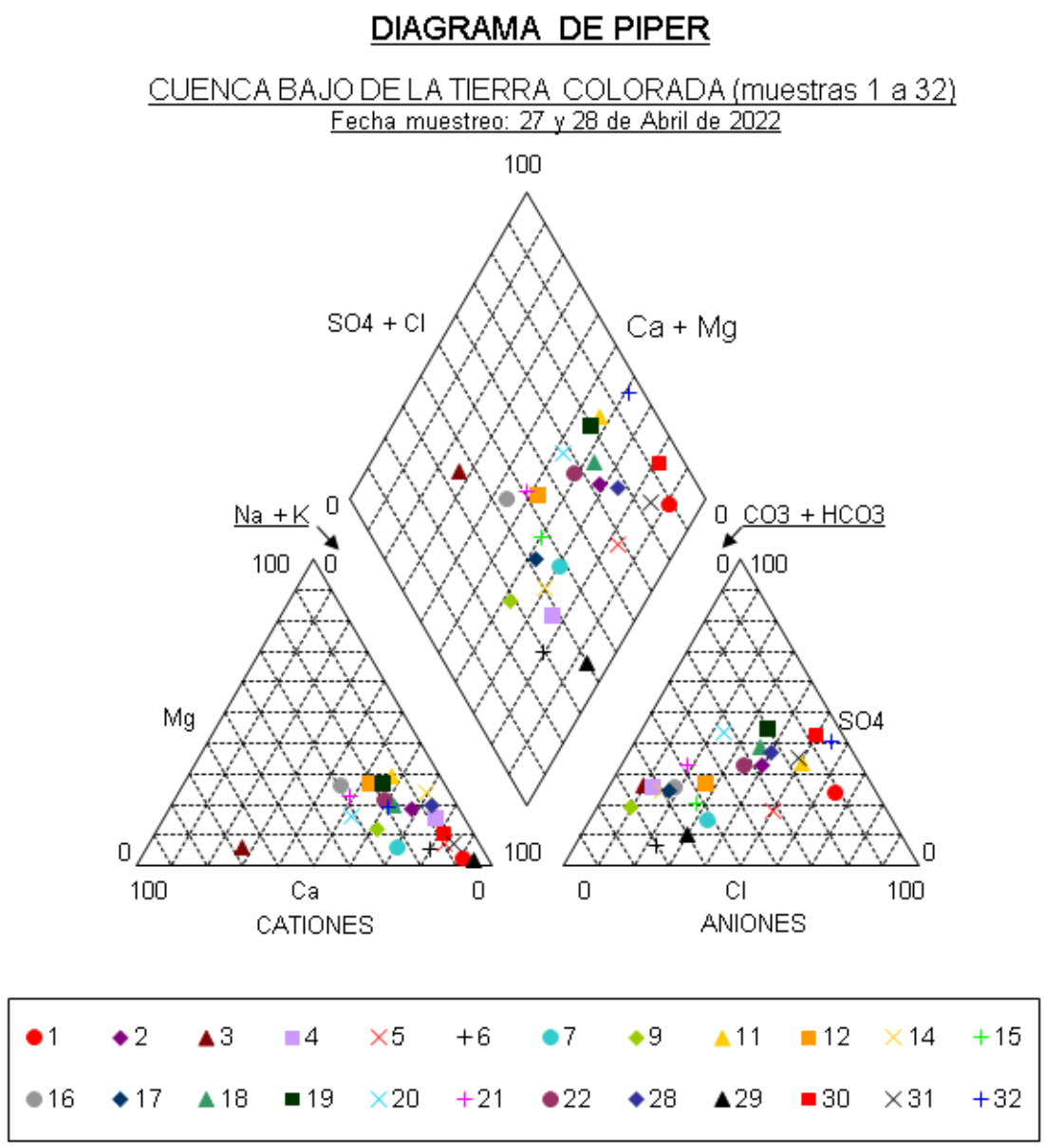


Figura 41. Diagramas de Piper

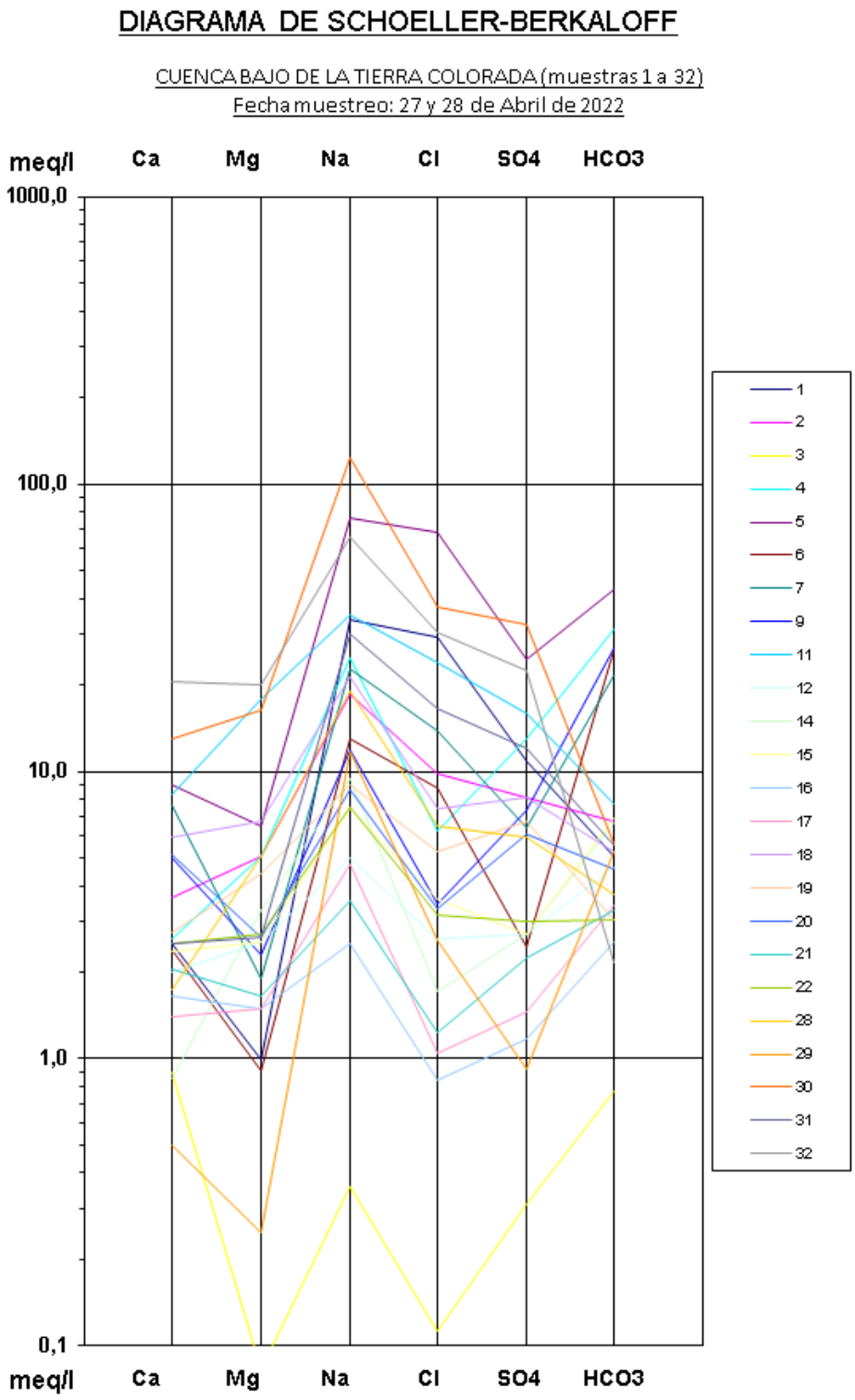


Figura 42. Diagrama de Schoeller - Berkaloff

CLASIFICACION DE LAS AGUAS PARA RIEGO

CUENCA BAJO DE LA TIERRA COLORADA (muestras 1 a 32)
Fecha muestreo: 27 y 28 de Abril de 2022

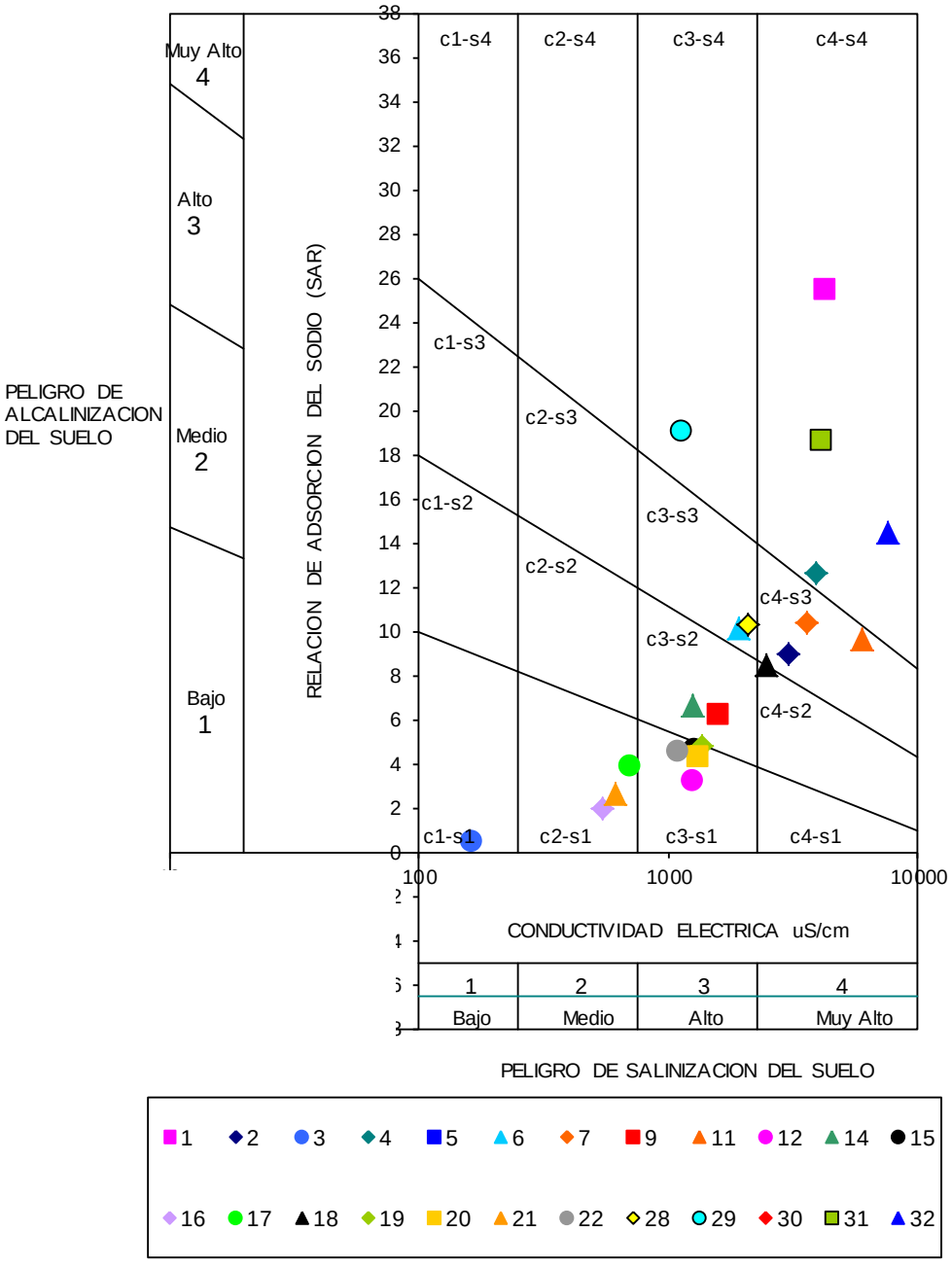


Figura 43. Diagrama de Clasificación de uso

DIAGRAMA DE PIPER

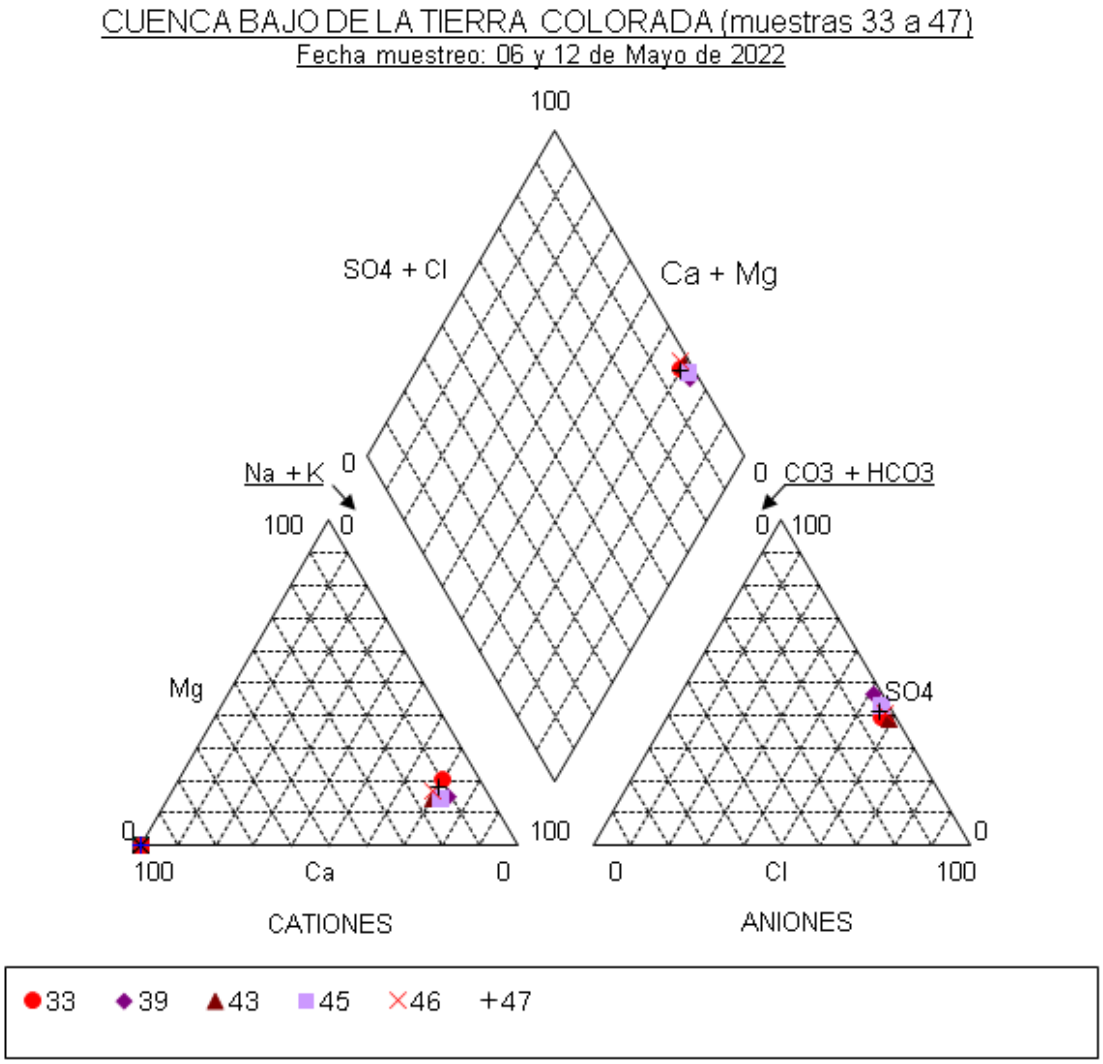


Figura 44. Diagramas de Piper (cont).

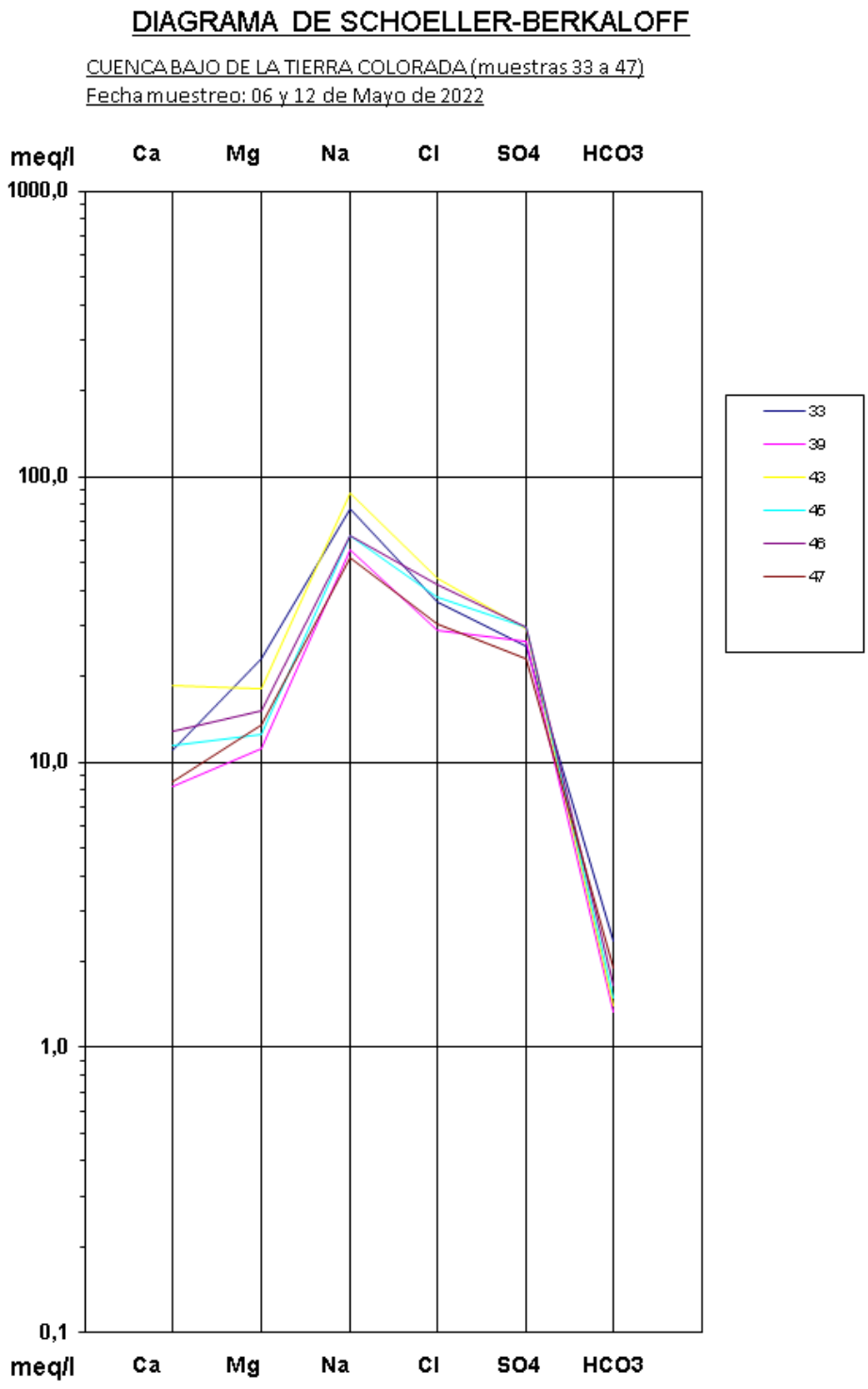


Figura 45. Diagramas Schoeller – Berkaloff (cont).

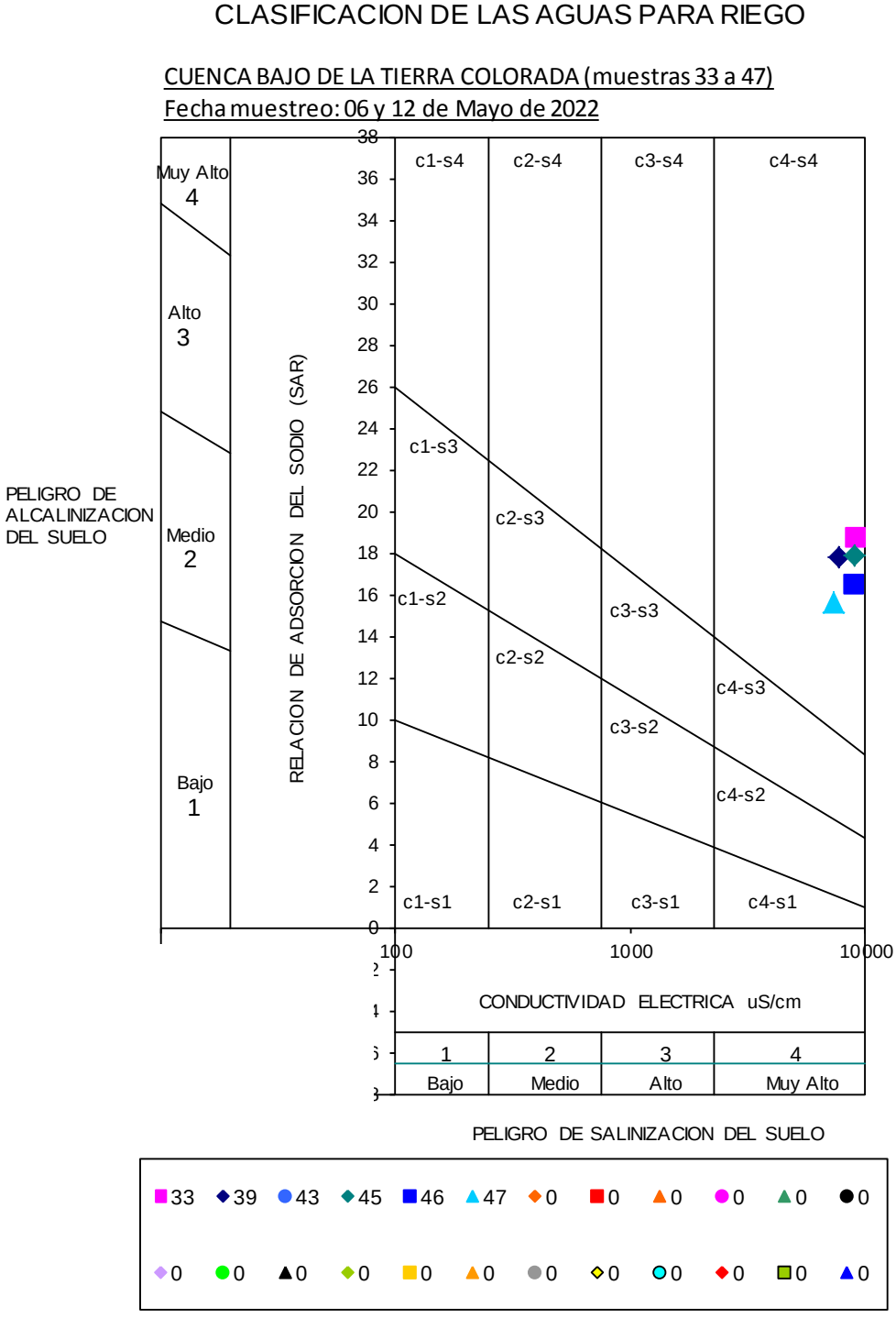
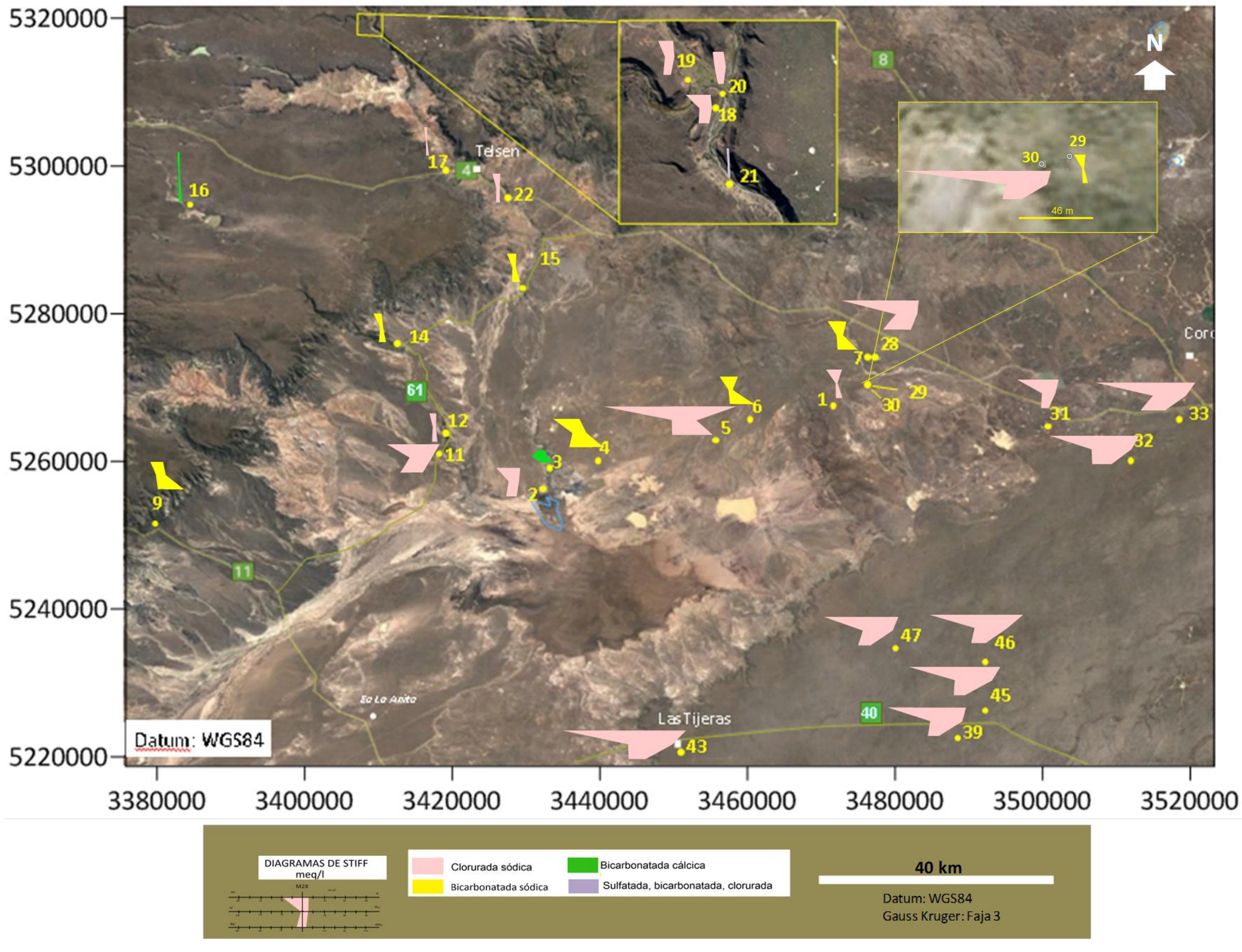


Figura 46. Diagrama de Clasificación de uso (cont).

Figura 47- MAPA DE CARACTERIZACIÓN HIDROQUIMICA (Stiff)



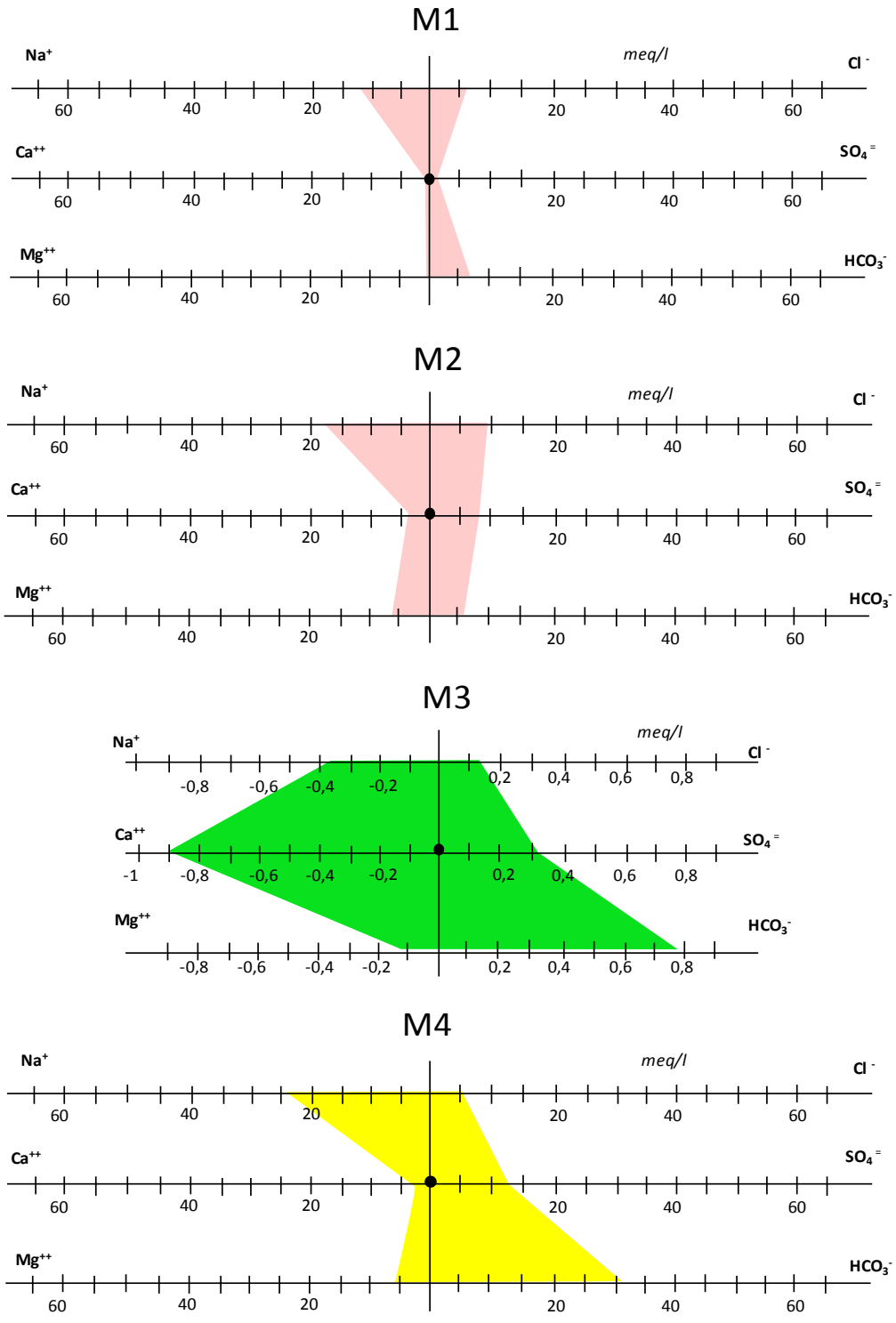


Figura 48. Diagrama Stiff M1, M2, M3 y M4

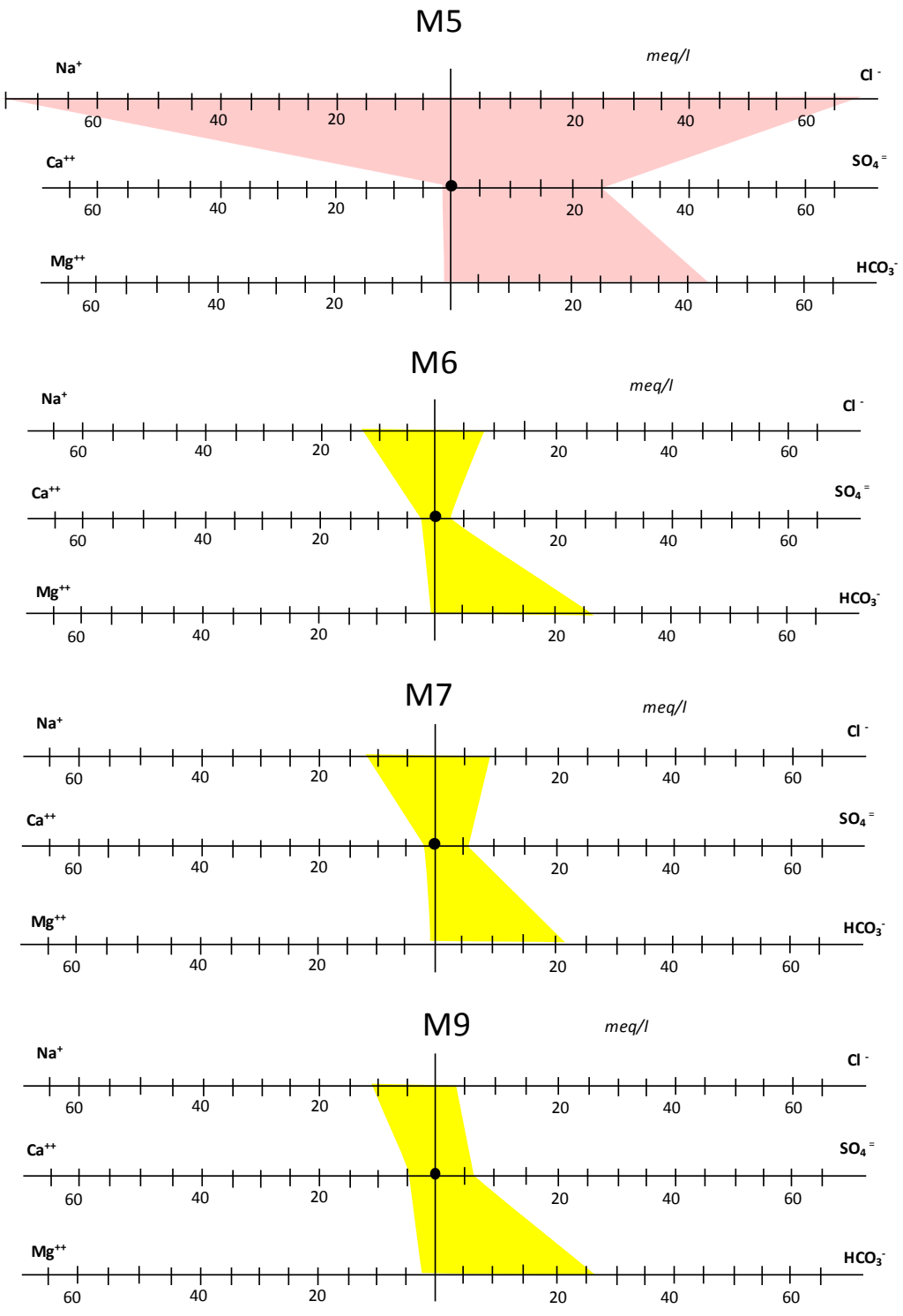


Figura 49. Diagrama Stiff M5, M6, M7 y M9

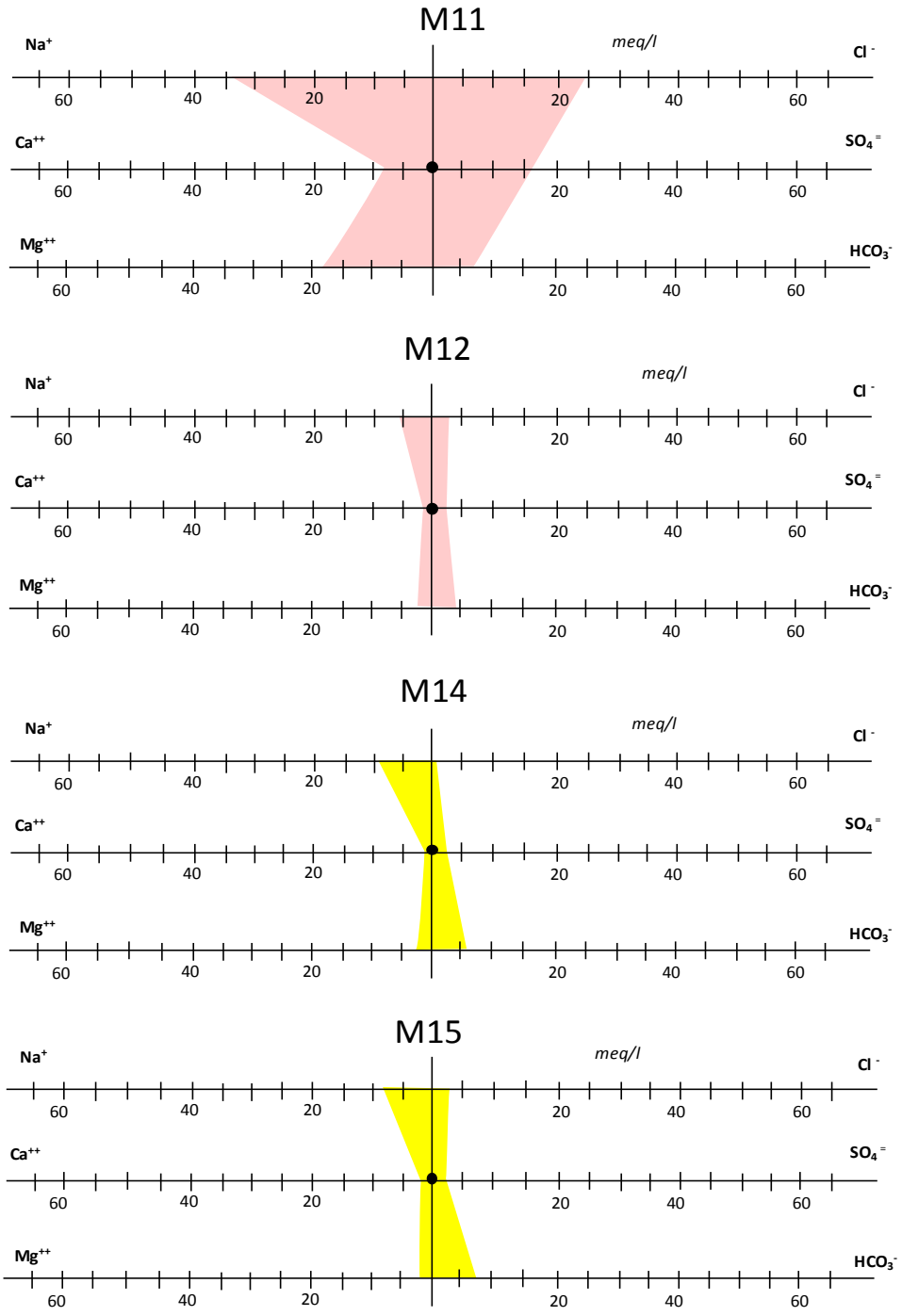


Figura 50. Diagrama Stiff M11, M12, M14 y M15

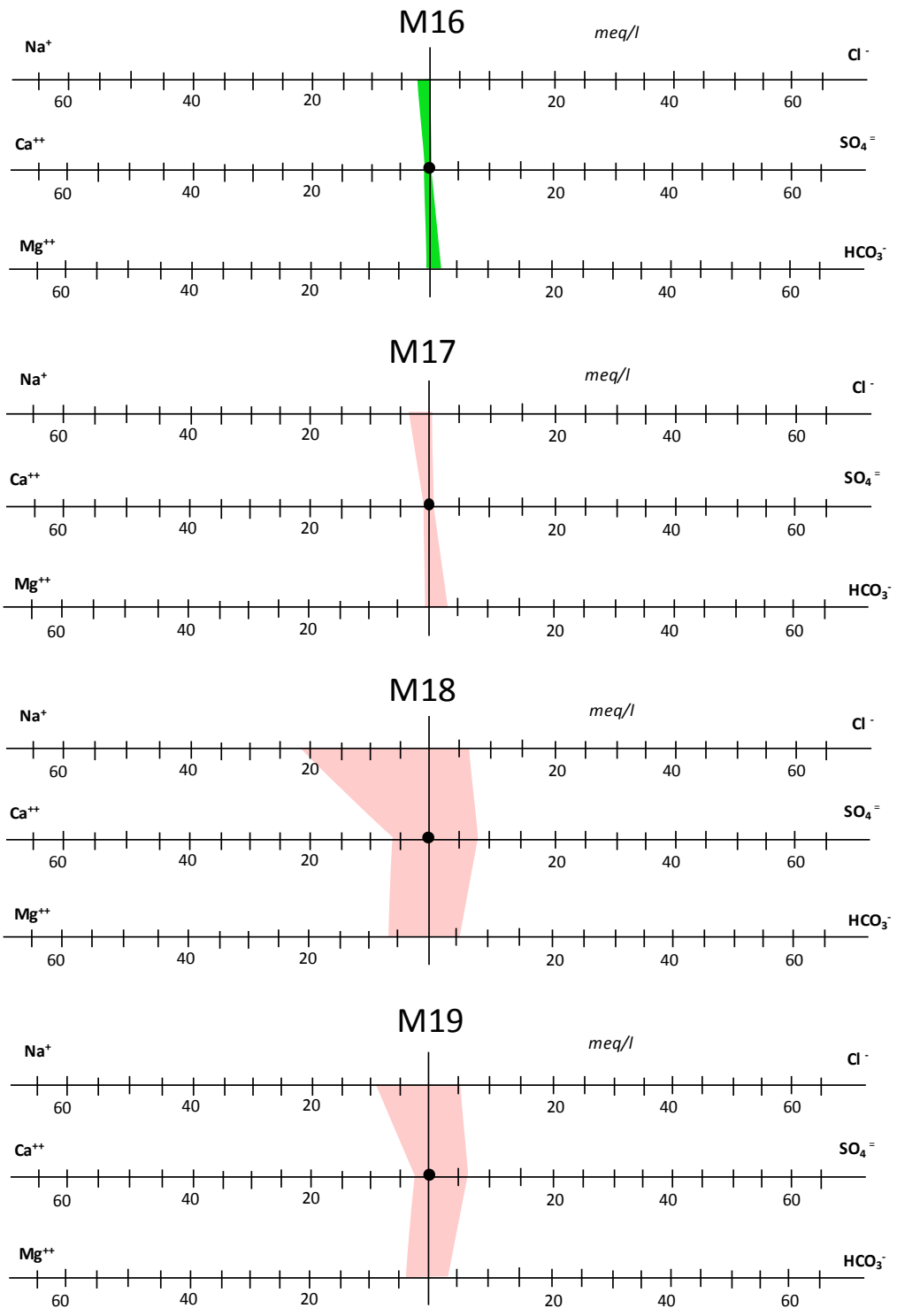


Figura 51. Diagrama Stiff M16 a M19

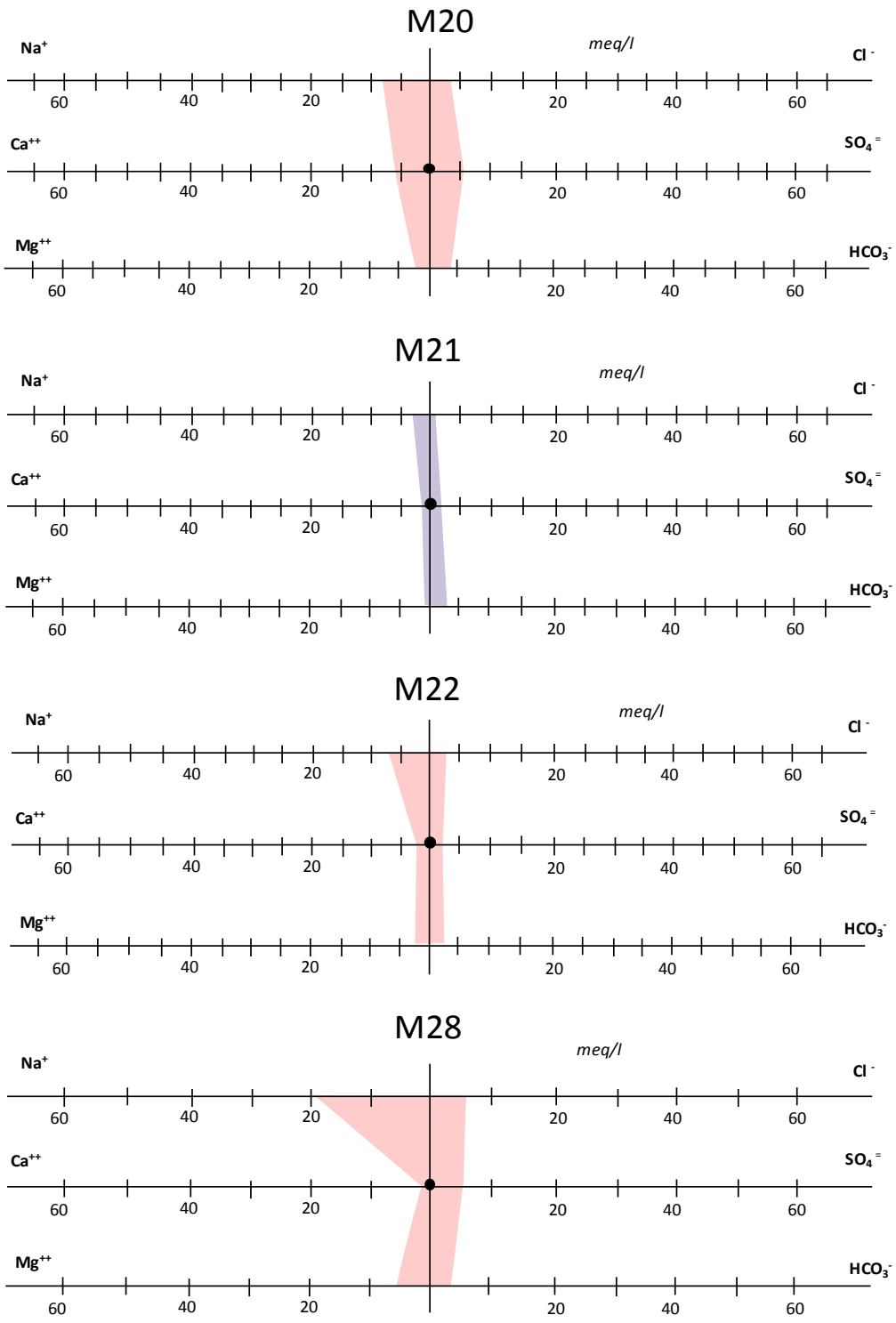


Figura 52. Diagrama Stiff M20, M21, M22 y M28

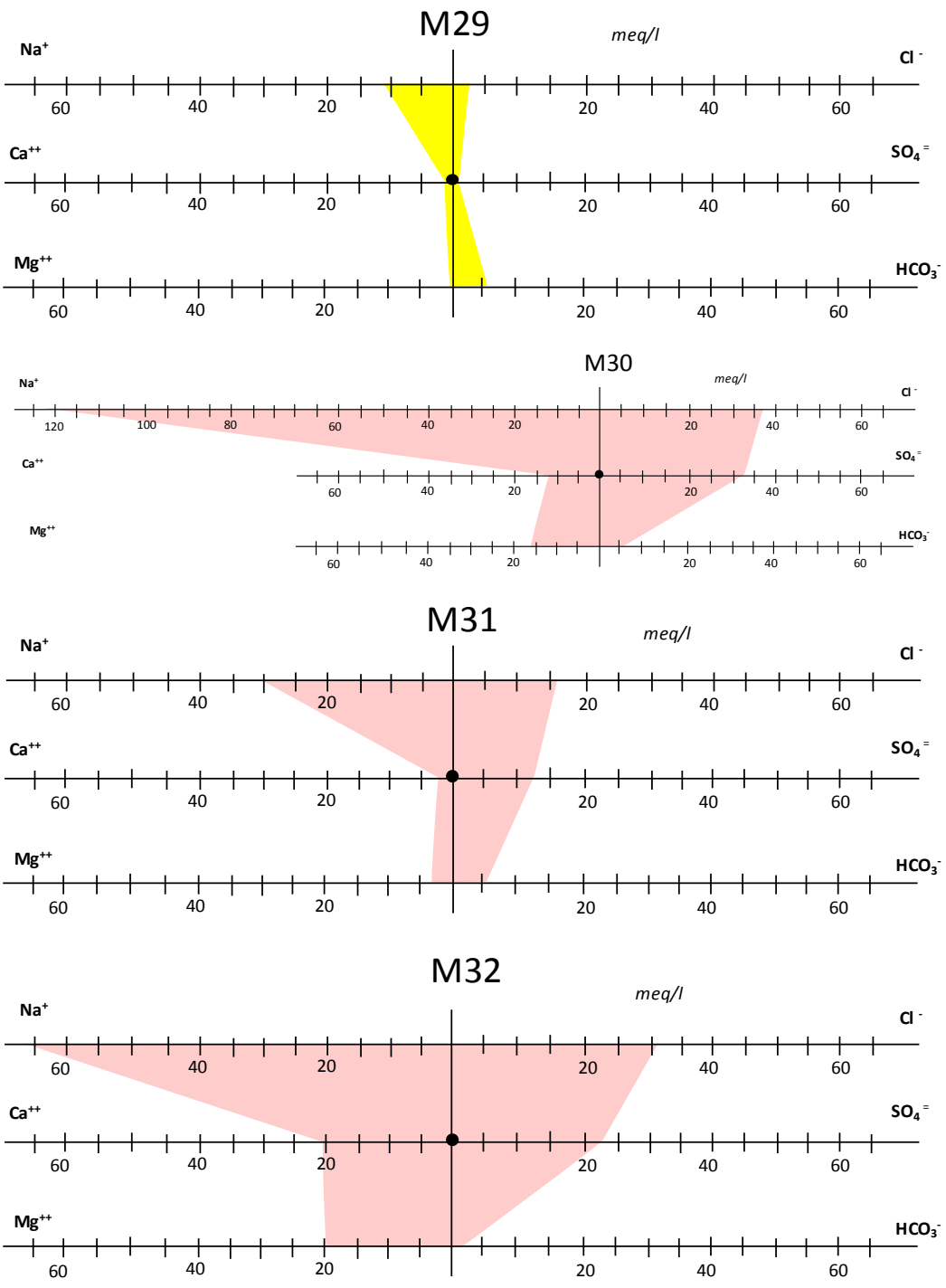


Figura 53. Diagrama Stiff M29 a M32

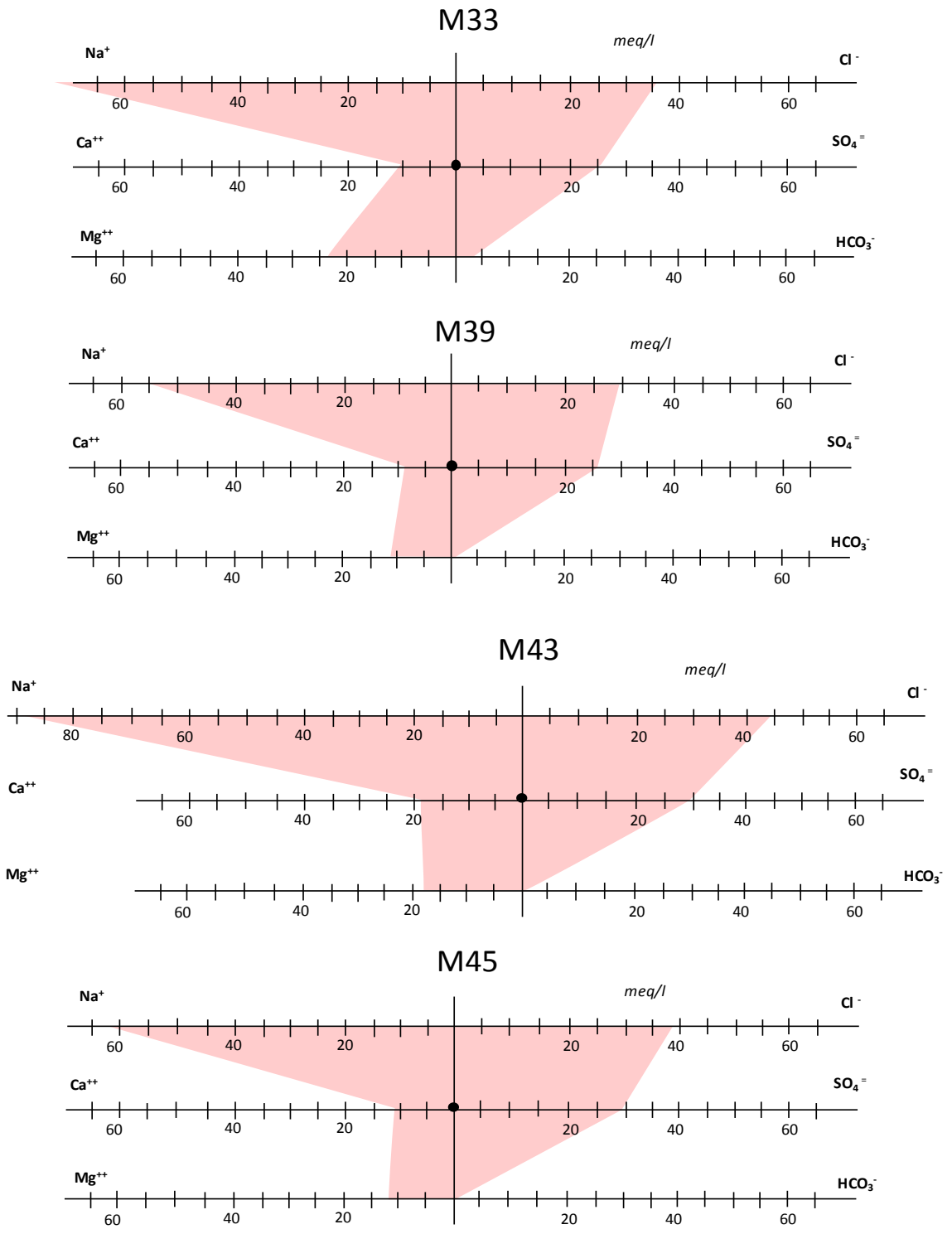


Figura 54. Diagrama Stiff M33, M39, M43 y M45

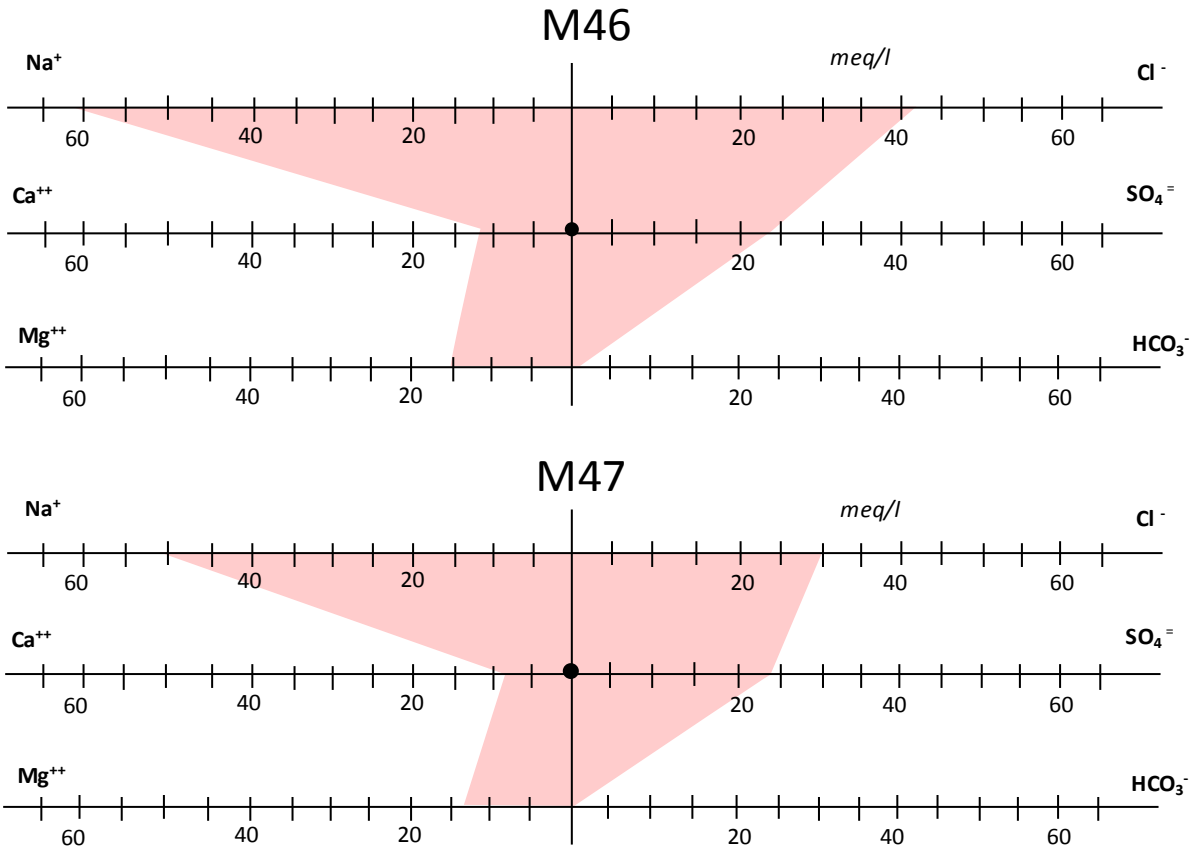


Figura 55. Diagrama Stiff M46 y M47

Figura 56- MAPA DE ISOLINEAS DE pH

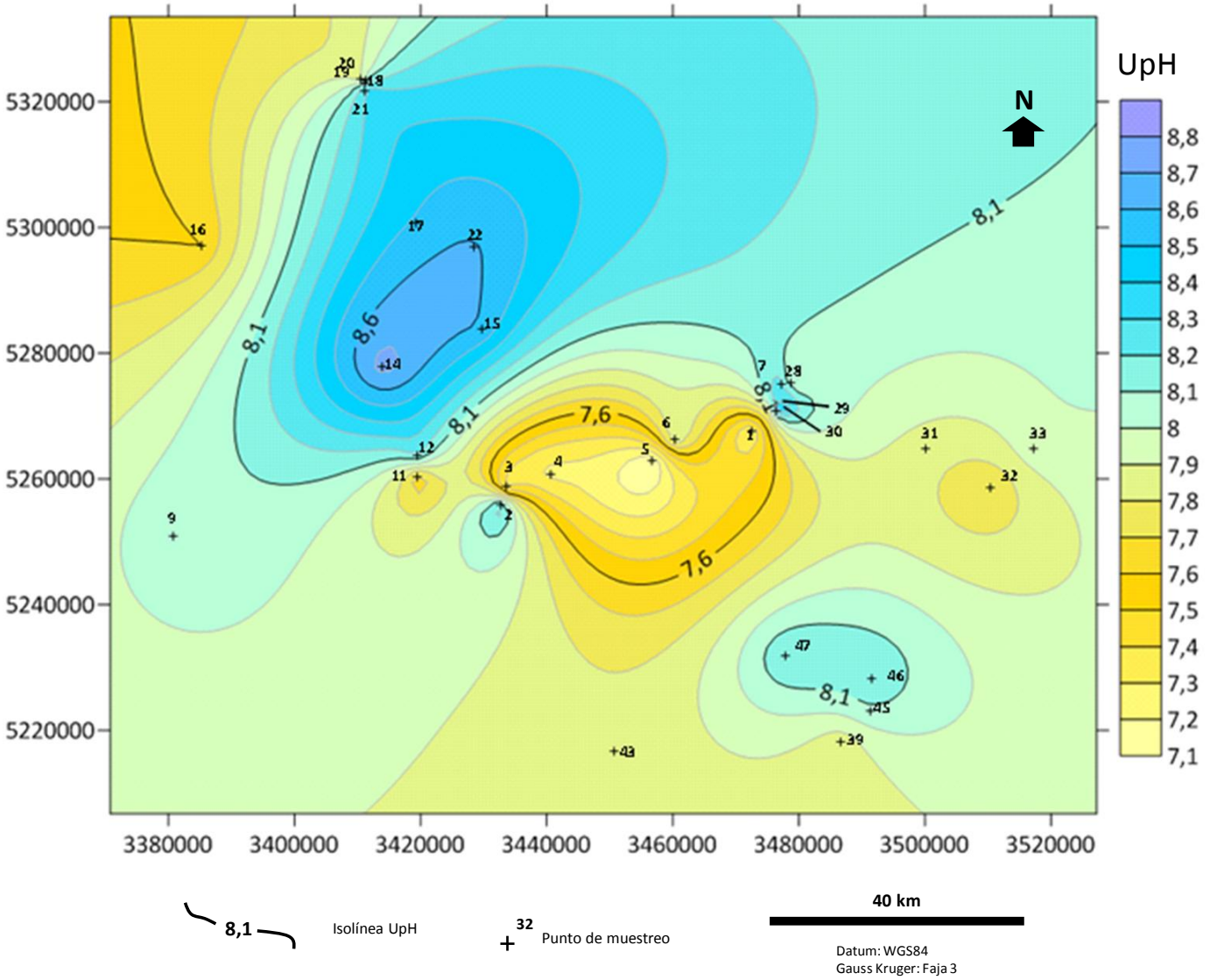


Figura 57– MAPA DE ISOLINEAS DE STD

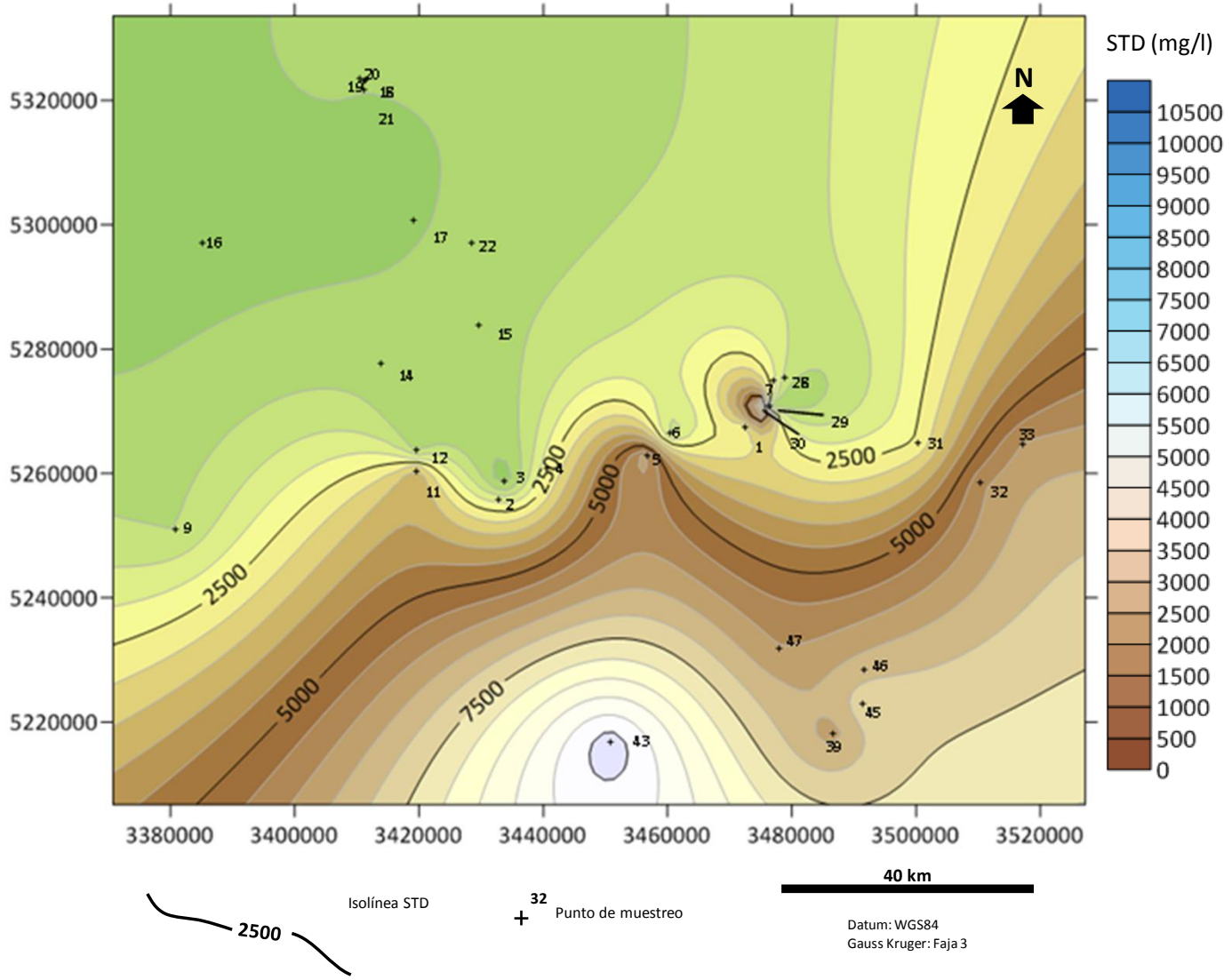


Figura 58- MAPA DE ISOLINEAS DE CLORUROS

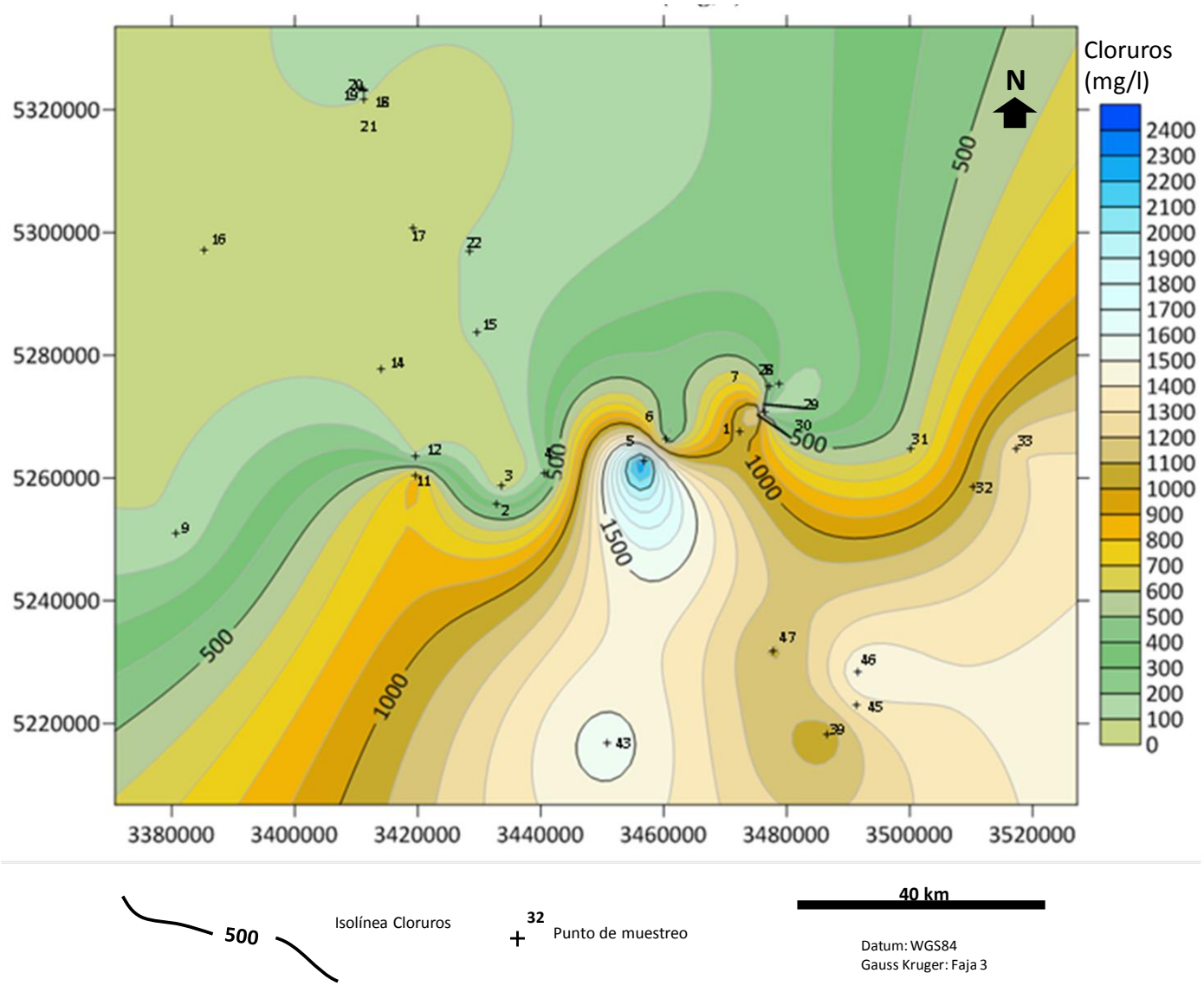
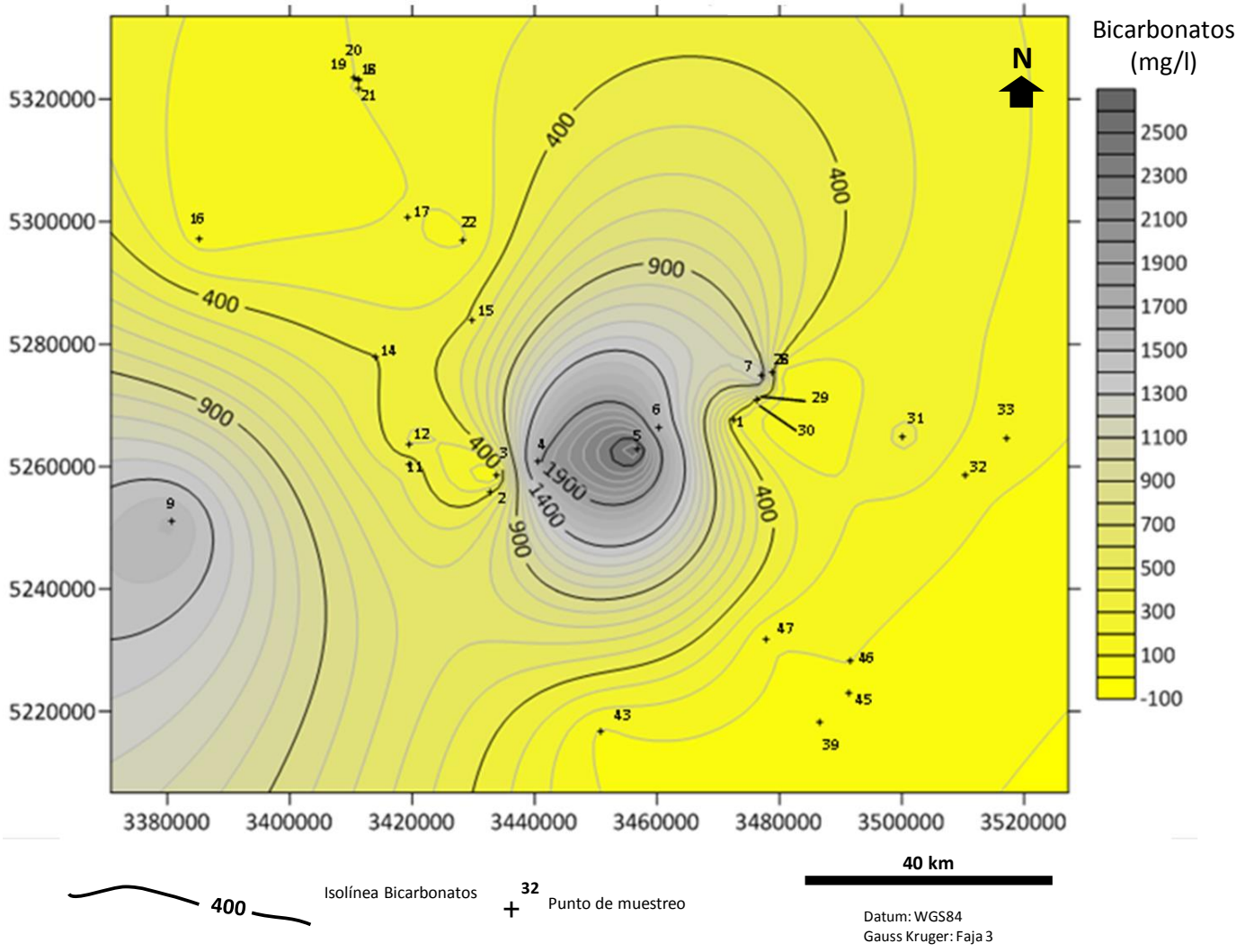


Figura 59– MAPA DE ISOLINEAS DE BICARBONATOS



\

Figura 60 - MAPA DE ISOLINEAS DE DUREZA

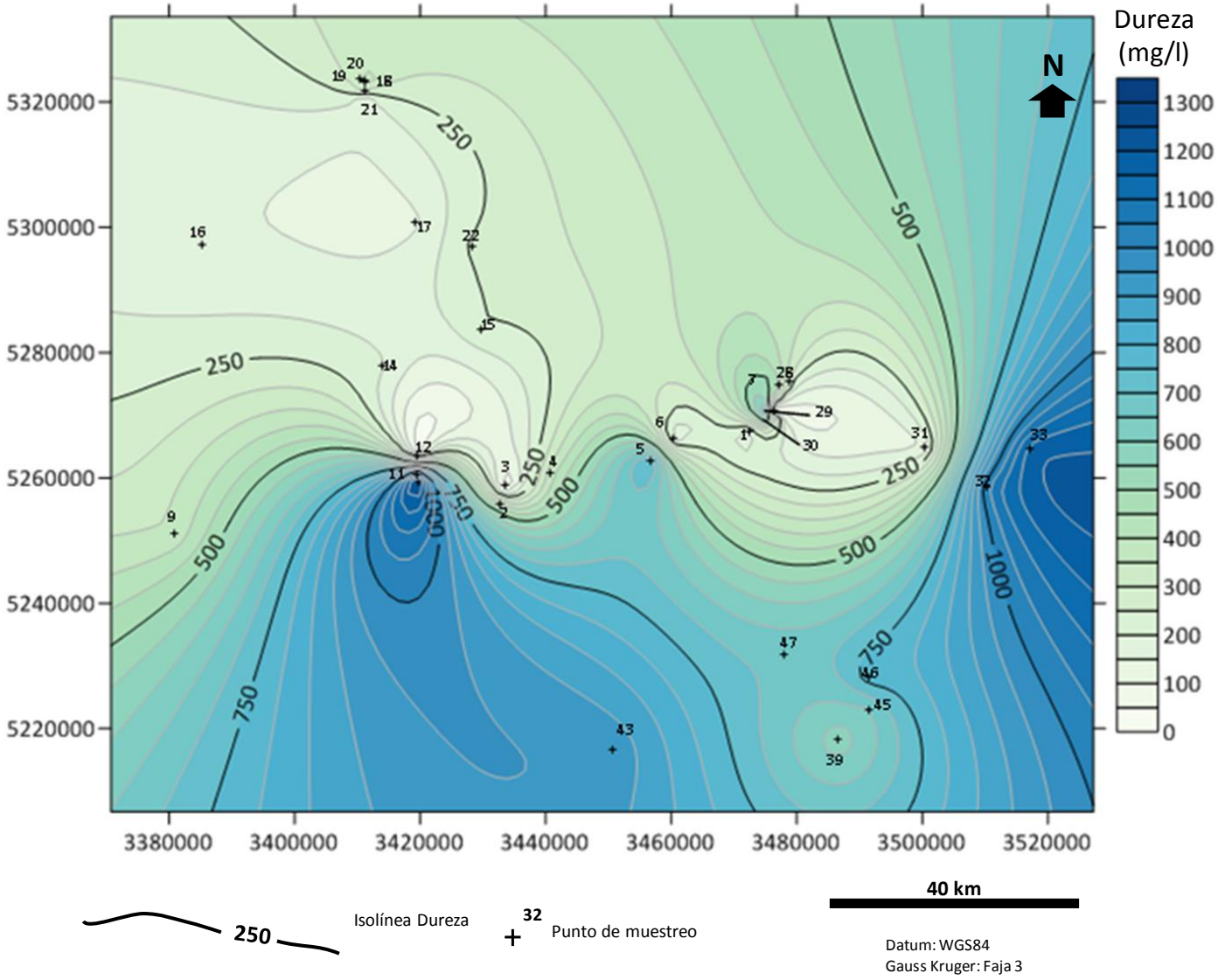


Figura 61 - MAPA DE ISOLINEAS DE FLUOR

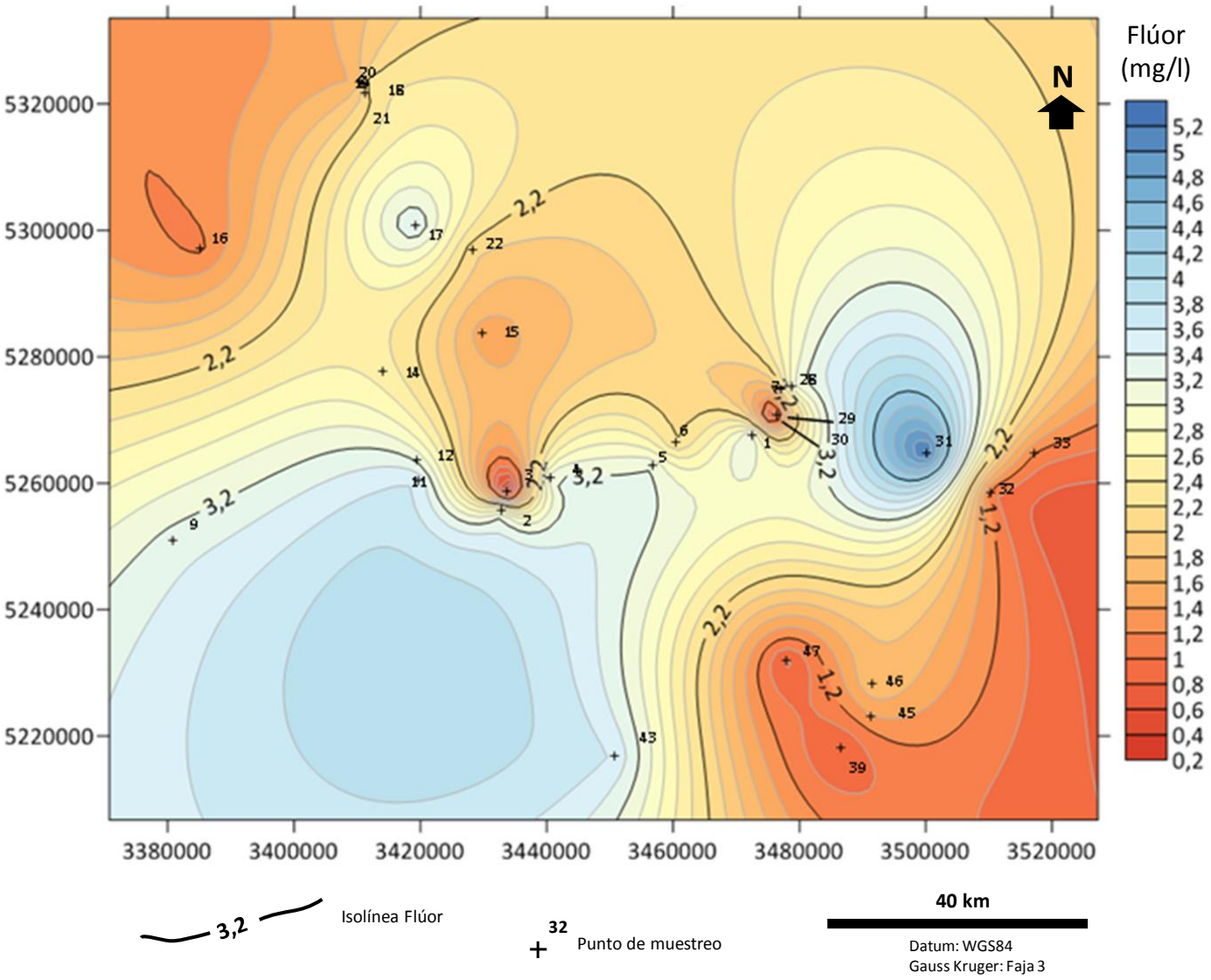


Figura 62- MAPA DE ISOLINEAS DE SULFATOS

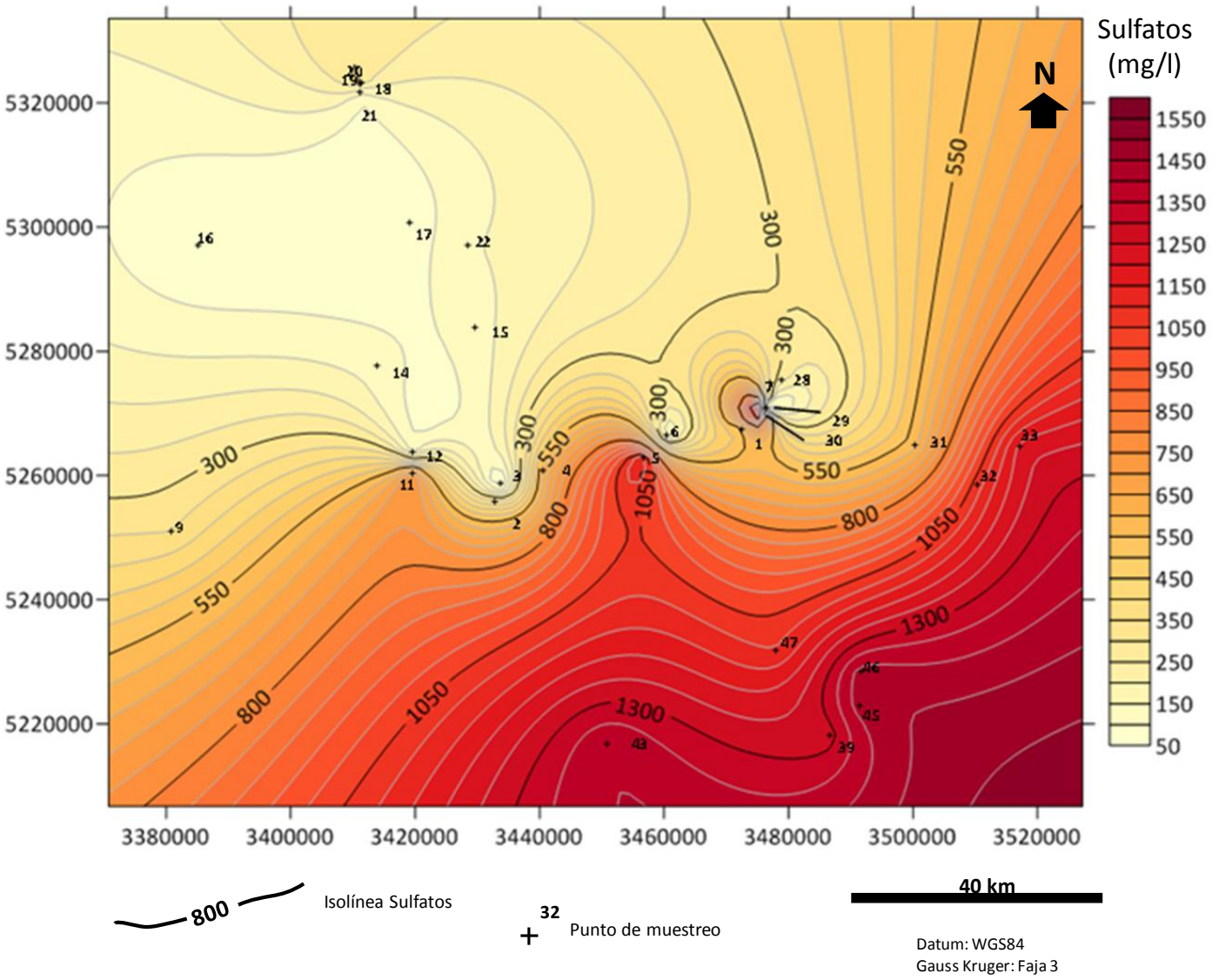


Figura 63 - MAPA DE ISOLINEAS DE NITRATOS

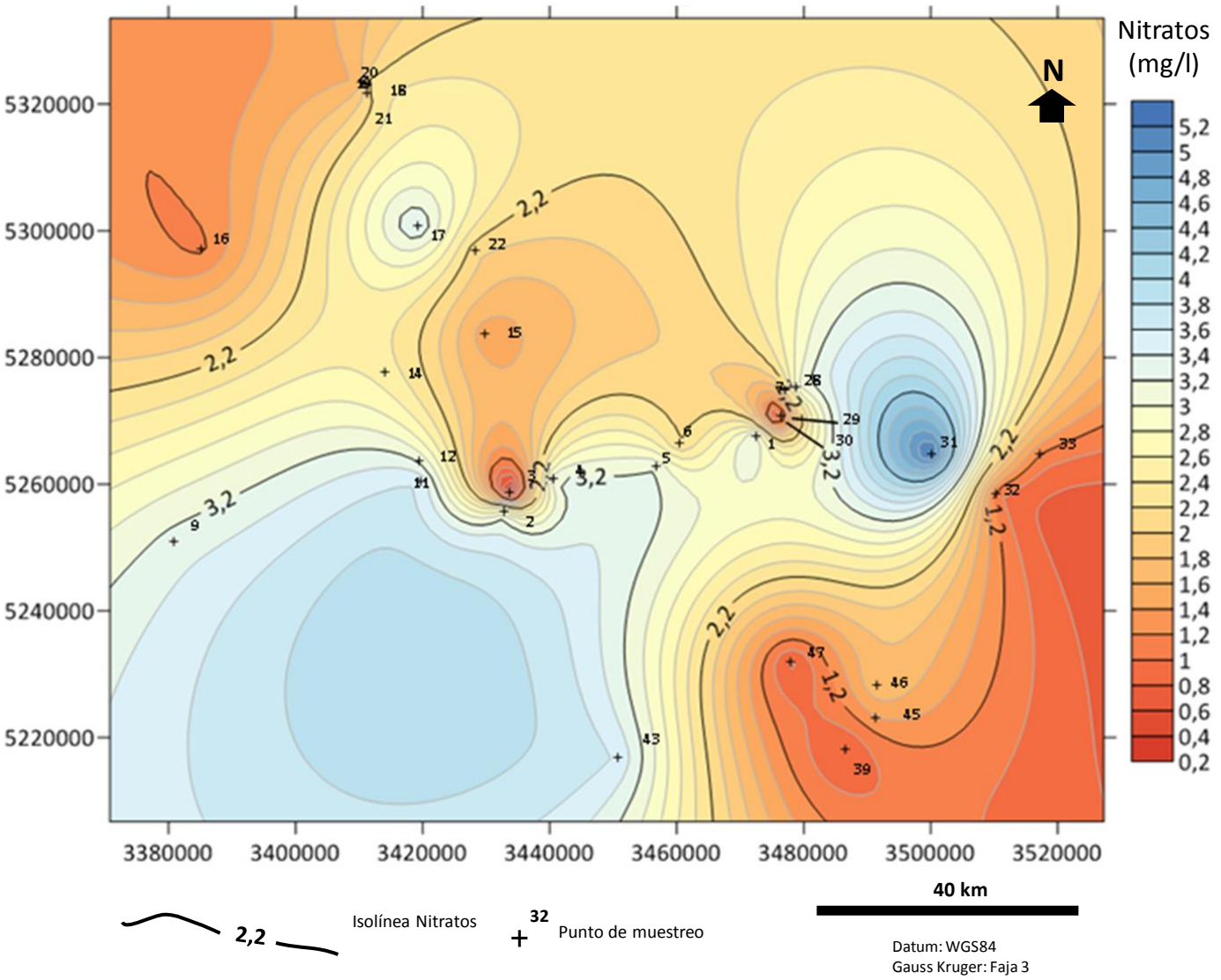


TABLA DE INTERPRETACIÓN (EASY QUIM 4.0)

	Fecha	27-abr-22	27-abr-22	27-abr-22	27-abr-22	27-abr-22	27-abr-22	27-abr-22	28-abr-22	28-abr-22	28-abr-22	28-abr-22	28-abr-22	28-abr-22	29-abr-22	29-abr-22	29-abr-22	29-abr-22	29-abr-22	29-abr-22	06-may-22	06-may-22	06-may-22	06-may-22	06-may-22
	Pozo	1	2	3	4	5	6	7	9	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22	28	29	30	31	32
Coord	x	5274960,76	5255742,32	5258701,15	5260814,03	5262822,38	5266459,49	5274960,76	5250969,6	5260350,49	5263649,25	5277760,93	5283785,77	5297150,27	5300744,67	5323017,67	5323551,72	5323324,5	5321706,7	5296971,15	5275277,73	5270780,07	5270773,83	5264809,23	5258518,77
Coord	y	3477161,24	3432797,37	3433672,67	3440665,11	3456772,54	3477189,29	3477161,24	3380773,08	3419586,09	3419547,63	3413969,95	3429706,19	3385194,72	3419217,27	3411184,36	3410466,71	3411288,28	3411230,73	3428382,76	3478831,5	3476403,65	3476383,2	3500229,58	3510346,15
	CE uS/cm	4163,00	3016,00	160,00	3880,00	10070,00	1910,00	3580,00	1560,00	5984,00	1240,00	1253,00	1261,00	540,00	691,00	2452,00	1352,00	1301,00	612,00	1074,00	2100,00	1110,00	10800,00	4020,00	7640,00
	pH	7,28	8,27	7,34	7,27	7,08	7,90	8,32	8,07	7,62	8,22	8,74	8,58	7,60	8,51	8,26	7,88	8,11	8,32	8,61	7,97	8,45	791,00	7,85	7,70
	TAC																								
	DUR	175,00	433,00	50,00	376,00	770,00	162,00	476,00	364,00	1306,00	28,00	207,00	245,00	156,00	141,00	628,00	356,00	389,00	184,00	260,00	268,00	25,00	840,00	146,00	1048,00
	TSD	2664,00	1942,00	102,00	2406,00	6344,00	1192,00	2067,00	998,00	3902,00	794,00	802,00	807,00	346,00	442,00	1318,00	865,00	832,00	392,00	687,00	1344,00	710,00	8912,00	2573,00	5864,00
aniones		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
	HCO3-	309,00	410,00	47,00	1915,00	2625,00	1625,00	1320,00	1630,00	470,00	282,00	405,00	420,00	156,00	209,00	320,00	185,00	279,00	201,00	185,00	227,00	321,00	340,50	337,00	131,00
	SO4=	520,00	390,00	15,00	620,00	1175,00	117,00	305,00	350,00	760,00	130,00	130,00	130,00	56,00	70,00	390,00	320,00	290,00	107,00	145,00	285,00	44,00	1560,00	580,00	1080,00
	Cl-	1039,00	348,00	4,00	221,00	2426,00	311,00	490,00	123,00	853,00	93,00	61,00	127,00	30,00	37,00	265,00	186,00	118,00	44,00	113,00	230,00	92,00	1320,00	588,00	1078,00
	NO3-	1,40	3,20	1,70	1,00	1,00	2,10	178,50	1,20	1,10	0,20	0,20	0,20	1,10	1,70	1,80	2,20	0,20	2,20	1,70	6,50	1,60	3,90	1,90	0,90
	sum aniones	1869,4	1151,2	67,7	2757	6227	2055,1	2293,5	2104,2	2084,1	505,2	596,2	677,2	243,1	317,7	976,8	693,2	687,2	354,2	444,7	748,5	458,6	3224,4	1506,9	2289,9
cationes		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
	Na+	776,00	429,30	8,23	569,00	1755,00	299,00	520,70	275,00	801,50	115,70	218,50	170,50	57,52	109,25	488,10	207,15	199,80	81,25	172,30	437,00	269,30	2845,00	690,00	1500,00
	K+	9,40	8,20	0,09	4,70	23,50	5,85	8,20	23,00	5,20	3,00	4,10	3,00	3,00	2,30	11,70	4,55	4,70	4,10	5,85	1,60	0,30	5,10	1,00	7,40
	Ca++	50,00	73,00	18,00	52,00	179,00	48,00	153,00	100,00	167,00	40,00	17,00	47,00	33,00	28,00	118,00	55,00	103,00	41,00	50,00	35,00	10,00	260,00	50,00	413,00
	Mg++	12,00	61,00	1,00	61,00	78,00	11,00	23,00	28,00	216,00	31,00	40,00	31,00	18,00	18,00	81,00	53,00	32,00	20,00	33,00	61,00	3,00	197,00	32,00	242,00
	sum cationes	847,4	571,5	27,32	686,7	2035,5	363,85	704,9	426	1189,7	189,7	279,6	251,5	111,52	157,55	698,8	319,7	339,5	146,35	261,15	534,6	282,6	3307,1	773	2162,4
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
	NH4+	0,68	5	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	Cl-+NO3-	1040,4	351,2	5,7	222	2427	313,1	668,5	124,2	854,1	93,2	61,2	127,2	31,1	38,7	266,8	188,2	118,2	46,2	114,7	236,5	93,6	1323,9	589,9	1078,9
	Na+ + K+	785,4	437,5	8,32	573,7	1778,5	304,85	528,9	298	806,7	118,7	222,6	173,5	60,52	111,55	499,8	211,7	204,5	85,35	178,15	438,6	269,6	2850,1	691	1507,4
aniones (meq/l)		meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l
	HCO3-	5,07	6,72	0,77	31,39	43,03	26,64	21,64	26,72	7,70	4,62	6,64	6,89	2,56	3,43	5,25	3,03	4,57	3,30	3,03	3,72	5,26	5,58	5,52	2,15
	SO4=	10,83	8,13	0,31	12,92	24,48	2,44	6,35	7,29	15,83	2,71	2,71	2,71	1,17	1,46	8,13	6,67	6,04	2,23	3,02	5,94	0,92	32,50	12,08	22,50
	Cl-	29,27	9,80	0,11	6,23	68,34	8,76	13,80	3,46	24,03	2,62	1,72	3,58	0,85	1,04	7,46	5,24	3,32	1,24	3,18	6,48	2,59	37,18	16,56	30,37
	NO3-	0,02	0,05	0,03	0,02	0,02	0,03	2,88	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,04	0,00	0,04	0,03	0,10	0,03	0,06	0,03	0,01
	Cl-+NO3-	29,29	9,85	0,14	6,24	68,35	8,79	16,68	3,48	24,05	2,62	1,72	3,58	0,86	1,07	7,49	5,27	3,33	1,27	3,21	6,58	2,62	37,25	16,59	30,38
	sum aniones	45,19	24,70	1,22	50,55	135,87	37,87	44,68	37,50	47,58	9,95	11,07	13,17	4,59	5,95	20,86	14,97	13,94	6,80	9,26	16,24	8,80	75,33	34,20	55,03
cationes(meq/l)		meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l
	Na+ + K+	33,98	18,87	0,36	24,86	76,91	13,15	22,85	12,54	34,98	5,11	9,60	7,49	2,58	4,81	21,52	9,12	8,81	3,64	7,64	19,04	11,72	123,83	30,03	65,41
	Na+	33,74	18,67	0,36	24,74	76,30	13,00	22,64	11,96	34,85	5,03	9,50	7,41	2,50	4,75	21,22	9,01	8,69	3,53	7,49	19,00	11,71	123,70	30,00	65,22
	K+	0,24	0,21	0,00	0,12	0,60	0,15	0,21	0,59	0,13	0,08	0,10	0,08	0,08	0,06	0,30	0,12	0,12	0,10	0,15	0,04	0,01	0,13	0,03	0,19
	Ca++	2,50	3,65	0,90	2,60	8,95	2,40	7,65	5,00	8,35	2,00	0,85	2,35	1,65	1,40	5,90	2,75	5,15	2,05	2,50	1,75	0,50	13,00	2,50	20,65
	Mg++	0,99	5,04	0,08	5,04	6,45	0,91	1,90	2,31	17,85	2,56	3,31	2,56	1,49	1,49	6,69	4,38	2,64	1,65	2,73	5,04	0,25	16,28	2,64	20,00
	sum cationes	37,47	27,57	1,34	32,50	92,30	16,46	32,40	19,86	61,18	9,67	13,76	12,40	5,72	7,70	34,12	16,25	16,60	7,34	12,87	25,83	12,46	153,11	35,17	106,06
aniones(%)		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	HCO3-	11,21	27,21	63,00	62,10	31,67	70,34	48,44	71,26	16,19	46,44	59,98	52,26	55,75	57,54	25,14	20,25	32,80	48,46	32,74	22,91	59,82	7,41	16,15	3,90
	SO4=	23,97	32,89	25,55	25,55	18,02	6,44	14,22	19,45	33,27	27,21	24,47	20,56	25,43	24,49	38,94	44,52	43,33	32,79	32,61	36,56	10,42	43,14	35,33	40,89
	Cl-	64,77	39,69	9,21	12,31	50,30	23,13	30,90	9,24	50,50	26,32	15,52	27,15	18,42	17,50	35,78	34,99	23,84	18,23	34,36	39,89	29,46	49,36	48,43	55,18
	NO3-	0,05	0,21	2,24	0,03	0,01	0,09	6,44	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,39	0,46	0,14	0,24	0,02	0,52	0,30	0,65	0,29	0,08	0,09	0,03
	Cl-+NO3-	64,82	39,90	11,45	12,35	50,31	23,22	37,34	9,29	50,53	26,35	15,55	27,18	18,81	17,96	35,92	35,23	23,86	18,75	34,66	40,53	29,76	49,45	48,52	55,21
	sum aniones	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
cations(%)		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	Na+ + K+	90,68	68,47	26,82	76,49	83,32	79,89	70,52	63,17	57,17	52,82	69,80	60,39	45,10	62,48	63,08	56,13	53,05	49,55	59,38	73,71	94,00	80,88	85,37	61,67
	Na+	90,04	67,71	26,65	76,12	82,67	78,99	69,87	60,21	56,96	52,03	69,04	59,77	43,76	61,72	62,21	55,41	52,33	48,13	58,22	73,55	93,94	80,79	85,30	61,49
	K+	0,64	0,76	0,17	0,37	0,65	0,91	0,65	2,96	0,22	0,79	0,76	0,62	1,34	0,76	0,88	0,72	0,72	1,43	1,16	0,16	0,06	0,09	0,07	0,18
	Ca++	6,67	13,24	67,03	8,00	9,70	14,58	23,61	25,18	13,65	20,68	6,18	18,95	28,87	18,19	17,29	16,92	31,02	27,93	19,43	6,77	4,01	8,49	7,11	19,47
	Mg++	2,65	18,29	6,15	15,51	6,98	5,52	5,87	11,65	29,18	26,50	24,02	20,66	26,03	19,33	19,62	26,95	15,93	22,52	21,19	19,52	1,99	10,63	7,52	18,86
	sum cationes	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Relaciones iónicas																									
	rNa/rK	140,34	89,00	155,46	205,81	126,96	86,89	107,95	20,33	262,03	65,56	90,60	96,62	32,59	80,75	70,92	77,40	72,27	33,69	50,07	464,31	1526,03	948,33	1173,00	344,59
	rMg/rCa	0,40	1,38	0,09	1,94	0,72	0,38	0,25	0,46	2,14	1,28	3,89	1,09	0,90	1,06	1,13	1,59	0,51	0,81	1,09	2,88	0,50	1,25	1,06	0,97
	rSO4/rCl	0,37	0,83	2,77	2,07	0,36	0,28	0,46	2,10	0,66	1,03	1,58	0,76	1,38	1,40	1,09	1,27	1,82	1,80	0,95	0,92	0,35	0,87	0,73	0,74
	rCl/rHCO3	5,78	1,46	0,15	0,20	1,59	0,33	0,64	0,13	3,12	0,57	0,26	0,52	0,33	0,30	1,42	1,73	0,73	0,38	1,05	1,74	0,49	6,66	3,00	14,14
	icb	-0,16	-0,93	-2,20	-2,99	-0,13	-0,50	-0,66	-2,62	-0,46	-0,95	-4,59	-1,09	-2,05	-3,61	-1,88	-0,74	-1,65	-1,93	-1,40	-1,94	-3,52	-2,33	-0,81	-1,15
	Kr	4,00	5,48	0,81	13,68	25,50	11,94	15,30	15,28	7,91	3,50	3,35	4,81	2,21	2,54	5,46	2,94	4,76	2,81	2,84	2,89	2,40	7,40	4,24	4,57
INDICE	SAR	25,5	9,0	0,5	12,7	27,5	10,1	10,4	6,3	9,6	3,3	6,6	4,7	2,0	4,0	8,5	4,8	4,4	2,6	4,6	10,3	19,1	32,3	18,7	14,5
	Error (%)	-18,57	10,96	9,33	-43,47	-38,19	-78,82	-31,85	-61,50	25,00	-2,91	21,68	-6,04	21,91	25,53	48,20	8,19	17,41	7,66	32,57	45,58	34,50	68,10	2,79	63,36
	Laboratorio	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament

TABLA DE ANALISIS QUIMICOS Y RELACIONES IONICAS (IONES MAYORITARIOS)

	ACCION	si	si	si	si	si	si
	Fecha	06-may-22	12-may-22	12-may-22	12-may-22	12-may-22	12-may-22
	Pozo	**33**	**39**	**43**	**45**	**46**	**47**
Coord	x	5264701,32	5218152,62	5216737,55	5223005,43	5228307,43	5231874,99
Coord	y	3517237,13	3486571,37	3450722,61	3491370,35	3491598,83	3477869,46
	CE uS/cm	8970,00	7650,00	13900,00	9000,00	8800,00	7350,00
	pH	7,97	7,83	7,82	8,08	8,18	8,20
	TAC						
	DUR	1173,00	572,00	936,00	645,00	780,00	686,00
	TSD	6050,00	6273,00	10320,00	7380,00	6789,00	6027,00
aniones		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
	HCO3-	144,00	81,00	85,00	91,00	101,00	116,00
	SO4=	1220,00	1275,00	1400,00	1425,00	1425,00	1100,00
	Cl-	1291,00	1029,00	1568,00	1348,00	1495,00	1078,00
	NO3-	1,90	1,50	3,70	1,50	1,40	1,10
	sum aniones	2656,9	2386,5	3056,7	2865,5	3022,4	2295,1
cationes		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
	Na+	1785,00	1275,00	2007,00	1425,00	1425,00	1192,00
	K+	8,90	1,00	3,00	0,09	1,00	1,00
	Ca++	220,00	165,00	371,00	229,00	258,00	171,00
	Mg++	278,00	135,00	218,00	151,00	183,00	163,00
	sum cationes	2291,9	1576	2599	1805,09	1867	1527
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
	NH4+	0,68	5	0,35	0,35	0,35	0,35
	Cl-+NO3-	1292,9	1030,5	1571,7	1349,5	1496,4	1079,1
	Na+ + K+	1793,9	1276	2010	1425,09	1426	1193

aniones (meq/l)		meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l
	HCO3-	2,36	1,33	1,39	1,49	1,66	1,90
	SO4=	25,42	26,56	29,17	29,69	29,69	22,92
	Cl-	36,37	28,99	44,17	37,97	42,11	30,37
	NO3-	0,03	0,02	0,06	0,02	0,02	0,02
	Cl-+NO3-	36,40	29,01	44,23	38,00	42,14	30,38
	sum aniones	64,17	56,90	74,79	69,18	73,48	55,20
cationes(meq/l)		meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l
	Na+ + K+	77,84	55,46	87,34	61,96	61,98	51,85
	Na+	77,61	55,43	87,26	61,96	61,96	51,83
	K+	0,23	0,03	0,08	0,00	0,03	0,03
	Ca++	11,00	8,25	18,55	11,45	12,90	8,55
	Mg++	22,98	11,16	18,02	12,48	15,12	13,47
	sum cationes	111,81	74,87	123,90	85,89	90,01	73,87

aniones(%)		%	%	%	%	%	%
	HCO3-	3,68	2,33	1,86	2,16	2,25	3,44
	SO4=	39,61	46,68	39,00	42,92	40,40	41,51
	Cl-	56,67	50,94	59,06	54,89	57,31	55,01
	NO3-	0,05	0,04	0,08	0,03	0,03	0,03
	Cl-+NO3-	56,72	50,98	59,14	54,93	57,34	55,04
	sum aniones	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
cations(%)		%	%	%	%	%	%
	Na+ + K+	69,61	74,08	70,49	72,14	68,86	70,19
	Na+	69,41	74,04	70,43	72,14	68,84	70,16
	K+	0,20	0,03	0,06	0,00	0,03	0,03
	Ca++	9,84	11,02	14,97	13,33	14,33	11,57
	Mg++	20,55	14,90	14,54	14,53	16,80	18,24
	sum cationes	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Relaciones iónicas							
	rNa/rK	340,96	2167,50	1137,30	26916,67	2422,50	2026,40
	rMg/rCa	2,09	1,35	0,97	1,09	1,17	1,58
	rSO4/rCl	0,70	0,92	0,66	0,78	0,70	0,75
	rCl/rHCO3	15,41	21,83	31,70	25,45	25,43	15,97
	icb	-1,14	-0,91	-0,98	-0,63	-0,47	-0,71
	Kr	3,94	2,44	3,30	2,94	3,28	3,14
INDICE	SAR	18,8	17,8	20,4	17,9	16,6	15,6

	Error (%)	54,17	27,27	49,44	21,56	20,22	28,93
	Laboratorio	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament	Ajuntament

LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES

pH

	Pto de Muestreo	pH	LIMITE POTABILIDAD (CAA)	
1	Molino Chiricura	7,28	Aceptable	6,5 a 8,5
2	A° Telsen (parte final) Estab. San Manuel	8,27	Aceptable	
3	Aljibe Estab. San Manuel (agua de consumo)	7,34	Aceptable	
4	Entrada Tanque Australiano Estab. San Manuel (7 km desde el molino)	7,27	Aceptable	
5	Molino Aguada del Buey	7,08	Aceptable	
6	Molino La Tradición	7,9	Aceptable	
7	Jaguel El Disco	8,32	Aceptable	
9	Manguera Bajada el Diablo	8,07	Aceptable	
11	Molino La Porfiada	7,62	Aceptable	
12	A° Ranquihuao Est. La Rosita	8,22	Aceptable	
14	A° Ranquihuao Est. Los Nogales	8,74	Aceptable	
15	A° Telsen Est. Don Pedro	8,58	Supera	
16	Vertiente Los Saucos	7,6	Aceptable	
17	Muestra Caño Agua Telsen Ruta N°4	8,51	Aceptable	
18	Unificación A° Telsen (Est. La Horqueta y Est. El Nacimiento)	8,26	Aceptable	
19	Vertiente Principal La Horqueta	7,88	Aceptable	
20	Vertiente El Nacimiento	8,11	Aceptable	
21	Aguas abajo unificación A° Telsen	8,32	Aceptable	
22	A° Telsen Pte Ruta N°4	8,61	Supera	
28	Las Margaritas	7,97	Aceptable	
29	Molino 1 (Martensen) La suerte	8,45	Aceptable	
30	Molino 2 (Martensen) La Suerte	7,91	Aceptable	
31	Molino Sierra Chata	7,85	Aceptable	
32	Molino 3 Lomas Cortadas	7,7	Aceptable	
33	Molino 2 Lomas Cortadas	7,97	Aceptable	
39	Molino Ea La Travesia	7,83	Aceptable	
43	Molino la casilla Estab. Las Tijeras	7,82	Supera	
45	Molino El Pito Estab. La Corona	8,08	Aceptable	
46	Molino en la casa Estab. La Corona	8,18	Aceptable	
47	Molino Castilla	8,2	Aceptable	

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS				
	Pto de Muestreo	RESUL. LAB (mg/l)	**LIMITE POTABILIDAD (CAA) (mg/l)**	
1	Molino Chiricura	2664	Supera	1500
2	A° Telsen (parte final) Estab. San Manuel	1942	Supera	
3	Aljibe Estab. San Manuel (agua de consumo)	102	Aceptable	
4	Entrada Tanque Australiano Estab. San Manuel (7 km desde el molino)	2406	Supera	
5	Molino Aguada del Buey	6344	Supera	
6	Molino La Tradición	1192	Supera	
7	Jaguel El Disco	2067	Supera	
9	Manguera Bajada el Diablo	998	Aceptable	
11	Molino La Porfiada	3902	Supera	
12	A° Ranquihuao Est. La Rosita	794	Aceptable	
14	A° Ranquihuao Est. Los Nogales	802	Aceptable	
15	A° Telsen Est. Don Pedro	807	Aceptable	
16	Vertiente Los Saucos	346	Aceptable	
17	Muestra Caño Agua Telsen Ruta N°4	442	Aceptable	
18	Unificación A° Telsen (Est. La Horqueta y Est. El Nacimiento)	1318	Aceptable	
19	Vertiente Principal La Horqueta	865	Aceptable	
20	Vertiente El Nacimiento	832	Aceptable	
21	Aguas abajo unificación A° Telsen	392	Aceptable	
22	A° Telsen Pte Ruta N°4	687	Aceptable	
28	Las Margaritas	1344	Aceptable	
29	Molino 1 (Martensen) La suerte	710	Aceptable	
30	Molino 2 (Martensen) La Suerte	8912	Supera	
31	Molino Sierra Chata	2573	Supera	
32	Molino 3 Lomas Cortadas	5864	Supera	
33	Molino 2 Lomas Cortadas	6050	Supera	
39	Molino Ea La Travesia	6273	Supera	
43	Molino la casilla Estab. Las Tijeras	10320	Supera	
45	Molino El Pito Estab. La Corona	7380	Supera	
46	Molino en la casa Estab. La Corona	6789	Supera	
47	Molino Castilla	6027	Supera	

CLORUROS

	Pto de Muestreo	RESUL. LAB (mg/l)	LIMITE POTABILIDAD (CAA) (mg/l)	
1	Molino Chiricura	1039	Supera	350
2	A° Telsen (parte final) Estab. San Manuel	348	Aceptable	
3	Aljibe Estab. San Manuel (agua de consumo)	4		
4	Entrada Tanque Australiano Estab. San Manuel (7 km desde el molino)	221	Aceptable	
5	Molino Aguada del Buey	2426	Supera	
6	Molino La Tradición	311	Aceptable	
7	Jaguel El Disco	490	Supera	
9	Manguera Bajada el Diablo	123	Aceptable	
11	Molino La Porfiada	853	Supera	
12	A° Ranquihuao Est. La Rosita	93	Aceptable	
14	A° Ranquihuao Est. Los Nogales	61	Aceptable	
15	A° Telsen Est. Don Pedro	127	Aceptable	
16	Vertiente Los Saucos	30	Aceptable	
17	Muestra Caño Agua Telsen Ruta N°4	37	Aceptable	
18	Unificación A° Telsen (Est. La Horqueta y Est. El Nacimiento)	265	Aceptable	
19	Vertiente Principal La Horqueta	186	Aceptable	
20	Vertiente El Nacimiento	118	Aceptable	
21	Aguas abajo unificación A° Telsen	44	Aceptable	
22	A° Telsen Pte Ruta N°4	113	Aceptable	
28	Las Margaritas	230	Aceptable	
29	Molino 1 (Martensen) La suerte	92	Aceptable	
30	Molino 2 (Martensen) La Suerte	1320	Supera	
31	Molino Sierra Chata	588	Supera	
32	Molino 3 Lomas Cortadas	1078	Supera	
33	Molino 2 Lomas Cortadas	1291	Supera	
39	Molino Ea La Travesia	1029	Supera	
43	Molino la casilla Estab. Las Tijeras	1568	Supera	
45	Molino El Pito Estab. La Corona	1348	Supera	
46	Molino en la casa Estab. La Corona	1495	Supera	
47	Molino Castilla	1078	Supera	

DUREZA				
	Pto de Muestreo	RESUL. LAB (mg/l)	**LIMITE POTABILIDAD (CAA) (mg/l)**	
1	Molino Chiricura	175	Aceptable	400
2	A° Telsen (parte final) Estab. San Manuel	433	Supera	
3	Aljibe Estab. San Manuel (agua de consumo)	50	Aceptable	
4	Entrada Tanque Australiano Estab. San Manuel (7 km desde el molino)	376	Aceptable	
5	Molino Aguada del Buey	770	Supera	
6	Molino La Tradición	162	Aceptable	
7	Jaguel El Disco	476	Supera	
9	Manguera Bajada el Diablo	364	Aceptable	
11	Molino La Porfiada	1306	Supera	
12	A° Ranquihuao Est. La Rosita	28	Aceptable	
14	A° Ranquihuao Est. Los Nogales	207	Aceptable	
15	A° Telsen Est. Don Pedro	245	Aceptable	
16	Vertiente Los Saucos	156	Aceptable	
17	Muestra Caño Agua Telsen Ruta N°4	141	Aceptable	
18	Unificación A° Telsen (Est. La Horqueta y Est. El Nacimiento)	628	Supera	
19	Vertiente Principal La Horqueta	356	Aceptable	
20	Vertiente El Nacimiento	389	Aceptable	
21	Aguas abajo unificación A° Telsen	184	Aceptable	
22	A° Telsen Pte Ruta N°4	260	Aceptable	
28	Las Margaritas	268	Aceptable	
29	Molino 1 (Martensen) La suerte	25	Aceptable	
30	Molino 2 (Martensen) La Suerte	840	Supera	
31	Molino Sierra Chata	146	Aceptable	
32	Molino 3 Lomas Cortadas	1048	Supera	
33	Molino 2 Lomas Cortadas	1173	Supera	
39	Molino Ea La Travesia	572	Supera	
43	Molino la casilla Estab. Las Tijeras	936	Supera	
45	Molino El Pito Estab. La Corona	645	Supera	
46	Molino en la casa Estab. La Corona	780	Supera	
47	Molino Castilla	686	Supera	

FLÚOR				
	Pto de Muestreo	**FLUOR** (mg/l)	**LIMITE POTABILIDAD (CAA) (mg/l)**	
1	Molino Chiricura	3,25	Supera	
2	A° Telsen (parte final) Estab. San Manuel	3,05	Supera	
3	Aljibe Estab. San Manuel (agua de consumo)	<0,01	*	
4	Entrada Tanque Australiano Estab. San Manuel (7 km desde el molino)	3,2	Supera	
5	Molino Aguada del Buey	3,19	Supera	Se establece en función de la temperatura promedio de la zona, teniendo en cuenta el consumo diario del agua de bebida. La región de estudio posee una Temperatura media y máxima del año (°C) 12,1 - 14,6 por lo tanto el límite recomendado de Flúor (mg/l) se establece entre un límite inferior de 0,8 mgr/l y uno superior de 1,5 mg/l.
6	Molino La Tradición	2,17	Supera	
7	Jaguel El Disco	1,92	Supera	
9	Manguera Bajada el Diablo	3,28	Supera	
11	Molino La Porfiada	3,57	Supera	
12	A° Ranquihuao Est. La Rosita	3,16	Supera	
14	A° Ranquihuao Est. Los Nogales	2.90	Supera	
15	A° Telsen Est. Don Pedro	1,49	Aceptable	
16	Vertiente Los Saucos	1,15	Aceptable	
17	Muestra Caño Agua Telsen Ruta N°4	3,43	Supera	
18	Unificación A° Telsen (Est. La Horqueta y Est. El Nacimiento)	3.20	Supera	
19	Vertiente Principal La Horqueta	1,63	Supera	
20	Vertiente El Nacimiento	2,31	Supera	
21	Aguas abajo unificación A° Telsen	2,08	Supera	
22	A° Telsen Pte Ruta N°4	2,06	Supera	
28	Las Margaritas	3,05	Supera	
29	Molino 1 (Martensen) La suerte	0,98	Aceptable	
30	Molino 2 (Martensen) La Suerte	0,1	Aceptable	
31	Molino Sierra Chata	5,3	Supera	
32	Molino 3 Lomas Cortadas	1,06	Aceptable	
33	Molino 2 Lomas Cortadas	1,18	Aceptable	
39	Molino Ea La Travesia	0,78	Aceptable	
43	Molino la casilla Estab. Las Tijeras	3,58	Supera	
45	Molino El Pito Estab. La Corona	1,38	Aceptable	
46	Molino en la casa Estab. La Corona	1,80	Supera	
47	Molino Castilla	0,74	Aceptable	

* La concentración hallada no alcanza el valor mínimo deseable que debe ser 0,6 mg/l

MANGANESO				
	Pto de Muestreo	RESUL. LAB (mg/l)	**LIMITE POTABILIDAD (CAA) (mg/l)**	
1	Molino Chiricura	12	Supera	0,1
2	A° Telsen (parte final) Estab. San Manuel	61	Supera	
3	Aljibe Estab. San Manuel (agua de consumo)	1	Supera	
4	Entrada Tanque Australiano Estab. San Manuel (7 km desde el molino)	61	Supera	
5	Molino Aguada del Buey	78	Supera	
6	Molino La Tradición	11	Supera	
7	Jaguel El Disco	23	Supera	
9	Manguera Bajada el Diablo	28	Supera	
11	Molino La Porfiada	216	Supera	
12	A° Ranquihuao Est. La Rosita	31	Supera	
14	A° Ranquihuao Est. Los Nogales	40	Supera	
15	A° Telsen Est. Don Pedro	31	Supera	
16	Vertiente Los Saucos	18	Supera	
17	Muestra Caño Agua Telsen Ruta N°4	18	Supera	
18	Unificación A° Telsen (Est. La Horqueta y Est. El Nacimiento)	81	Supera	
19	Vertiente Principal La Horqueta	53	Supera	
20	Vertiente El Nacimiento	32	Supera	
21	Aguas abajo unificación A° Telsen	20	Supera	
22	A° Telsen Pte Ruta N°4	33	Supera	
28	Las Margaritas	61	Supera	
29	Molino 1 (Martensen) La suerte	3	Supera	
30	Molino 2 (Martensen) La Suerte	197	Supera	
31	Molino Sierra Chata	32	Supera	
32	Molino 3 Lomas Cortadas	242	Supera	
33	Molino 2 Lomas Cortadas	278	Supera	
39	Molino Ea La Travesia	135	Supera	
43	Molino la casilla Estab. Las Tijeras	218	Supera	
45	Molino El Pito Estab. La Corona	151	Supera	
46	Molino en la casa Estab. La Corona	183	Supera	
47	Molino Castilla	163	Supera	

4. Relevamiento Geofísico

4.1 Introducción

Como parte integrante del conjunto de investigaciones que están llevando a cabo para el estudio del subsuelo, Clasto SRL tuvo a su cargo la realización de los trabajos de geofísica mediante Tomografía Eléctrica (TE), en el Bajo de las Tierras Coloradas, Provincia del Chubut

Estos trabajos fueron ejecutados en Abril de 2022.

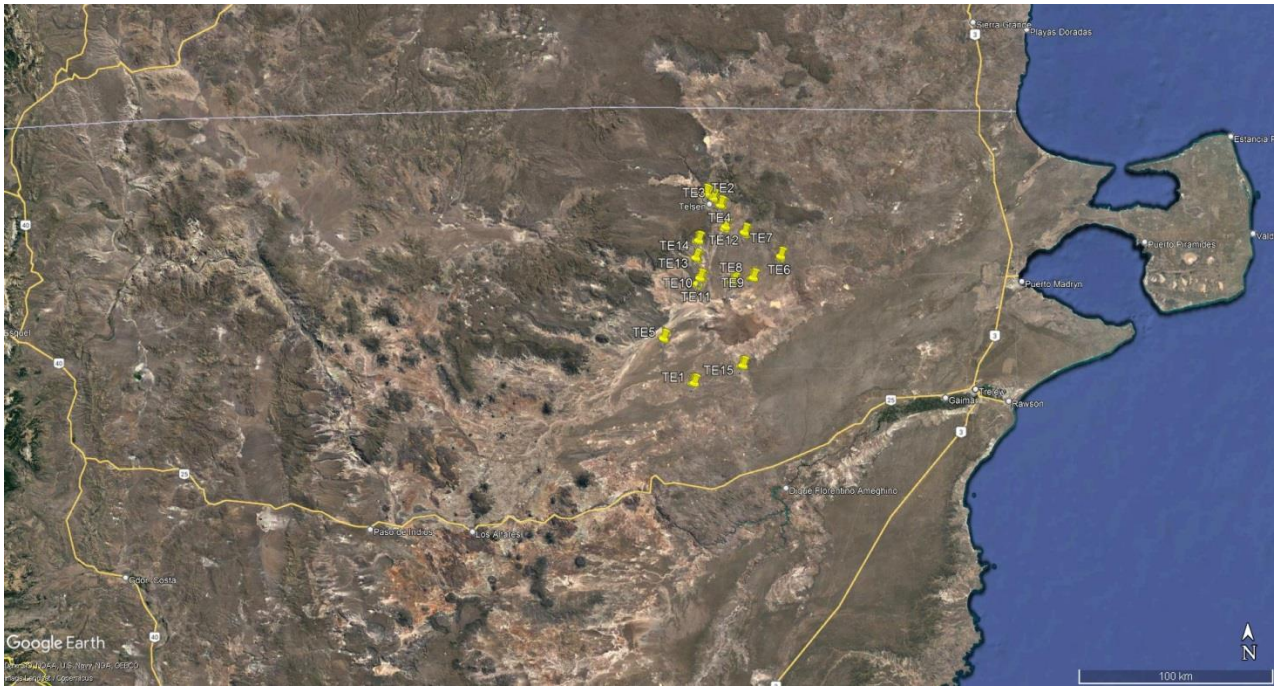


Figura 64 - Ubicación del área de estudio marcada con símbolo amarillo

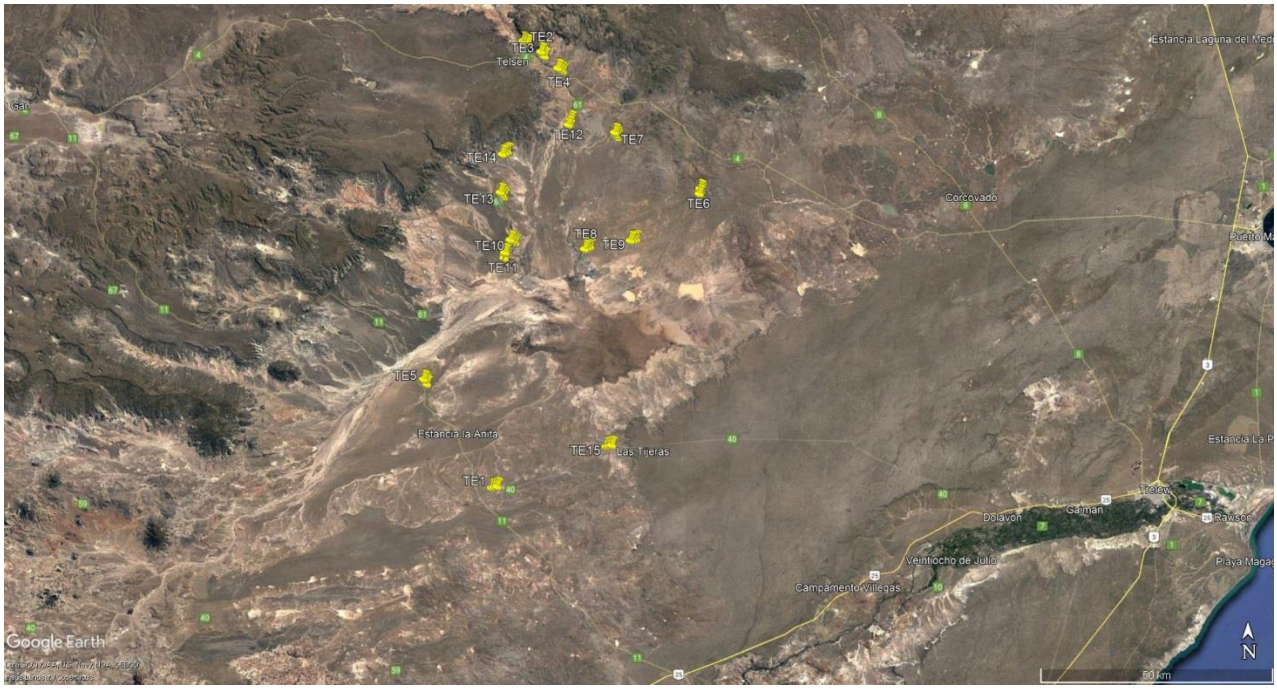


Figura 65- Detalle del área de estudio geofísico

4.2 Objetivo

El objetivo fue determinar las características físico-mecánicas e ingenieriles de los suelos y las rocas subyacentes y la probable presencia de agua y su salinidad. A tal efecto, se realizaron estudios geofísicos utilizándose el método de Tomografía Eléctrica (TE).

4.3 Trabajos realizados

Se realizaron 15 Líneas o Perfiles de Tomografías Eléctricas (TE) usándose la configuración Wenner alfa (Wna), con separación interelectródica de 10 m extendiéndose un cable de 120 canales. Se midió con 23 niveles de profundidad del dispositivo tetraelectródico para alcanzar más de 130 m de profundidad.

Cada línea geoeléctrica fue nombrada como: TE1, TE2, TE3……..TE15, con la identificación de tres puntos en cada Línea, como ser para la Línea 1 el punto inicial denominado estaca 1 se lo identifica como E1-TE1, al punto central como estaca 60 siendo su identificación E60-TE1 y al último punto el correspondiente a la estaca o electrodo 120 como E120-TE1.

Además se realizó el apoyo topográfico de las líneas para su ubicación planialtimétrica mediante la medición con navegador GPS midiéndose los sitios correspondientes a los electrodos 1, 60 y 120 de cada perfil.

4.4 Coordenadas Geográficas de ubicación de las Estaciones de las TE.

Se detallan continuación las coordenadas geográficas de ubicación de las tomografías eléctricas.

Electrodo	Latitud	Longitud
E1-TE1	-43.270167	-67.0475
E60-TE1	-43.268944	-67.040444
E120-TE1	-43.26775	-67.033222
E1-TE2	-42.428611	-66.951583
E60-TE2	-42.427194	-66.958556
E120-TE2	-42.423722	-66.963556
E1-TE3	-42.452528	-66.909333
E60-TE3	-42.448417	-66.914194
E120-TE3	-42.443889	-66.917889
E1-TE4	-42.480806	-66.862361
E60-TE4	-42.477944	-66.867917
E120-TE4	-42.475139	-66.874278
E1-TE5	-43.064028	-67.223222
E60-TE5	-43.068583	-67.219556
E120-TE5	-43.073222	-67.215778

Electrodo	Latitud	Longitud
E1-TE6	-42.7125	-66.509556
E60-TE6	-42.707944	-66.507222
E120-TE6	-42.702667	-66.507639
E1-TE7	-42.606611	-66.722611
E60-TE7	-42.601694	-66.725111
E120-TE7	-42.596722	-66.727694
E1-TE8	-42.813389	-66.792056
E60-TE8	-42.815528	-66.798639
E120-TE8	-42.817722	-66.805361
E1-TE9	-42.799111	-66.672917
E60-TE9	-42.800861	-66.679694
E120-TE9	-42.801472	-66.686972
E1-TE10	-42.800194	-66.997722
E60-TE10	-42.802611	-66.9915
E120-TE10	-42.805278	-66.985389

Electrodo	Latitud	Longitud
E1-TE11	-42.824167	-67.011194
E60-TE11	-42.829417	-67.012333
E120-TE11	-42.834722	-67.013611
E1-TE12	-42.572389	-66.841833
E60-TE12	-42.577333	-66.844083
E120-TE12	-42.582167	-66.847111
E1-TE13	-42.709944	-67.022972
E60-TE13	-42.714222	-67.018694
E120-TE13	-42.718611	-67.014417
E1-TE14	-42.633028	-67.004806
E60-TE14	-42.635667	-67.011083
E120-TE14	-42.637889	-67.017694
E1-TE15	-43.192111	-66.748889
E60-TE15	-43.190722	-66.741917
E120-TE15	-43.189333	-66.734778

Tablas de coordenadas geográficas sistema WGS84

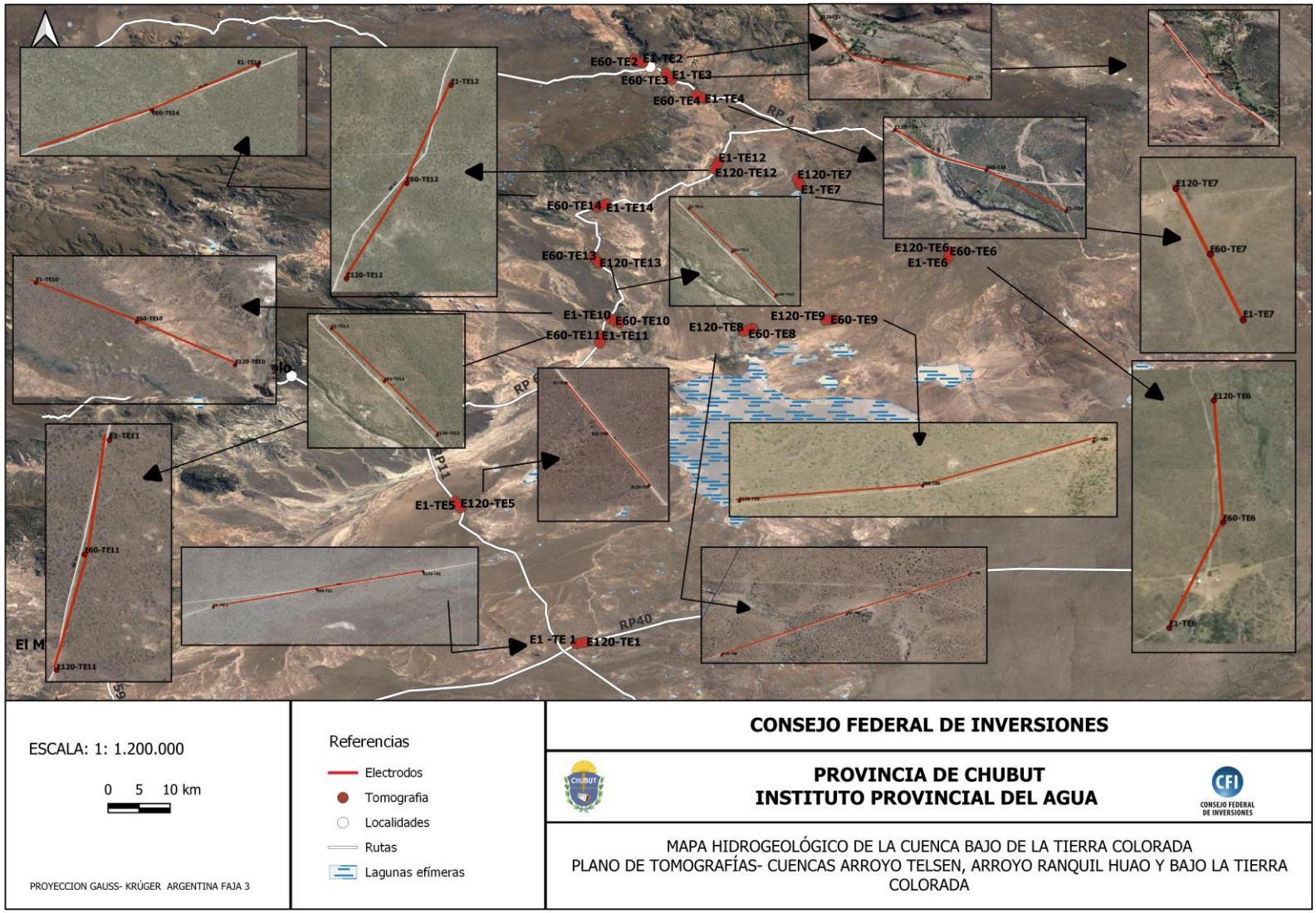


Figura 66- Ubicación espacial de los perfiles de Tomografía Eléctrica

4.5 Descripción del método de Tomografía Eléctrica (TE)

4.5.1 Introducción

El método de Tomografía Eléctrica (TE) o Tomografía Geoeléctrica o Calicateo Eléctrico, en su modalidad de Resistividad de Alta Resolución, es una técnica de relevamiento recientemente desarrollada para la investigación de áreas con anomalías superficiales complejas. Las mismas son una evolución de las técnicas geoeléctricas 1D. Se trata de una técnica de relevamiento desarrollada para la investigación de áreas donde se requiere información de detalle en dos dimensiones (2D).

En años recientes, se ha producido una tendencia manifiesta hacia el empleo de métodos de resistividad eléctrica en estudios de zonas de geología y anomalías complejas, medioambiente y proyectos de infraestructura, aplicaciones que están jugando un rol significativamente importante en el mundo moderno. Las siguientes características son de fundamental importancia en tales aplicaciones:

- ✓ Elevada resolución para profundidades someras y medias.
- ✓ La cobertura areal es considerablemente mayor que la lograda con los métodos tradicionales, tales como perforación, sondeos mecánicos, calicatas, trincheras.
- ✓ Los resultados son presentados en forma tal que posibilitan una fácil comprensión por parte de Geólogos, Ingenieros, Geotécnicos u otros especialistas.

Para cumplir con tales requerimientos todo el proceso de manejo de datos debe ser sistematizado tanto en las etapas de adquisición, procesamiento, interpretación y presentación de resultados, a fin de colectar la mayor cantidad de información posible en el menor tiempo y con la menor probabilidad de error.

4.5.2 Dispositivo empleado

La TE consiste en obtener una serie de medidas de resistividad aparente con un dispositivo tetraelectródico, por lo general se emplea el dispositivo Wenner alfa (Wna), pues crea un campo eléctrico mucho más grande que cualquier otro dispositivo electródico, con muy buena resolución vertical de anomalías, emplea una separación constante entre electrodos, por ejemplo a partir de 10 m y se van variando las distancias entre los pares de

electrodos emisor - receptor por adición de 10 m cada vez, de tal forma que el resultado final será una sección o corte con investigación a varios niveles de datos, denominada pseudosección.

Cada tipo de dispositivo tiene sus ventajas y desventajas de acuerdo al objetivo que se quiera investigar, a la topografía y a las condiciones geológicas en general.

La técnica de campo consiste en extender en el terreno un cable multicanal y configurar en forma axial el dispositivo electródico elegido, en este caso Wna, es decir se conectarán al terreno una serie de electrodos a los que se les hace circular una corriente de a pares midiéndose el potencial eléctrico generado por esa corriente en otro par electródico.

Luego de emitir con un par se traslada la emisión a otro par. Por otra parte, el mismo conjunto de electrodos de emisión se emplea como de recepción en otro momento del relevamiento, pudiéndose calcular la resistividad aparente en todos los perfiles de TE.

A continuación se visualiza un gráfico del dispositivo Wna, Figura 67, en el mismo se ven las mediciones para 6 niveles o separaciones de electrodos, y 3 ejemplos con a = 5m, 2a = 10 m y 3a = 15 m, niveles 1, 2 y 3 y su punto de atribución del valor medido.

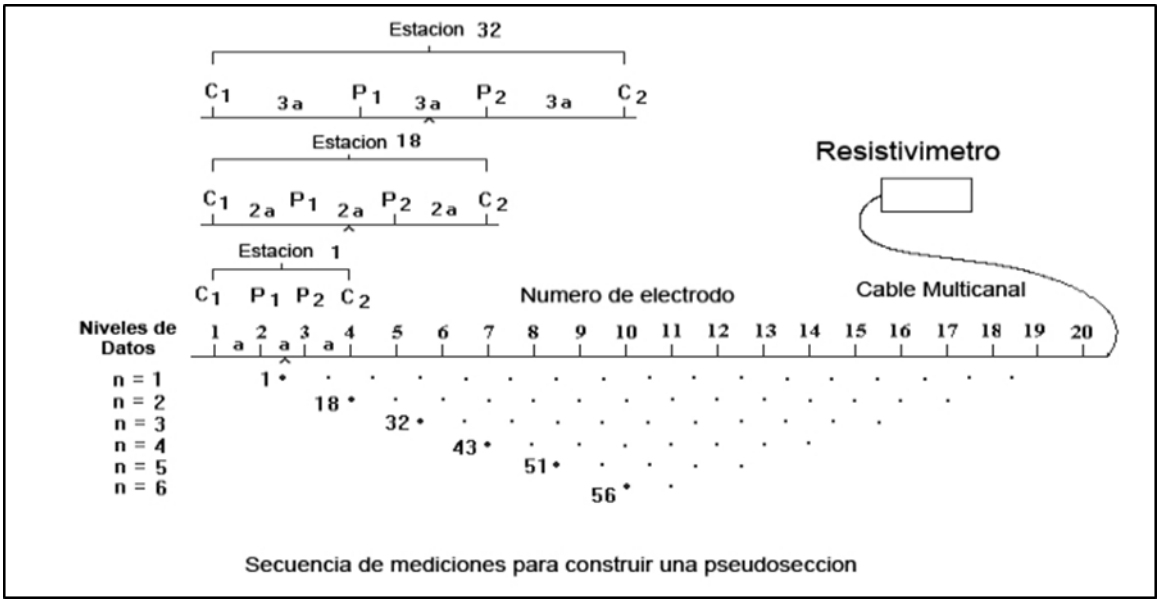


Figura 67- Ejemplo del dispositivo Wna

En la figura de abajo se da un ejemplo de la distribución de los puntos, cruces, para el dispositivo electródico Wenner alfa, usado en este trabajo, con separación de electrodos de 10 m, con equipo de 120 canales y con 23 separaciones (niveles), la cantidad total de puntos medidos es de 1932.

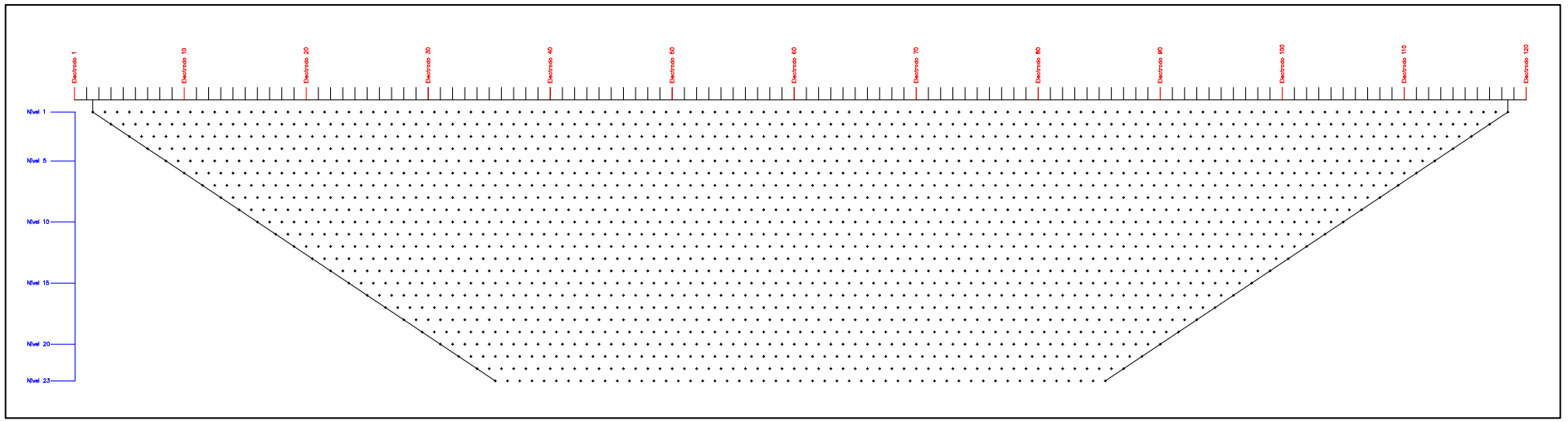


Figura 68 - Ejemplo de la distribución de los puntos, cruces, para el dispositivo electródico Wenner alfa usado en este trabajo

El procedimiento de campo empleado consiste en extender varios cables con capacidad máxima total de 120 canales, separados cada 10 m. Una vez extendidos los cables se procede a hincar en el suelo, frente a cada conector del cable multicanal, un electrodo de cobre, de ese material con el fin de atenuar los potenciales naturales del terreno.

Luego se realiza un test para medir la resistencia eléctrica de cada electrodo hincado en el suelo. En muchas zonas es necesario mejorar el contacto del electrodo con el suelo, regando con una solución salina la zona próxima al mismo. En ocasiones es necesario utilizar varios electrodos en el mismo sitio. Se busca disminuir la resistencia eléctrica del terreno para poder inyectar la mayor cantidad de corriente para realizar, de este modo, una lectura segura del voltaje entre pares de electrodos que produce esa corriente que circula por el subsuelo.

El instrumento utilizado permite realizar la selección de pares de envío de corriente y de lectura de potencial en forma automática pre programada, con lo cual, una vez instalado el cable y los electrodos, los envíos de corriente, la compensación de los potenciales naturales del terreno y las lecturas de las diferencias de potencial eléctrico son realizadas en forma automática, registrándose los valores medidos en forma digital para cada pseudosección medida, con lo cual se evitan errores humanos al realizar un número grande de mediciones, ya sea por mala elección de los pares electródicos o anotaciones.

Cada medición es mostrada numéricamente y gráficamente en la pantalla del instrumento en tiempo real, permitiendo monitorear la calidad de los datos y realizar las modificaciones que se consideren necesarias.

Instrumental utilizado

Para la realización de las TE se utilizaron dos Tomógrafos Eléctricos marca CGIF modelo DUK-2A, último modelo compuesto de un resistivímetro DZD-6A, un transductor múltiple de 120 canales DUK-2A, un detector del estado de los 120 canales y cuatro cables

multicanales para conectar 30 electrodos cada uno, que permiten la realización de todos los métodos de TE, incluyendo estudios de Polarización Inducida (IP), etc.

El DUK-2A posee tres módulos que trabajan conjuntamente:

Resistivímetro digital de última generación, cuya función es tomar las medidas del subsuelo y guardarlas digitalmente. Es totalmente configurable y conmuta la corriente continua de entrada en pulsos de corriente invertida, cambiando la polaridad a los efectos de minimizar y compensar el efecto del Potencial Espontáneo. Es programable a fin de elegir los dispositivos electródicos a emplear, tiempo de inyección de corriente al subsuelo, cantidad de niveles o separaciones a medir, etc.

Multiplexor o Transductor Múltiple de Conmutación

Este módulo es el encargado de conmutar automáticamente las posiciones de los electrodos sobre las que se realizarán las mediciones. Puede usar hasta 120 canales y permite realizar todas las configuraciones tomográficas conocidas.

Fuentes de potencia

La fuente de energía consistió en 4 cajas de 8 baterías cada una, recargables de 12 V, 2.3 A y un conmutador para seleccionar el voltaje de salida.



Instrumental utilizado (resistivímetro, transductor, Cable Multicanal y electródos)

Características Técnicas

Receptor DZD-6A
Rango de tensión medida: ± 6V
Precisión de tensión medida: ± 1% ± 1ppm
Impedancia de entrada:> 50MΩ
Precisión polarizabilidad aparente: ± 1% ± 1ppm
Rango de medición de corriente: 5A
Exactitud de medición de corriente: ± 1% ± 1ppm
El filtro de rechazo de 50 Hz es superior a 80 dB.
Rango de compensación SP: ± 1V.

Transmisor
La tensión de alimentación máxima: **900V**
La corriente de alimentación máxima: **5A**
Ancho del pulso de alimentación es de 1-59 segundos.

Otros
Temperatura de ejecución: -10 ℃ a 50 ℃, humedad ≤ 95%.
Temperatura de almacenamiento: -20 ℃ a 60 ℃
Fuente de alimentación del instrumento: baterías estándar.
Peso: 6,3 kg

Especificaciones principales del transductor múltiple de conmutación:
El número total de electrodos: hasta 120 canales.
Los modelos de configuraciones: WN de cuatro polos, SB-1, SB-2, dipolo-dipolo, perfilado combinado, diferenciada, tomografía de resistividad de dos polos método CT, método de sondeo continuo de tres polos roll-up, el método continuo de sondeo simple lateral de tres polo roll-up, etc.
Elección del factor de intervalo del espaciamiento (niveles): establecer el intervalo de factor mínimo n (MIN) y el máximo n (MAX) que por el trabajo se requiera.
La integración de 80 caracteres en la pantalla LCD de 16 teclas puede hacer una forma operacional de diálogo hombre - PC que tienen que ver con las funciones de configuración del modelo de trabajo, la introducción de parámetros, la detección del estado, y el seguimiento del proceso en ejecución mediante la visualización de los parámetros de medición.
Capacidad de aislación: 500 MΩ
*Tolerancia a la tensión***:** 450 V DC
*La corriente máxima permitida***:** 2 Amper

Otros:

Temperatura: -10 ℃ a 50 ℃ Humedad: ≤ 95%
Volumen: 300 * 200 * 160 (mm)
Peso: 5,5 kg
Fuente de alimentación: baterías standard

4.6 Trabajo de campo

Se realizaron pruebas a los efectos de determinar el óptimo procedimiento. Los resultados son interpretados con varios programas de computación.



Figura 69- Instrumental utilizado y conexión del electrodo al cable multicanal

4.7 Procesamiento e interpretación de TE

Los resultados se vuelcan en pseudosecciones de resistividades aparentes, como se ve en el ejemplo de la Figura 70. Esta pseudosección es la correspondiente al modelo de resistividades eléctricas y profundidades verdaderas interpretadas con el programa Zondres2D.

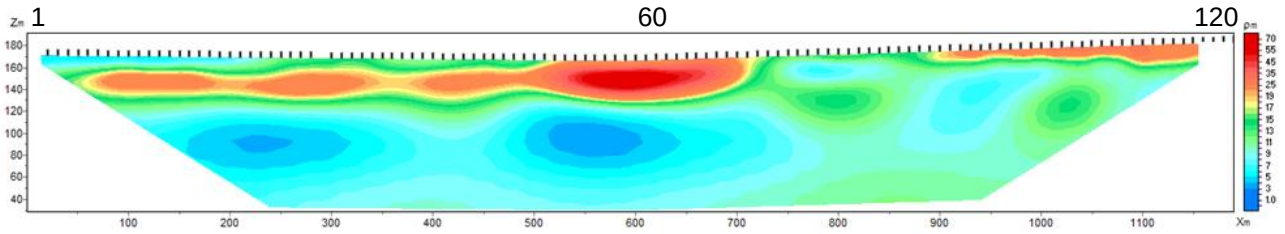


Figura 70- Ejemplo de Pseudosección

La pseudosección constituye una sección con curvas de isorresistividad que reflejan la variación espacial (2D) de la resistividad en el perfil investigado. En la parte superior se ve la ubicación de los electrodos con el número del primer electrodo (1), el del centro (60) y el último electrodo (120) a fin de relacionar el sentido de la medición con la ubicación del perfil en el terreno y así atribuir las zonas de interés. En la parte inferior están marcadas las Progresivas de los electrodos en metros, la Progresiva 0 coincide con la posición del electrodo 1 o 120, de acuerdo a la orientación y sentido de medición del perfil, en el eje vertical izquierdo se encuentran las profundidades interpretadas en función de la Altura Elipsoidica, en metros y en el eje vertical derecho se halla una escala de colores que indica el rango de valores de la resistividad eléctrica en Ohm-m.

La longitud del perfil, profundidad de penetración y la resolución buscada determinan la separación interelectródica “a”, en este caso de 10 m, porque con esta distancia interelectródica se combinan la determinación de los posibles estratos del subsuelo hasta más de 130 m de profundidad.

La pseudosección de resistividades aparentes, por último y como factor esencial, se somete a un modelado 2D mediante el empleo de un programa computacional de elementos finitos y diferencias finitas. En este caso se utilizan los programas Res2dinv y Zondres2D que transforman la pseudosección de resistividades aparentes 2D en una sección de resistividades y profundidades verdaderas 2D, que posteriormente se correlacionan, cuando es posible, con información geológica, perforaciones, freatímetros, etc., a fin de delimitar y cualificar las anomalías en profundidad.

El resultado obtenido es un conjunto de datos de resistividad aparente dispuestos en forma de pseudosección, a partir de los cuales se efectúa una interpretación cualitativa, permitiendo inferir la existencia de sectores subterráneos anómalos.

Posteriormente y una vez identificados los mismos, se lleva a cabo un post-procesamiento efectuando un modelado 2D introduciendo los datos medidos en el programa que calcula por rutinas de inversión las resistividades verdaderas y profundidades del subsuelo. En la ejecución del procesamiento intervienen los conocimientos que se tenga del área para conformar un modelo que se adapte a la realidad lo mejor posible.

Con el software RES2DINV se ha realizado una interpretación primaria. Posteriormente todos estos datos se han procesado con el software Zondres2D a los efectos de unificar la interpretación y presentación de los gráficos.

El software de interpretación propone una escala de color para cada TE que permite una buena visualización de las diferentes capas del modelo, esta escala es diferente en cada interpretación. En este caso hemos creado una escala logarítmica de 0 a 70 ohm-m y la hemos utilizado en todas las TE a los efectos de facilitar la visualización y correlación de todas las pseudosecciones de TE. Por lo tanto, el mismo color se corresponderá con el mismo valor de resistividad en todos los gráficos.

A los efectos de simplificar la interpretación de los resultados se elaboran 2 tablas:
Tabla 1- Tabla de unidades geoeléctricas.
Tabla 2- Tabla de identificación y delimitación de unidades geoeléctricas.

Se han delimitado tres Unidades Geoeléctricas que podrían ayudar a la correlación geológica de los resultados.

Tabla 1 Unidades geoeléctricas

Unidad	Intervalo promedio de resistividad (ohm-m)	Interpretación probable de la unidad geoeléctrica
I	< 5	**Sedimentos de finos a gruesos con agua intersticial salada o sedimentos con abundante arcilla intersticial**
II	5-20	**Sedimentos de finos a gruesos con agua intersticial que disminuye su mineralización a medida que aumenta la resistividad o sedimentos con algo de arcilla intersticial**
III	> 20	**Sedimentos de medios a gruesos. Bajo contenido de agua intersticial o agua muy poco mineralizada**

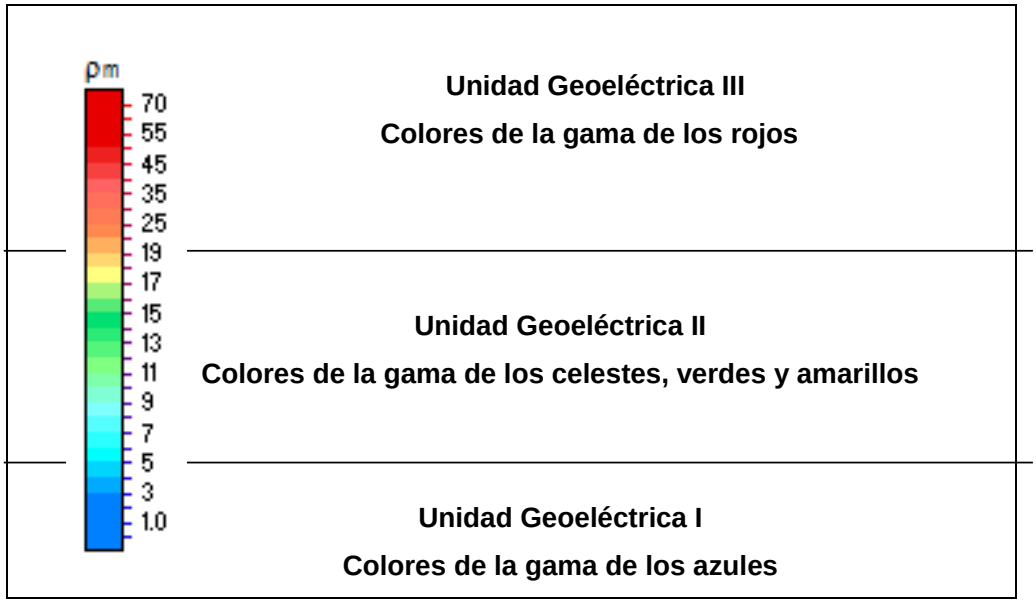


Tabla 2 Identificación y delimitación de las unidades geoeléctricas fuera del cuadro

Las Tablas 1 y 2, buscan identificar y delimitar unidades geoeléctricas que permitan una correlación con las características geológicas del subsuelo.

La presencia de rellenos heterogéneos con aguas intersticiales con diferentes valores de salinidad pueden modificar estos valores. La presencia de minerales conductores en la roca también lo hace. En ambos casos los valores obtenidos de una capa son significativamente menores a lo esperado, pudiendo confundirse con capas arcillosas.

Los sedimentos superficiales húmedos disminuyen el valor de la resistividad de la capa, más si en la misma hay contenido de sales.

Por lo expuesto se hace muy difícil delimitar las distintas capas ya que todas son de muy baja resistividad y no existe un contraste resistivo que permita diferenciarlas claramente

Interpretación geológica de los resultados geofísicos

Los resultados de las Tomografías Eléctricas son en general pocos auspiciosas para la posibilidad de obtener de agua subterránea.

Sin duda los resultados obtenidos reflejan un subsuelo dominado por formaciones geológicas de edad cretácicas (ver sección Geología). La unidad geoeléctrica dominante en las TEM corresponde a la UNIDAD I ilustrada en los perfiles geoeléctricos con colores celeste a azul, y en mucho menor medida están representadas las UNIDADES II y III.

Estos valores obtenidos mediante la técnica de TEM, se correlacionan con la litología observada en las tareas de campo, la cual corresponde a depósitos de paleomabientes fluviales discretos, con amplio desarrollo de paleo planicies que representadas por arcillitas y tobas finas.

En varios de los perfiles TEM, por ejemplo 1, 3, 4 y 12, se puede observar en los primeros 20 m.b.n.t. la UNIDAD III. Los valores mayores a 20 ohm-m, reflejan sedimentos gruesos que corresponden a depósitos cuaternarios de bajadas o pedimentos gruesos. Luego el paso a la UNIDAD I es abrupta que bien podría indicar una discordancia bien marcada con las formaciones cretácicas.

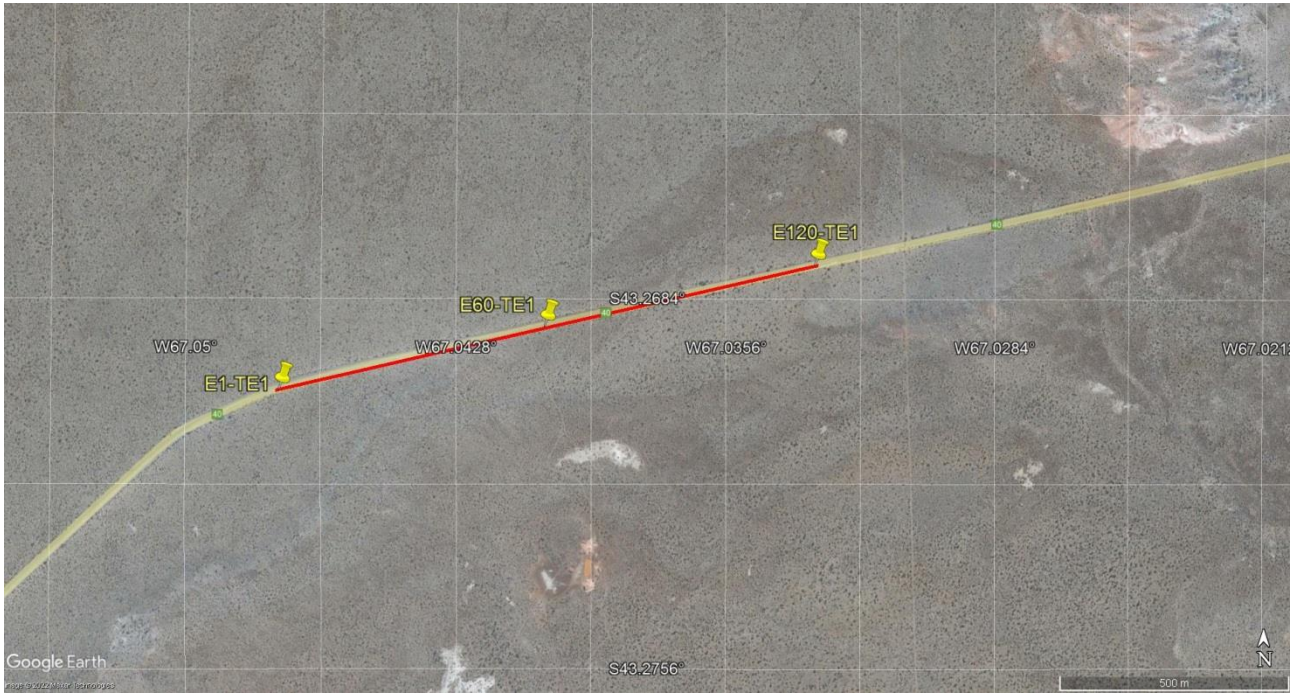
Por otra parte, en los TEM Nº, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 14, existe un dominio de la UNIDAD I, que contiene pequeños bolsones de resistividad más bajos que el entorno y de color azul intenso. Esta diferencia en la resistividad, su morfología y distribución, podría estar indicando la posibilidad de agua salada a salobre.

Con fines exploratorios se propone realizar perforaciones en los sitios de los perfiles TEM 7, 11 y 12, de 40 metros de profundidad para confirmar la existencia de agua subterránea y la calidad de la misma.

Finalmente, la Unidad II, se la puede identificar en los TEM 1, 6 y 13, con valores mayores a 10 ohm-m. En estos perfiles se puede observar una morfología que podría reflejar lentes de más de 100m de longitud con paso transicional, tanto lateral como suprayacente a la unidad I. Estos puntos pueden estar reflejando sedimentos arenosos y con posibilidad de tener agua de buena calidad.

Por lo tanto, con fines exploratorios se propone realizar perforaciones en los sitios de los perfiles TEM 1, 6 y 13, de 40m de profundidad para confirmar la existencia de agua subterránea y la calidad de la misma.

Figura 71– Ubicación y perfil de TE1



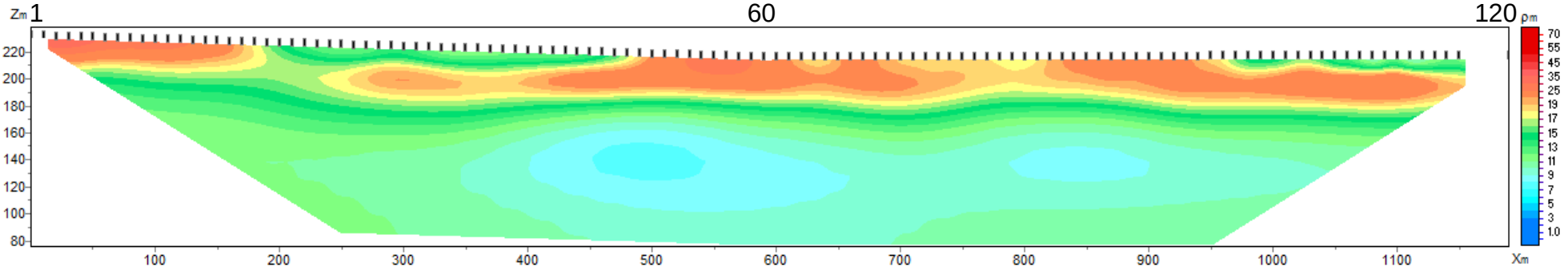


Figura 72 – Ubicación y perfil de TE2



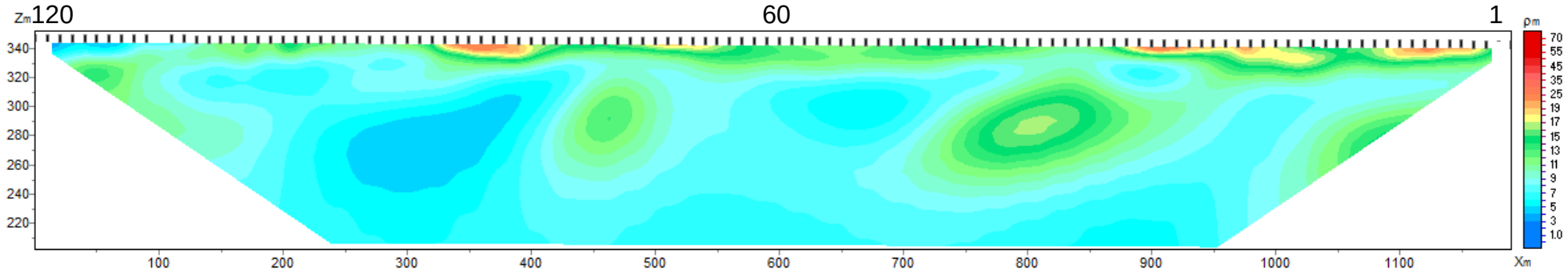
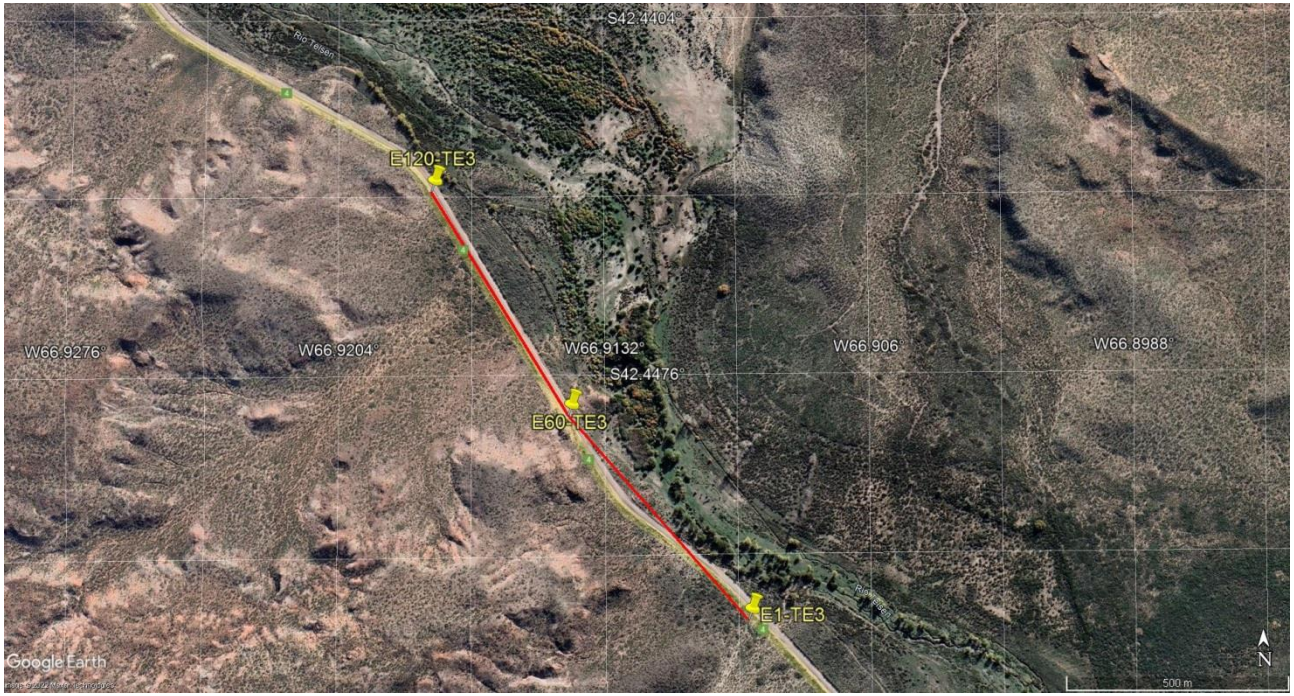


Figura 73– Ubicación y perfil de TE3



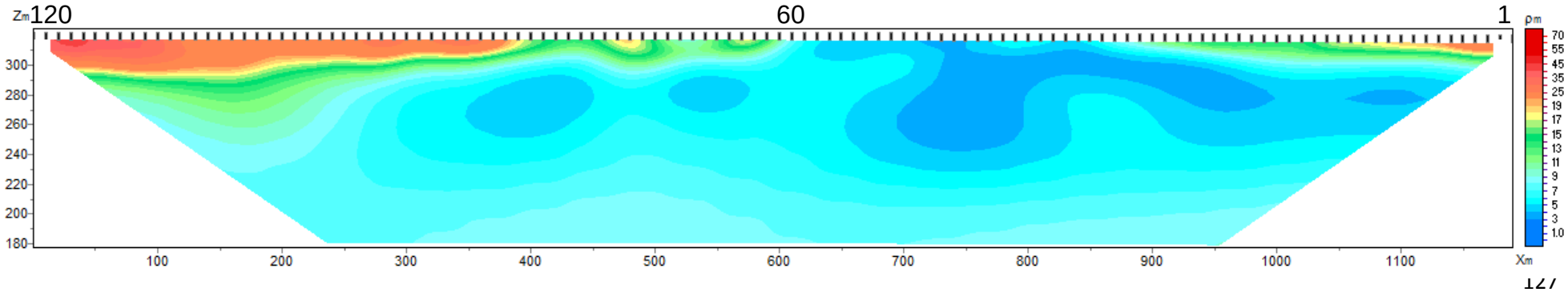
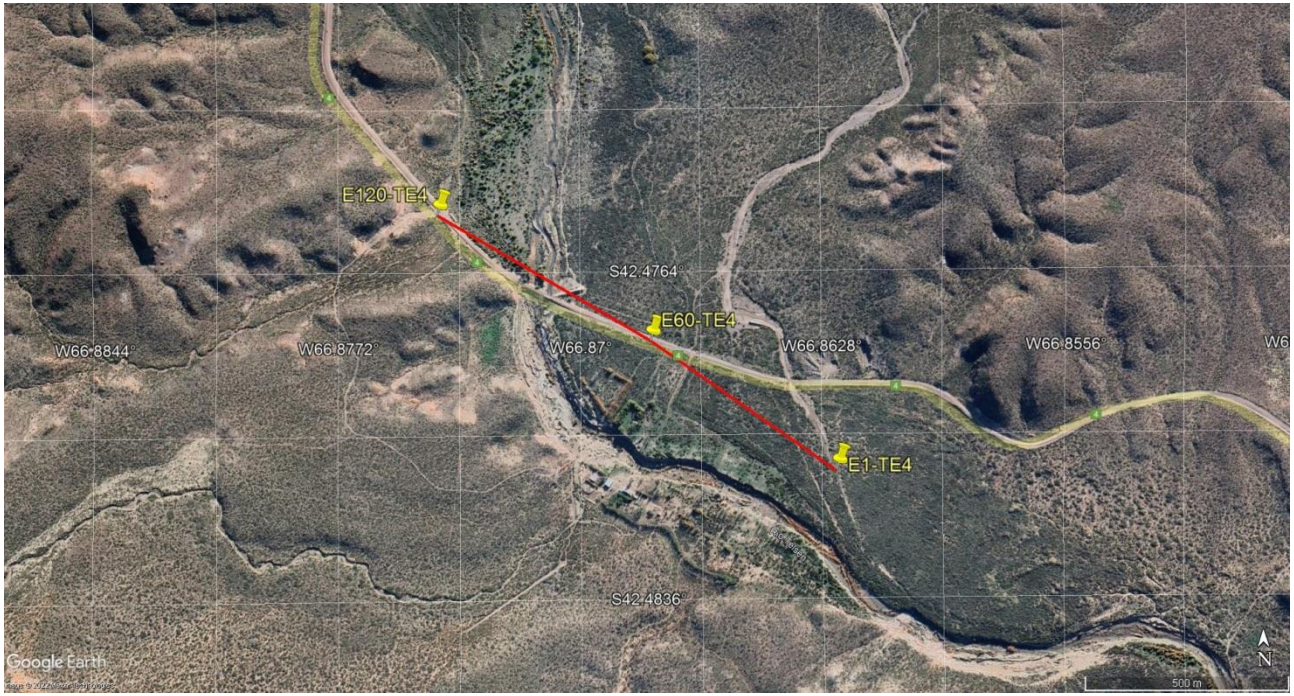


Figura 74– Ubicación y perfil de TE4



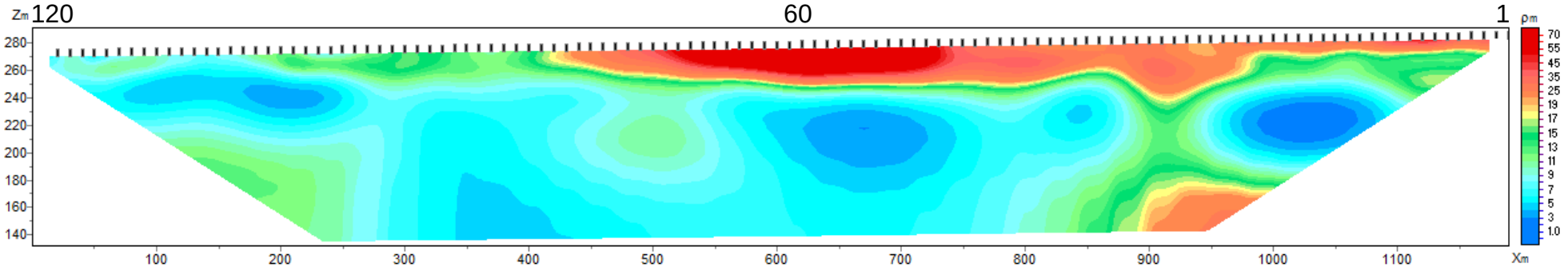


Figura 75– Ubicación y perfil de TE5



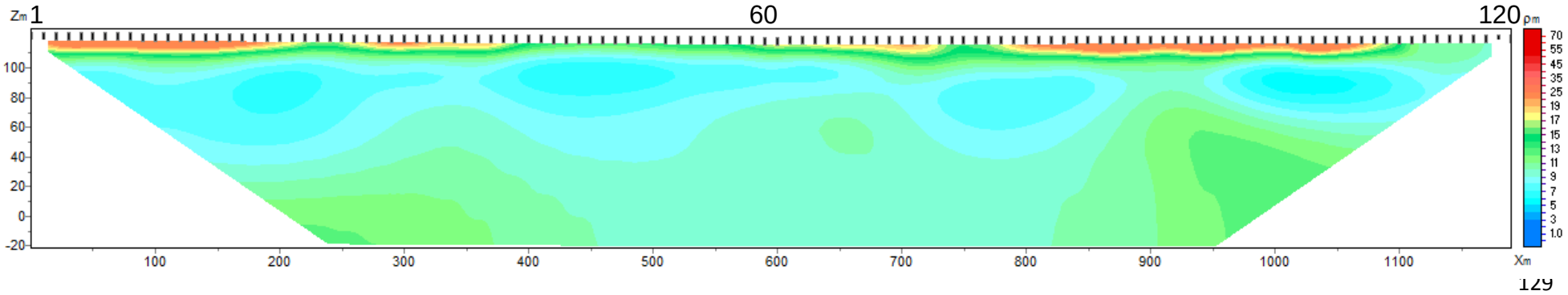
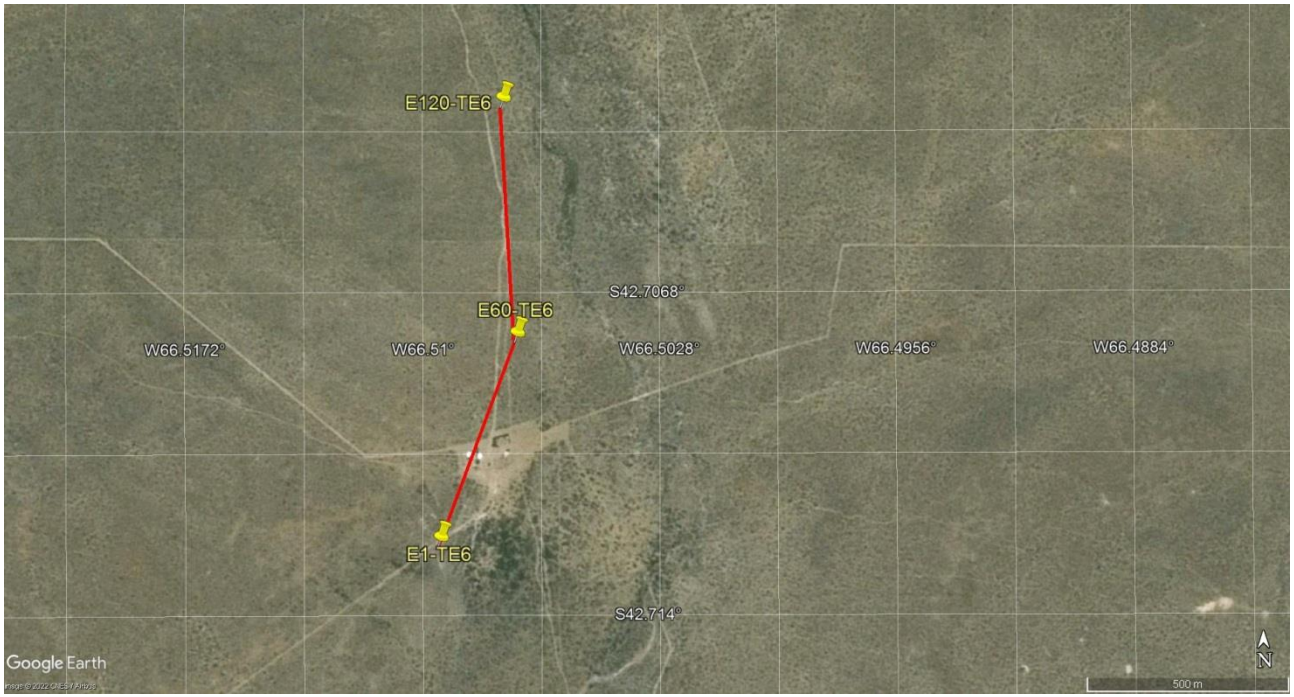


Figura 76– Ubicación y perfil de TE6



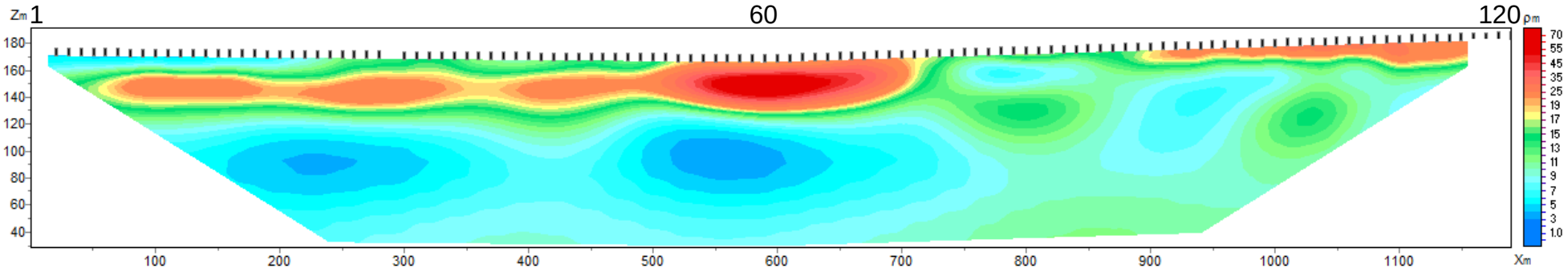


Figura 77– Ubicación y perfil de TE7



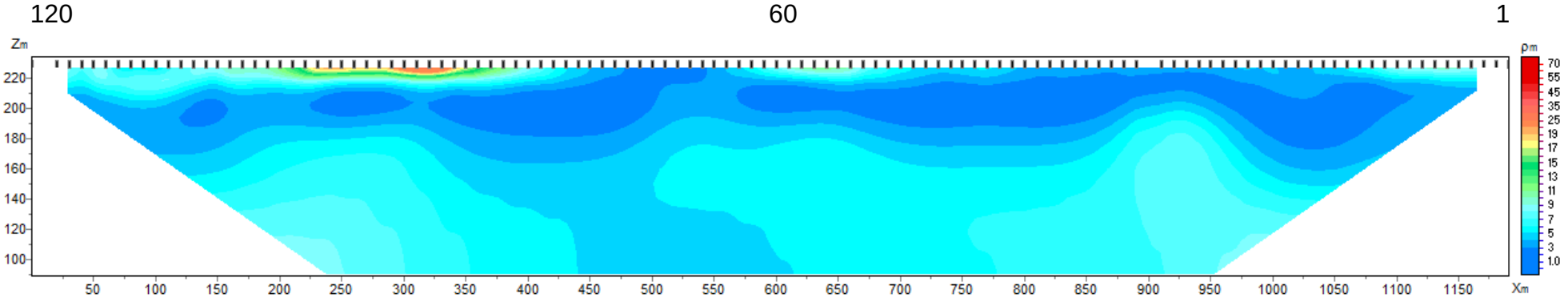


Figura 78– Ubicación y perfil de TE8



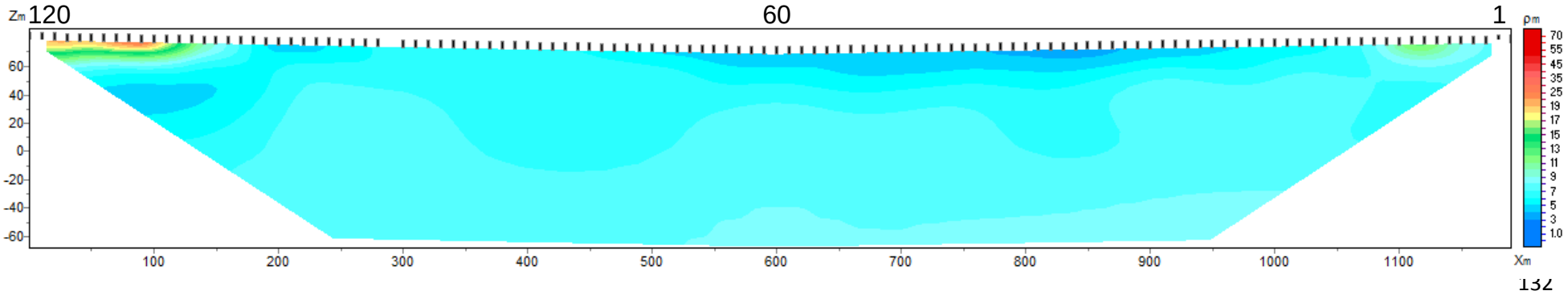
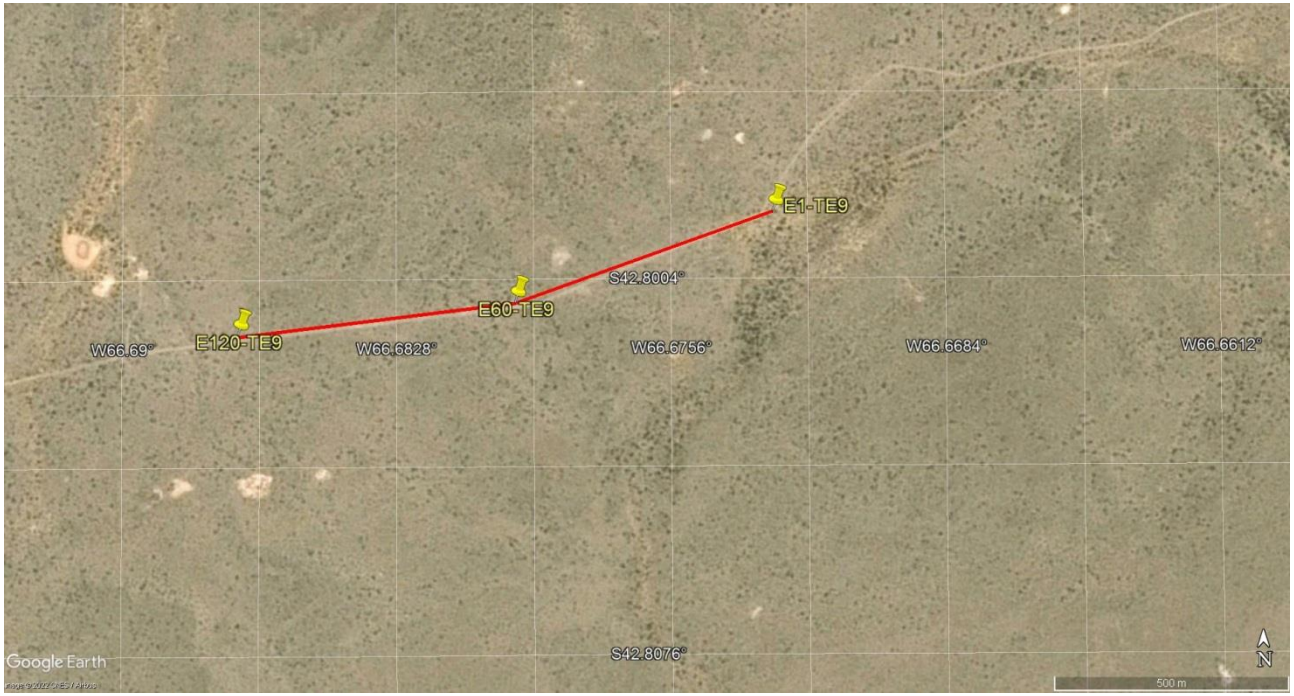


Figura 79– Ubicación y perfil de TE9



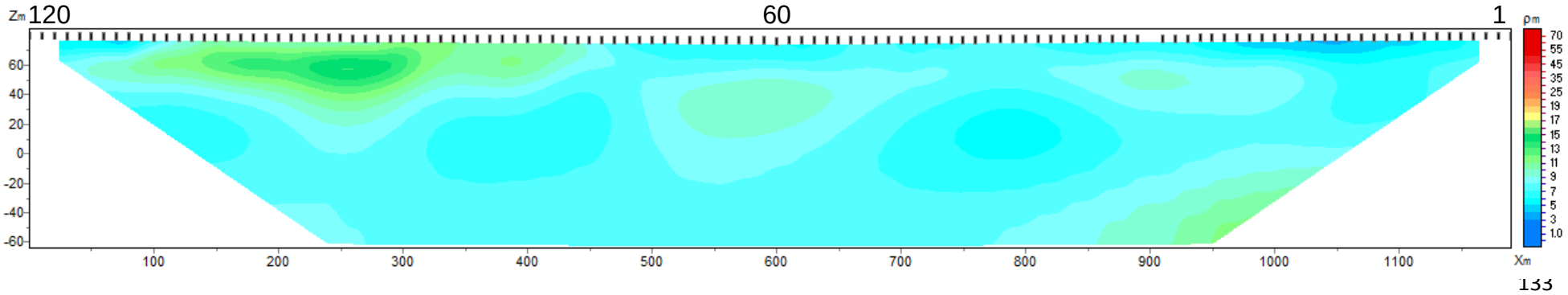
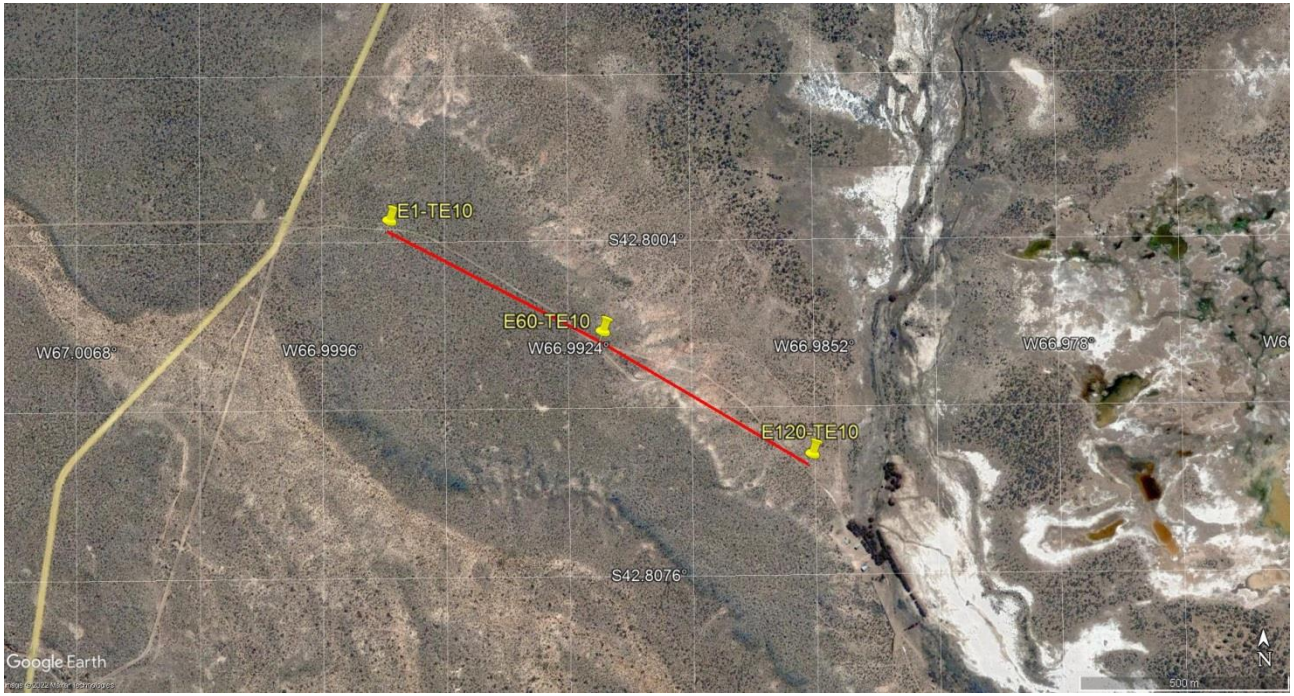


Figura 80– Ubicación y perfil de TE10



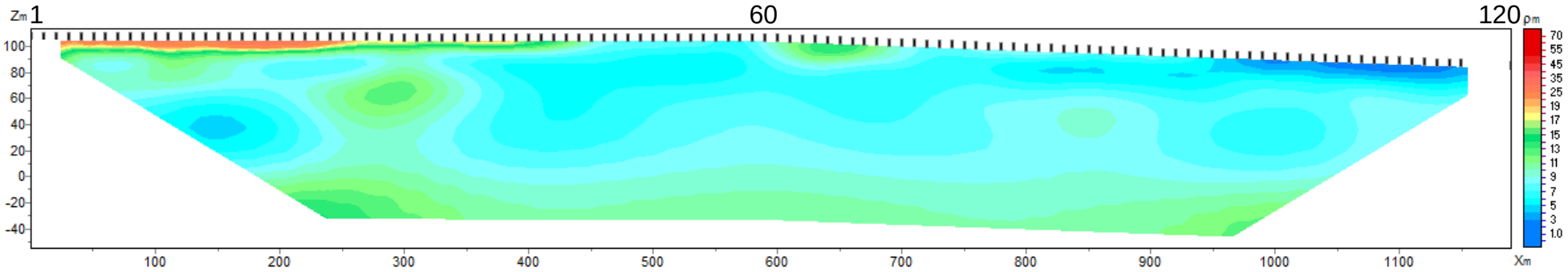


Figura 81– Ubicación y perfil de TE11



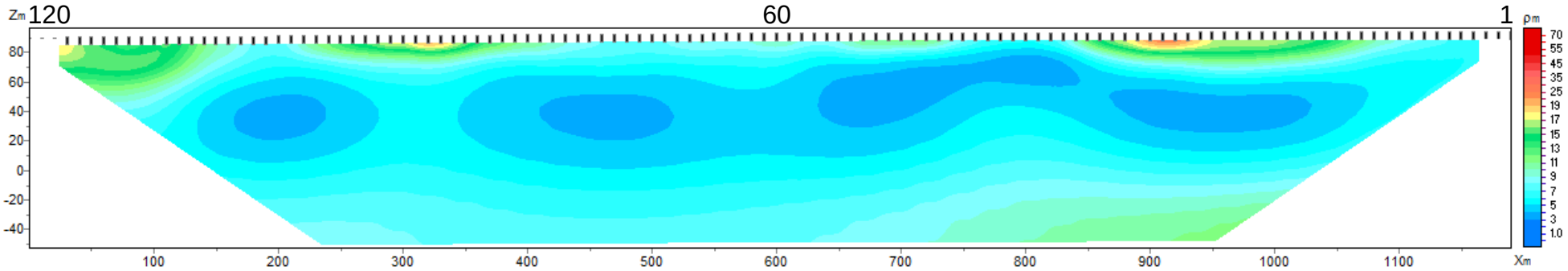
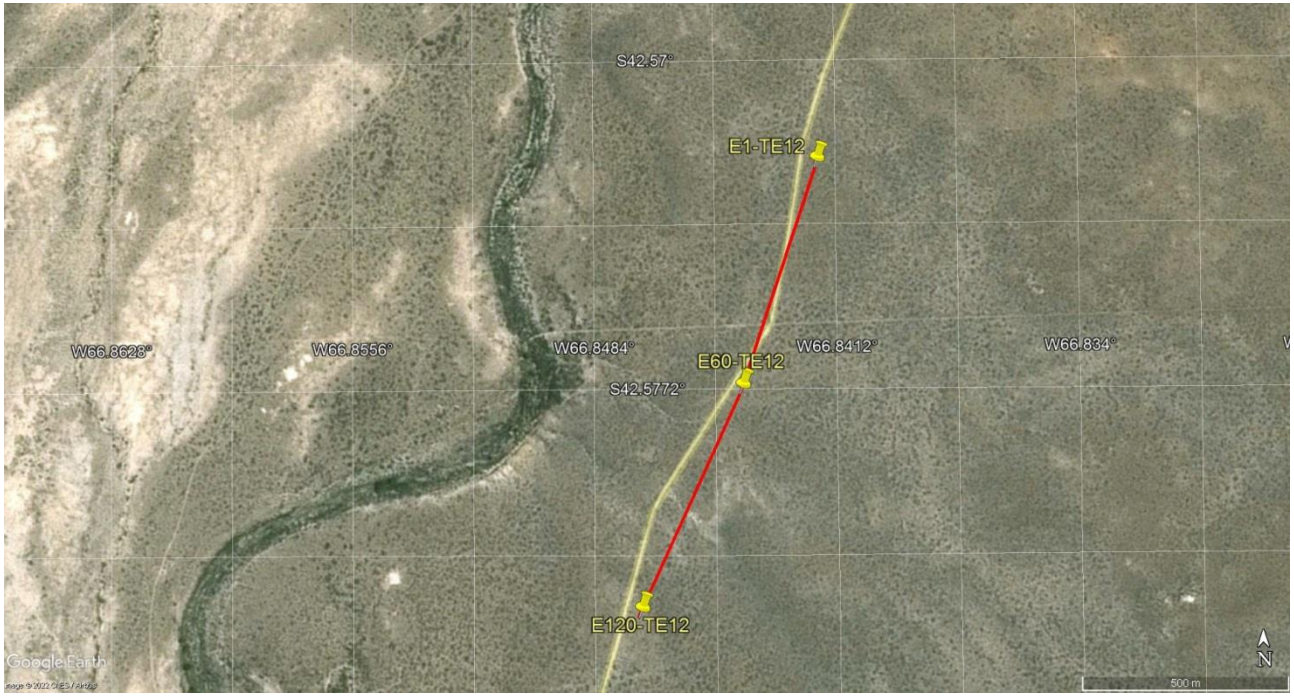


Figura 82– Ubicación y perfil de TE12



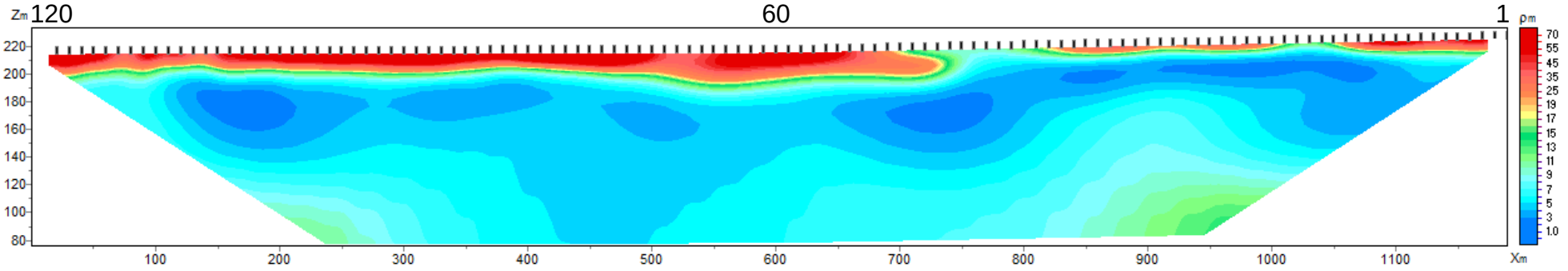


Figura 83– Ubicación y perfil de TE13



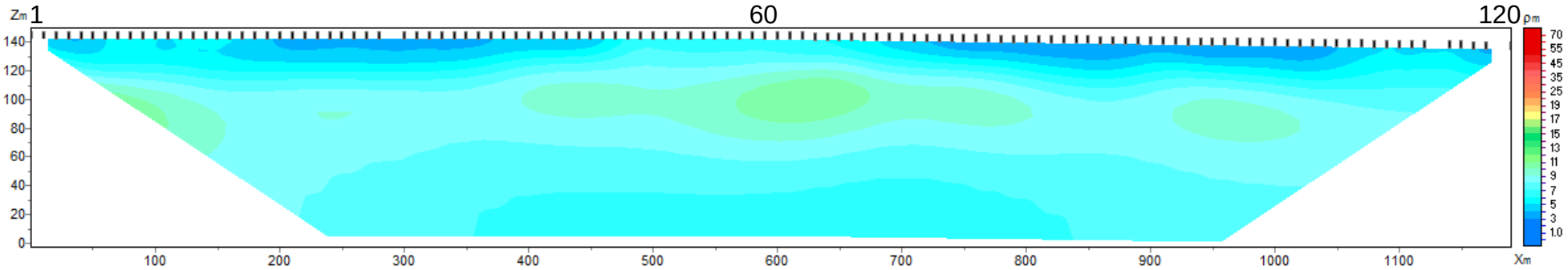


Figura 84– Ubicación y perfil de TE14



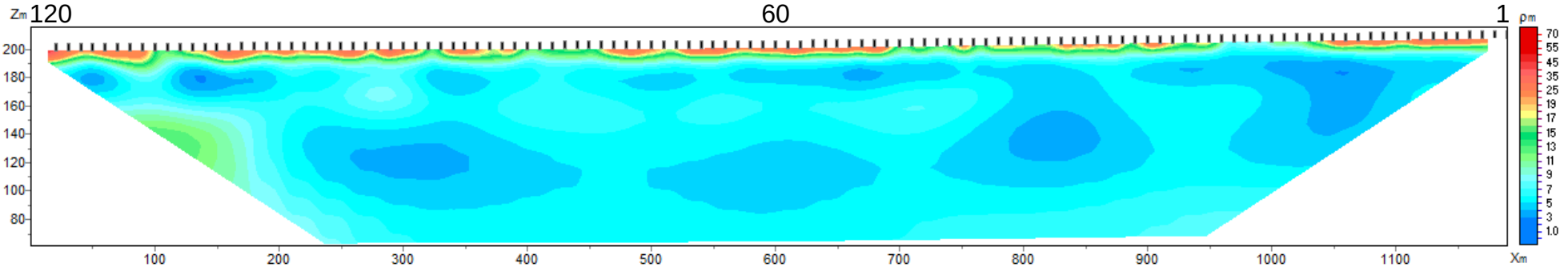
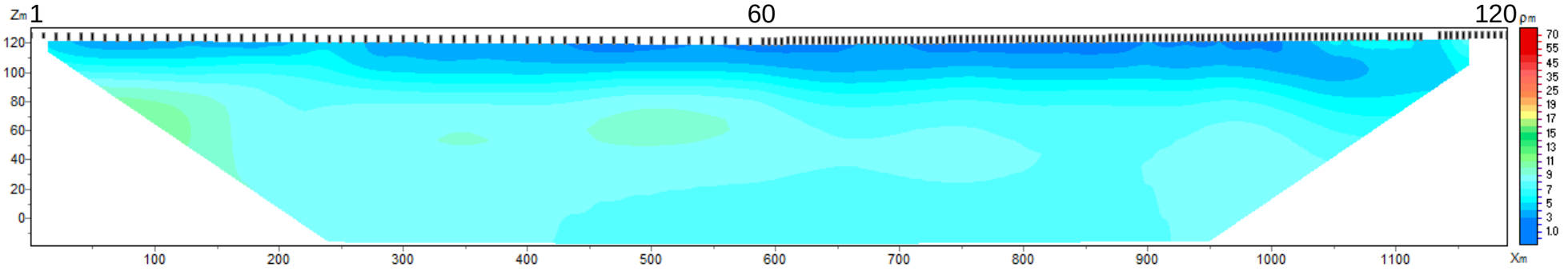


Figura 85– Ubicación y perfil de TE15





5. Relevamiento y caracterización geológica – geomorfológica e hidrogeológica del área de estudio.

5.1 Geología

5.1.1 Objetivos y área de estudio

Los objetivos planteados para esta fueron: determinar las principales unidades litológicas que caracterizan al área de estudio, con particular énfasis en aquel área delimitada por las divisorias de aguas que definen las subcuencas hidrográficas “Arroyo Telsen”, “Arroyo Ranquil Huao” y “Bajo de la Tierra Colorada”, elaborar un Plano Geológico, escala con resolución gráfica 1:50.000, que permita visualizar la distribución de unidades geológicas identificadas; y describir sucintamente las características principales y ocurrencias de las unidades reconocidas.

El área de estudio se ubica en la región Meseta Central del centro-norte y nororiental de la provincia del Chubut y centro-sur y sudoriental de la provincia de Río Negro, al sur de la Meseta de Somuncurá, al oeste de la Sierra Cuadrada, al este de las sierras de los Chacays y Talagapa y al norte del río Chubut. Esta área comprende tres subcuencas de la cuenca hidrográfica Bajo de la Tierra Colorada: Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada (Fig. 84). Los límites geográficos aproximados del área de estudio se definen entre los paralelos S 41º 40’ y S 43º 45’, y entre los meridianos O 66º 13’ y O 68º 8’, incluyendo el extremo sudoriental de la Hoja Geológica 4169-IV “Maquinchao” (Remesal et al., 2001), el extremo sudoccidental de la Hoja Geológica 4166-III “Cona Niyeu” (Franchi et al, 2001), el sector oriental de la Hoja Geológica 4369-II “Gan” (Ardolino et al., 2021), el sector occidental de la Hoja Geológica 4366-II “Telsen” (Ardolino & Franchi, 1996), el sector centro-occidental de la Hoja Geológica 4369-IV “Los Altares” (Anselmi et al., 2004) y el cuadrante noroccidental de la Hoja Geológica 4366-III “Las Plumas” (Sacomani & Panza, 2007).

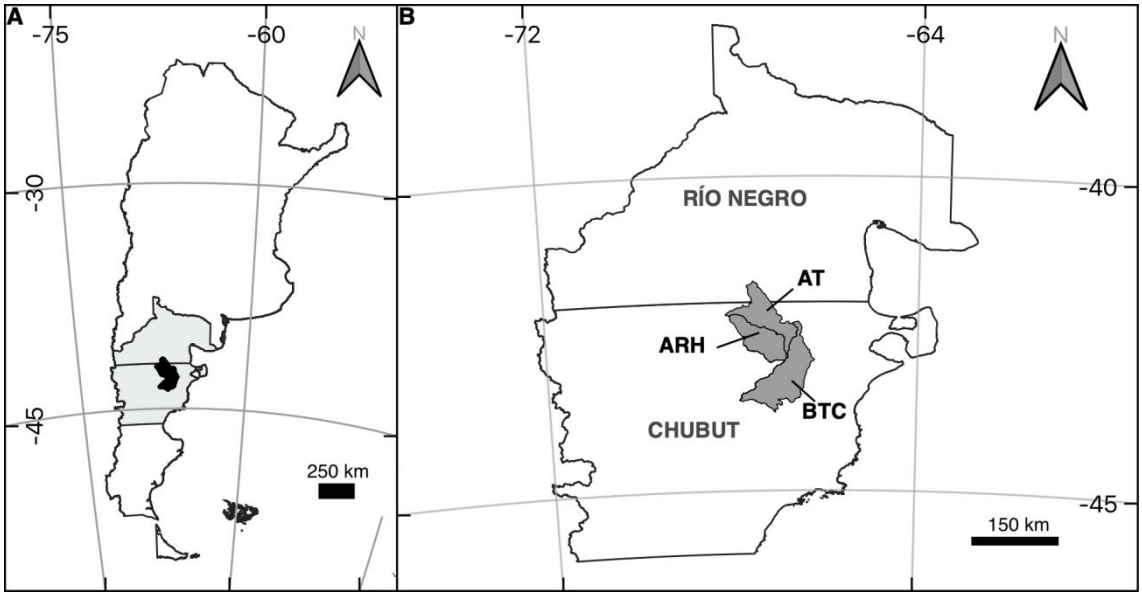


Figura 86– Ubicación del área de estudio.

Nota: A. Localización regional dentro de Argentina, marcando el área total relevada (en negro), dentro de las provincias del Chubut y Río Negro (en gris). B. Detalle de las subcuencas relevadas. AT: Arroyo Telsen; ARH: Arroyo Ranquil Huao; BTC: Bajo de la Tierra Colorada. Proyección WGS84.

5.1.2 Metodología

Para el mapeo geológico se procedió al reconocimiento las diferentes unidades litológicas considerando rasgos texturales, relaciones topográficas, formas de erosión y relaciones laterales. El mapa resultante posee resolución digital a escala 1:50.000 (Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada") (Fig. 85).

Las unidades litológicas se definieron sobre la base de análisis de imágenes satelitales provistas por los softwares Google Earth Pro (freeware) y QGIS (freeware). La digitalización de los mismos se realizó sobre la plataforma QGIS, de modo tal de proveer un plano georreferenciado y de libre acceso. Se destaca que si bien, el plano provisto se presenta a escala regional, su visualización en la plataforma QGIS permite discriminaciones de unidades a escalas de mayor resolución (1:50.000).

Como complemento para la comprensión de la distribución espacial de las geoformas, se utilizaron las descripciones provistas en las Hojas Geológicas 42g (Ylláñez, 1987), 4169-IV "Maquinchao" (Remesal et al., 2001), 4166-III "Cona

Niyeu" (Franchi et al, 2001), 4369-II "Gan Gan" (Ardolino et al., 2021), 4366-II "Telsen" (Ardolino & Franchi, 1996), 4369-IV "Los Altares" (Anselmi et al., 2004) y 4366-III "Las Plumas" (Sacomani & Panza, 2007).

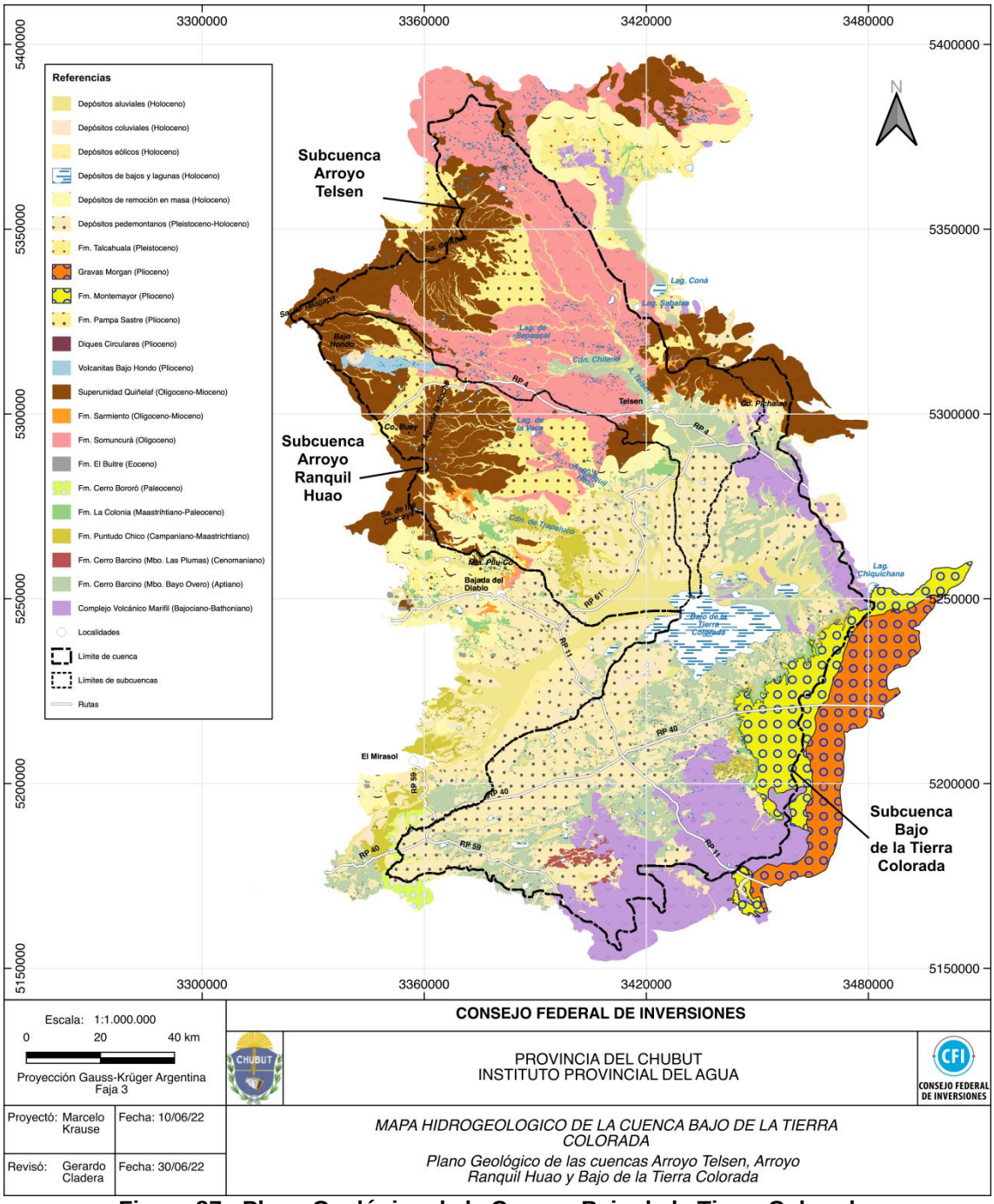


Figura 87 - Plano Geológico de la Cuenca Bajo de la Tierra Colorada.

5.1.3 Generalidades

La cuenca hidrográfica Bajo de la Tierra Colorada se subdivide en tres subcuencas, Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada. Estas subcuencas se localizan en el sector oriental de la cuenca sedimentaria de Cañadón Asfalto, una cuenca formada en el Jurásico, durante la fragmentación de Gondwana, y el sector meridional de la Meseta de Somuncurá, referibles como ámbito geológico en conjunto como Cuenca de Somuncurá-Cañadón Asfalto (Cortiñas, 1996).

La cuenca de Somuncurá-Cañadón Asfalto se caracteriza por una espesa columna sedimentaria de edad jurásica y cretácica, sobre la cual se apoya una columna relativamente menos potente, de sedimentitas y vulcanitas paleógenas y neógenas. El basamento de la cuenca se corresponde con rocas metamórficas del Paleozoico superior, intruídas a su vez por granitoides pérmicos y triásicos. Figari et al. (2015) reconocen dos grandes estadios para la Cuenca de Cañadón Asfalto, el más antiguo vinculado a la formación de los depocentros principales dentro de la cuenca, desde el Jurásico temprano hasta el Cretácico tardío, dominantemente extensional a transtensional, y otro dominantemente contraccional, durante el Cenozoico, vinculado al proceso de inversión tectónica y a la formación de depocentros pequeños rellenos. Los depocentros generados por el primero del primer evento se habrían rellenado por las secuencias jurásicas y cretácicas, mientras que los generados por el segundo evento, habrían sido rellenados por depósitos esencialmente piroclásticos y lávicos. Los depocentros sedimentarios del primer evento consisten en una serie de hemigrábenes, alargados en dirección NO, con umbrales transversales y elementos menores internos (Figari, 2005). De sur a norte, Figari (2005) reconoció los depocentros Paso de Indios, Valle General Racedo, Gorro Frigio, Gan y Gastre; a los cuales se le sumó el depocentro de Fossatti (Figari et al., 2015), ubicado entre las cubetas de Gan Gan y Valle General Racedo. Particularmente, la cuencas hidrográficas aquí analizadas incluiría la parte oriental de los depocentros de Valle General Racedo y Gan Gan.

Las rocas más antiguas reconocidas dentro del área de estudio, de edad Jurásico medio, corresponden al Complejo Volcánico Marifil. El posterior relleno

de la cuenca, durante el Jurásico superior, caracterizado por ambientes lacustres y aluviales con coladas basálticas intercaladas (Fm. Cañadón Asfalto; Cúneo et al., 2013; Figari et al., 2015), no se ha registrado dentro del área estudiada. Las rocas que siguen en antigüedad corresponden al Grupo Chubut, en particular a la parte más alta, asignadas a la Fm. Cerro Barcino (miembros Bayo Overo, Puesto Manuel Arce y Las Plumas). Estas unidades están representadas por depósitos esencialmente aluviales y son de edad Aptiana–Cenomaniana (Umazano et al., 2017; Krause et al., 2020). El relleno post-Grupo Chubut se caracteriza por dos tipos de sedimentación, una fluvial (Formación Puntudo Chico, Campaniano–Maastrichtiano) y una propia de ambiente marino proximal que prograda a ambiente mixto, durante el Maastrichtiano y parte baja del Daniano (Formación La Colonia) (Clyde et al., 2021). Esta última, junto con la Formación Cerro Bororó (y equivalentes: formaciones Salamanca y Roca) representan el inicio de la depositación cenozoica en la Cuenca Cañadón Asfalto, constituyendo el registro de una inundación epeírica, que afectara al margen atlántico de Argentina ya a partir del Cretácico tardío (Riccardi, 1988; Uliana & Biddle, 1988), y que fuese magnificada por un basculamiento continental hacia el oeste durante el Daniano (Gianni et al., 2018).

El relleno post-daniano de la cuenca se restringe esencialmente a eventos piroclásticos y eventos volcánicos desarrollados durante el lapso Eoceno–Mioceno (Bilmes et al., 2014). Para el Eoceno se reconocen extensos campos de lava básica, vinculados genéticamente al proceso de subducción de dorsales oceánicas bajo la placa Sudamericana y generación de ventanas astenosféricas, posiblemente debido a una tasa de subducción diferencial respecto del denominado Punto Triple Chile, mayor al norte (subducción de Placa de Nazca) y menor al sur (subducción de placa Antártica) (Guillaume et al., 2009; Ramos, 2005; Alric & Massaferro, 2017). En el área de estudio, el volcanismo del Eoceno se restringe a la Formación El Buitre. El escenario post-Eoceno medio–pre-Oligoceno denota un área elevada, sin espacio de acomodación que propiciara el relleno sedimentario del Paleógeno inferior (Eoceno medio) registrada en otras partes de la provincia del Chubut (Foix et al., 2021: fig. 2).Para el Paleógeno tardío y Neógeno temprano, se reconoce un nuevo evento de levantamiento

cortical (Bilmes et al., 2014; Orts et al., 2012), el cual habría generado espacios de acomodación locales, propiciando el relleno de pequeños depocentros, localizados en zonas altas, y a la vez generado nuevas ventanas astenosféricas (Breitsprecher & Thorkelson, 2009; Guillaume et al., 2010). El relleno del área de estudio para este tiempo se corresponde con mantos tobáceos, de origen eólico y aluvial de la Formación Sarmiento (Oligoceno–Mioceno) y con extensos mantos lávicos coetáneos asignados a la Formación Somuncurá y a la Superunidad Quiñelaf (Ardolino & Franchi, 1996; Ardolino et al., 2021). El relleno post-Mioceno se completa con depósitos pedemontanos y depósitos de remoción en masa, aluviales, eólicos y coluviales desarrollados desde el Plioceno hasta el presente.

La Tabla 5.1 resume el contexto cronoestratigráfico de las principales unidades aflorantes en la región de estudio, según las diferentes hojas geológicas descriptas y la nomenclatura utilizada en este trabajo. La Tabla 5.2 sintetiza las unidades adoptadas en este informe junto con sus principales características y las edades adaptadas al conocimiento actual.

Era	Prd	Época	4169-IV Maquinchao	4166-III Cona Niyeu	4369-II Gan Gan	4366-I Telsen	4369-IV Los Altares	4366-III Las Plumas	Este Informe
CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	Depósitos aluviales, coluviales y de bajos y lagunas	Depósitos aluviales	Depósitos aluviales y coluviales	Depósitos aluviales y coluviales	Depósitos de planicies aluviales	Depósitos de planicies aluviales	Depósitos aluviales
				Depósitos de bajos y lagunas	Depósitos de bajos y lagunas	Depósitos finos de bajos y lagunas	Depósitos de bajos	Depósitos finos de bajos y lagunas	Depósitos de bajos y lagunas
				Depósitos coluviales	Depósitos aluviales y coluviales	Depósitos aluviales y coluviales	Depositos aluviales y coluviales indiferenciados	Depositos aluviales y coluviales indiferenciados	Depósitos coluviales
								Depósitos eólicos	Depósitos eólicos
			Depósitos de remoción en masa	Depósitos de remoción en masa	Depósitos de remoción en masa	Depósitos de remoción en masa	Depósitos de remoción en masa		Depósitos de remoción en masa
		Pleistoceno	Formación Talcahuala	Depósitos sobre pedimentos en el Grupo Chubut / Formación Talcahuala	Depósitos que cubren a niveles indiferenciados Depósitos que cubren superficie de pedimentación en Sa. de los Chacays	1er, 2do y 3er niveles de piedemonte Gravas Morgan / Rodados Patagónicos		Gravas Morgan / Fm. Montemayor	Formación Talcahuala / Depósitos pedemontanos / Gravas Morgan / Fm. Montemayor
	NEÓGENO	Plioceno	Volcanitas Bajo Hondo			Diques circulares			Volcanitas Bajo Hondo / Diques Circulares
		Mioceno superior			Fm. Pampa Sastre	Fm. Pampa Sastre	Fm. Pampa Sastre		Fm. Pampa Sastre
		Mioceno medio-superior	Superunidad Quiñelaf-Complejo Volcanico Sierra de Apas / Volcanitas Corona Chica	Superunidad Quiñelaf-Complejo Volcanico Sierra de Apas / Volcanitas Corona Chica	Superunidad Quiñelaf-Complejos Volcanicos Sierras de los Chacays, de Apas y Talagapa	Basalto La Mesada / Facies Lavica básica Final / Facies Intrusiva / Lavas Porfiricas Grisáceas / Lavas Porfiricas Oscuras y moradas			Superunidad Quiñelaf
		Mioceno Inferior			Fm. Colhué Huapi				Fm. Sarmiento
MESOZOICO	PALEÓGENO	Oligoceno superior-Mioceno Inferior	Fm. Somuncurá	Fm. Somuncurá	Fm. Somuncurá	Fm. Somuncurá			Fm. Somuncurá
		Oligoceno superior							
		Oligoceno superior	Gr. Sarmiento	Gr. Sarmiento	Fm. Deseado	Gr. Sarmiento	Gr. Sarmiento		Fm. Sarmiento
		Eoceno							
		Paleoceno-Eoceno		Fm. El Buitre	Fm. El Buitre		Fm. El Buitre o El Canquel		Fm. El Buitre
		Paleoceno Inferior	Fm. Roca	Fm. Roca	Fm. Roca		Fm. Salamanca	Fm. Salamanca	Fm. Cerro Bororó
	CRETÁCICO	Campaniano-Maastrichtiano			Fm. La Colonia	Fm. La Colonia	Fm. La Colonia	Fm. La Colonia	Fm. La Colonia
		Campananiano			Fm. Puntudo Chico	Fm. Puntudo Chico	Fm. Puntudo Chico	Fm. Puntudo Chico	Fm. Puntudo Chico
		Aptiano-Cenomaniano		Gr. Chubut	Fm. Cerro Barcino	Gr. Chubut	Gr. Chubut indiferenciado + Fm. Cerro Barcino (Mbos. Las Plumas, Puesto Manuel Arce, Bayo Overo)	Fm. Cerro Barcino (Mbos. Las Plumas, Puesto Manuel Arce)	Fm. Cerro Barcino (Mbos. Las Plumas, Puesto Manuel Arce/Bayo Overo)
	JURÁSICO	Bajociano-Bathoniano		Complejo Volcánico Marifil	Fm. Lonco Trapial	Fm. Marifil	Gr. Lonco Trapial	Gr. Lonco Trapial	Complejo Volcánico Marifil

Tabla 5.1. Cronoestratigrafía según hojas geológicas en el área de estudio y nomenclatura adoptada en este informe.

Era	Prd	Época	UNIDAD	LITOLOGÍA	ORIGEN
CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	Depósitos aluviales	Bloques, gravas, arenas, limos y arcillas	Continental. Fluvial efímero. Planicies aluviales. Abanicos aluviales
			Depósitos eólicos	Arenas finas a medianas	Continental. Campos de dunas y mantos tabulares
			Depósitos de bajos y lagunas	Limos, arcillas. Eflorescencias salinas	Continental. Relieves negativos. Impactos meteoríticos.
			Depósitos coluviales	Bloques, gravas, arenas finas a gruesas	Continental. Conos de derrubios y depósitos de faldeo
			Depósitos de remoción en masa	Bloques, gravas y arenas	Continental. Desestabilización de laderas de mesetas basálticas
		Pleistoceno-Holoceno	Depósitos pedemontanos	Gravas, arenas finas a medianas, limos	Continental. Fluvial-aluvial y de piedemonte, sobre superficies de pedimento
		Pleistoceno	Fm. Talcahuala	Conglomerados y aglomerados	Continental. Fluvial-aluvial y de piedemonte, sobre superficies de pedimento
	NEÓGENO	Plioceno	Gravas Morgan	Gravas y arenas	Continental. Fluvial, vinculado a cursos de alta sinuosidad
			Fm. Montemayor	Conglomerados con matriz arenosa	Continental. Fluvial-aluvial, vinculado a procesos fluvio-glaciales
			Volcanitas Bajo Hondo	Basaltos y piroclastitas	Ígneo. Efusiones volcánicas básicas
			Diques Circulares	Basaltos olivínicos	Ígneo - Intrusivos
			Fm. Pampa Sastre	Brechas, conglomerados, areniscas conglomerádicas, areniscas	Continental. Fluvial y piedemonte
		Oligoceno-Mioceno	Superunidad Quiñelaf	Basaltos, traquibasaltos, lavas traquíticas, andesitas, microgabros	Ígneo. Efusiones volcánicas básicas
		Oligoceno	Formación Somuncurá	Basaltos olivínicos	Ígneo. Efusiones volcánicas básicas
		Oligoceno-Mioceno inferior	Fm. Sarmiento	Tobas, tobas arenosas, chonitas, bentonitas. Conglomerados intraformacionales subordinados	Piroclástico. Erupciones volcánicas mesosilíceas, depósitos eólicos y lagunas. Depósitos retrabajados por ríos
		Eoceno	Fm. El Buitre	Basaltos y teschenitas	Ígneo. Efusiones volcánicas básicas
		Paleoceno inferior	Fm. Cerro Bororó	Areniscas glauconíticas, coquinas, limolitas, fanolitas, arcillitas	Marino. Depósitos de plataforma somera y shoreface, facies
MESOZOICO	CRETÁCICO	Maastrichtiano-Daniano	Fm. La Colonia	Limolitas, fangolitas y arcillitas. Areniscas finas a medianas subordinadas	Mixto. Facies de bahía estuarinas, con dominio mareal, facies de lagoon. Subordinado, depósitos de plataforma somera y shoreface
		Campananiano	Fm. Puntudo Chico	Areniscas, areniscas conglomerádicas, conglomerados,	Continental. Fluvial, sistemas de carga de lecho y carga mixta
		Aptiano-Albiano	Fm. Cerro Barcino	Tobas, areniscas tobáceas, fangolitas. Conglomerados intraformacionales subordinados.	Continental. Fluvial, sistemas de carga mixta
	JUR.	Bajociano-Bathoniano	Complejo Volcánico Marifil	Ignimbritas, andesitas, aglomerados volcánicos, tobas	Ígneo y volcaniclástico

Tabla 5.2. Síntesis de unidades litológicas presentes en las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada.

5.1.4 Descripción de unidades geológicas

COMPLEJO VOLCÁNICO MARIFIL

El relleno jurásico y cretácico de la cuenca Cañadón Asfalto ha sido dividido en tres megasecuencias principales (J1, J2 y K), separadas entre sí por discordancias regionales, yacentes sobre el basamento (Figari, 2005; Figari et al., 2015). La Megasecuencia J1 está constituida por la formaciones Las Leoneras, Lonco Trapial (aquí denominada **Complejo Volcánico Marifil**) y Cañadón Asfalto. Esta Megasecuencia representa la acumulación en sistemas fluviales, lacustres y volcánicos-volcaniclásticos durante los estadios incipiente a juvenil del rift (Figari, 2005; Figari et al., 2015). Estudios geocronológicos U-Pb al oeste del área de estudio sitúan a las Fms. Lonco Trapial y Cañadón Asfalto a los respectivos lapsos Pliensbachiano–Toarciano y Toarciano–Aaleaniano (¿Bajociano?) (Cúneo et al., 2013). Para este informe, conforme la distancia de afloramiento se ha elegido mantener conservativamente la edad Bajociano–Bathoniano (e.g., Ardolino et al., 2021).

El Complejo Volcánico Marifil representa el ~1,8 % del área relevada (~440 km2) (Tabla 3) y se encuentra concentrada en el borde sudeste y noreste de la cuenca Bajo de la Tierra Colorada, y al este de la cuenca Arroyo Telsen (“Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada”) (Fig. 85, 86.A).

GRUPO CHUBUT

La Megasecuencia K de Figari (2005) comprende a las sedimentitas continentales del Grupo Chubut, una sucesión continental de depósitos fluviales, aluviales y lacustres, con frecuentes ocurrencias de depósitos piroclásticos , y potencias de cientos a miles de metros (Chebli et al., 1976; Codignotto et al., 1978; Umazano et al., 2017). Dividido en dos formaciones, Los Adobes y Cerro Barcino (Codignotto et al., 1978), el Grupo Chubut habría iniciado su sedimentación en depocentros formados a expensas de esfuerzos transpresivos-transtensivos durante el Tithoniano tardío–Hauteriviano. Estos

esfuerzos habrían generado la rotación de bloques kilométricos (Geuna et al., 2000), generando el rompimiento de los hemigrábenes pre-existentes, su levantamiento y colapso. Así se habría propiciado la generación de espacio de acomodación así como también una importante discordancia regional entre la Fm. Los Adobes y el sustrato Jurásico (Geuna et al., 2000; Figari et al., 2015; Figari & García, 2018). La depositación de la parte baja del Grupo Chubut (Fm. Los Adobes) habría ocurrido bajo condiciones tafrogénicas, mientras que la depositación de los Mbos. Puesto La Paloma y Cerro Castaño (parte inferior de la Fm. Cerro Barcino) habrían excedido los límites de esas cubetas tafrogénicas (Figari et al., 2015). Hacia el este, dentro del área de estudio, se reconocen a los miembros Bayo Overo y Puesto Manuel Arce. El Miembro Bayo Overo, en la parte basal, resulta coetáneo con el Miembro Puesto La Paloma (Krause et al., 2020). Por encima, y en probable relación lateral entre ellos, se encuentran a los miembros Las Plumas y Puesto Manuel Arce. El primero se circunscribe a áreas próximas al Complejo Volcánico Marifil sugiriendo facies de borde de cuenca, mientras que el segundo presenta una extensión mayor, hacia sectores interiores de la cuenca. Estudios geocronológicos de U-Pb desarrollados sobre estratos tobáceos de los miembros Puesto La Paloma, Cerro Castaño, Las Plumas y Puesto Manuel Arce permiten situar temporalmente a la Fm. Cerro Barcino en el lapso Aptiano–Cenomaniano (Suárez et al., 2014; Krause et al., 2020). A su vez, la edad obtenida próxima a la base del Mbo. Puesto La Paloma (~118,5 Ma; Krause et al., 2020) junto a indicadores micropaleontológicos (Musacchio, 1972, 1995, De Sosa Tomas et al., 2022) sugieren para la Fm. Los Adobes una edad Barremiana–Aptiana temprana.

Es importante destacar que en este punto, el plano geológico aquí representado difiere notablemente de las hojas geológicas pre-existentes. Los mapas geológicos analizados para este informe presentan diferentes designaciones, según se cambia de hoja geológica, y para algunos casos, directamente no hay una distinción de miembros y/o de formación (e.g., Chubut indiferenciado). Las observaciones provistas por Silva Nieto et al. (2017) y por Krause et al. (2020) sugieren que el Mbo. Bayo Overo en algunos sitios no constituiría una unidad litológica diferente, sino que hacia el oeste pueden ser asignados a los miembros Puesto La Paloma y Cerro Castaño, mientras que al

este, pueden ser asignables al Miembro Puesto Manuel Arce. A los fines prácticos, y considerando la homogeneidad de los afloramientos mapeados para este informe, se ha optado por considerar a todos los afloramientos del este del área de estudio, como Formación Cerro Barcino (miembros Bayo Overo/Puesto Manuel Arce). No obstante, solo un trabajo de detalle sobre estos afloramientos, permitirá la correcta designación de estas unidades y la correcta asignación de aquellos afloramientos asignados a Chubut indiferenciado.

Los miembro Bayo Overo/Puesto Manuel Arce, mapeados en conjunto, representan ~9 % del área relevada (~2150 km2) (Tabla 5.3). Sus afloramientos más importantes se encuentran distribuidos ampliamente dentro de la cuenca Bajo de la Tierra Colorada, y poseen una concentración en el sector sudeste de la cuenca Arroyo Telsen, particularmente a los lados de valles (“Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada”) (Fig. 85.). Se observa en particular la presencia de depósitos areno-conglomerádicos rojos, depositados en canales fluviales. En la subcuenca del Arroyo Telsen, por debajo de la Fm. La Colonia, la parte superior de esta secuencia se caracteriza por una asociación de tres niveles continuos dentro de un extensa área, compuesto de un nivel tobáceo rojizo (inferior), un banco fangolítico marrón rojizo (medio) y un cuerpo de canal, areno-conglomerádico, aflorante como cornisa (superior) (Fig. 86 B-C). Hacia el límite SO de la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada, los niveles de canales fluviales se desarrollan sobre paredones de areniscas tobáceas rosadas (Fig. 86 D).. Esta sucesión, en los alrededores de la localidad Telsen, constituyen prácticamente un nivel base de la línea inferior de afloramientos, mostrando en algunos casos repetición de facies de canales y fangolitas, pudiéndose identificar fajas de canales, con 3-5 metros de espesor (Fig. 86.E).

El Miembro Las Plumas representa un ~0,2 % del área relevada (~56 km2) (Tabla 5.3). Su ocurrencia se restringe al sector sudeste de la cuenca Bajo de la Tierra Colorada (“Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada”) (Fig. 85, 86.E). Los sitios con afloramientos más característicos de esta unidad se encuentran en los alrededores de la localidad Las Plumas, en el borde centrosur-sudoeste de la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada. Allí se puede distinguir al Mbo. Las Plumas, de tonos

marcadamente rojizos, los cuales apoyan de modo discordante, por sobre depósitos del Miembro Bayo Overo/Puesto Manuel Arce (Fig. 86.F).

Unidad	Área (km^2)	% del A_{total}
Complejo Volcánico Marifil	438,7	1,8
Fm. Cerro Barcino (Mbo. Bayo Overo/Puesto Manuel Arce)	2147,8	8,9
Fm. Cerro Barcino (Mbo. Las Plumas)	55,8	0,2
Fm. Puntudo Chico	455,7	1,9
Fm. La Colonia	218,8	0,9
Fm. Cerro Bororó	123,4	0,5
Fm. El Buitre	21,4	0,1
Fm. Sarmiento	86,2	0,4
Fm. Somuncurá	3391,7	14,1
Superunidad Quiñelaf	3846,7	16,0
Volcanitas Bajo Hondo	72,1	0,3
Diques Circulares	3,4	0,0
Fm. Pampa Sastre	996,4	4,1
Fm. Talcahuala	391,0	1,6
Fm. Montemayor	978,9	4,1
Gravas Morgan	970,2	4,0
Depósitos pedemontanos	4592,8	19,1
Depósitos de remoción en masa	1372,1	5,7
Depósitos de bajos y lagunas	738,0	3,1
Depósitos eólicos	116,9	0,5
Depósitos coluviales	169,4	0,7
Depósitos aluviales	2901,7	12,0

Tabla 5.3. Cuantificación de áreas por unidad litológica tratada, respecto al área total relevada en el plano geológico provisto.

FORMACIONES PUNTUDO CHICO, LA COLONIA Y CERRO BORORÓ

La Formación Puntudo Chico es una unidad esencialmente arenosa, con tonalidades amarillo verdosas y castaño rojizos, depositadas en sistemas fluviales (Pesce, 1978; Pascual et al., 2000). Uno de sus rasgos principales es la abundancia de troncos fósiles, los cuales presentan altos niveles de mineralización de uranio. Recientemente Clyde et al. (2021) ha determinado en el techo de la Formación Puntudo Chico edades U-Pb detríticas, con rango de edades desde Paleozoico a Maastrichtiano temprano (~71.7 Ma), lo cual permite suponer que esta unidad habría sido depositada durante el Campaniano–Maastrichtiano temprano.

La Fm. Puntudo Chico representa el ~1,9 % del área relevada (~456 km2) (Tabla 5.3). Sus afloramientos se extienden al norte del Arroyo Perdido y al

noroeste del Bajo de la Tierra Colorada, particularmente en el área del cañadón de Trapaluco ("Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada") (Fig. 85.). Los afloramientos más conspicuos se reconocen al oeste del área de estudio, al SO de la localidad Bajada del Diablo, al oeste de las subcuencas Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada (Fig. 86.G).

Por sobre la Fm. Puntudo Chico se apoya la Fm. La Colonia, unidad esencialmente marina. Su característica más relevante está dada por la presencia de fangolitas gris verdosas, aflorantes en típico paisaje de mal país (Pesce, 1978; Anselmi et al., 2004). La Formación La Colonia se compone de facies de plataforma somera y shoreface en su sección inferior, y sucesiones mixtas influenciadas por mareas que evolucionan a ambientes más dulceacuícolas (Cúneo et al., 2014; Gasparini et al., 2015; Guler et al., 2019; Clyde et al., 2021). Su depositación habría ocurrido durante la inundación regional que afectó a Sudamérica durante el Cretácico tardío y Paleógeno temprano (Riccardi, 1988; Uliana & Biddle, 1988). La edad detrítica previamente mencionada para el techo de la Fm. Puntudo Chico, permite establecer para la base de la Fm. La Colonia, una edad máxima Maastrichtiana temprana. En adición, los resultados del análisis paleomagnetoestratigráficos obtenido, Clyde et al. (2021) establecieron la presencia del límite K-Pg en la sección media-superior de la Fm. La Colonia.

La Fm. La Colonia representa el ~0,9 % del área relevada (~219 km2) (Tabla 5.3). Dentro del área de estudio, sus afloramientos se distribuyen tanto sobre la Fm. Puntudo Chico como por sobre rocas de la Fm. Cerro Barcino ("Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada") (Fig. 85.). La Fm. La Colonia presenta afloramientos en los alrededores de Telsen y en el sector oriental de la subcuenca Arroyo Ranquil Huao (Fig. 87.A-C). En todo esta área, la Fm. La Colonia suprayace a rocas cretácicas de la Fm. Cerro Barcino.

Por sobre la Fm. La Colonia, apoya en concordancia, la Fm. Cerro Bororó, una unidad marina compuesta de areniscas glauconíticas, coquinas y fangolitas, depositadas en sistemas marinos mixtos (Andreis et al., 1973). Designada como Fm. Roca (Ardolino et al., 2021) o Fm. Salamanca (Anselmi et al., 2004;

Sacomani & Panza, 2007), se prefiere la denominación Cerro Bororó, conforme es más representativa de la cuenca Cañadón Asfalto (Andreis et al., 1973). La Fm. Cerro Bororó constituye el registro de un evento transgresivo desarrollado principalmente durante el Paleoceno temprano, en casos excediendo los límites del 'mar coloniense', pese a estar en un momento de inicio de descenso del nivel eustático global. Esta aparente digresión encuentra solución al postularse un basculamiento continental para el tiempo de la transgresión paleocena (Gianni et al., 2018).

La Fm. Cerro Bororó representa el ~0,5 % del área relevada (~123 km2) (Tabla 5.3). Sus afloramientos, más conspicuos dentro del área de interés de este informe, se encuentran hacia el límite sudoccidental de la cuenca Bajo de la Tierra Colorada ("Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada") (Fig.85.).

COMPRESIÓN PALEÓGENA–NEÓGENA

Procesos compresivos desarrollados en el área tectónica andina y pre-andina patagónica, han generado la inversión tectónica de estructuras extensionales preexistentes, durante el Neógeno (Giacosa & Márquez, 1999; Giacosa et al., 2005; Ramos, 2015). En el área de estudio, estos procesos compresivos resultan poco evidentes, particularmente como plegamientos suaves y de ocurrencia local, sobre estratos cretácicos situados en la región occidental de la cuenca Bajo de la Tierra Colorada, y circundantes a la región de El Mirasol. La generación de altos topográficos a expensas de las unidades mesozoicas habría ocurrido para el Paleoceno, como se registra en la región sur del Chubut. La fase sedimentaria durante el Paleoceno–Eoceno habría ocurrido durante la continuación de eventos compresivos, elevando sucesiones del Paleógeno y Neógeno.

FORMACIÓN EL BUITRE

Esta unidad se compone de rocas ígneas básicas, entre ellos basaltos y algunos cuerpos gábricos constituyendo extensas coladas lávicas, domos, maars, cuellos volcánicos, diques y filones capas ocurridos durante el Paleógeno (e.g., Alric & Massaferro, 2017; Haller et al., 2017). Se vinculan a la etapa de

inversión tectónica previamente mencionada, en donde se habrían generado condiciones de extensión primaria asociada a volcanismo de intraplaca basáltico (Alric & Massaferro, 2017; Ramos, 2015). La generación de magma básico en la región de estudio, se vincula al proceso de subducción de dorsales oceánicas bajo la placa Sudamericana, en donde se habrían generado ventanas astenosféricas, posiblemente debido a una tasa de subducción diferencial respecto del denominado Punto Triple Chile, mayor al norte (subducción de Placa de Nazca) y menor al sur (subducción de placa Antártica).

La Fm. El Buitre representa el ~0,1 % del área relevada (~21 km2) (Tabla 5.3). En el área de estudio ocurre en adyacencias de las cuencas de interés, en el área situada entre El Mirasol y Bajada del Diablo, al oeste de las cuencas Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada ("Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada") (Fig. 85).

FORMACIÓN SARMIENTO

La Fm. Sarmiento es una unidad compuesta esencialmente de tobas, psamitas y pelitas tobáceas, frecuentes bentonitas y conglomerados intraformacionales subordinados. Se extiende temporalmente desde el Eoceno medio (Dunn et al., 2013; Ré et al., 2010), aunque en la región de estudio se encuentran representados los términos superiores, depositados durante el Oligoceno–Mioceno. Esta depositación ha ocurrido durante el continuo levantamiento y la inversión tectónica de la mayor parte de la Cuenca de Cañadón Asfalto, el cual habría generado cuencas intermontanas (Figari et al., 2015). El relleno habría ocurrido a través de lluvias de ceniza y retrabajo por parte de sistemas aluviales.

La Fm. Sarmiento representa el ~0,4 % del área relevada (~86 km2) (Tabla 5.3). Los afloramientos ocurren dentro de las cuencas Arroyo Ranquil Huao y Arroyo Telsen, al pie de las extensas mesetas lávicas conformadas por la Fm. Somuncurá y la Superunidad Quiñelaf ("Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 85). La Fm. Somuncurá no solo la suprayace sino que en algunos casos también se intercala con la Fm. Sarmiento, separando la fase oligocena de la miocena. En

términos generales, los afloramientos de esta unidad se disponen en forma rectilínea, con orientación SO-NE, sugiriendo una posible ocurrencia vinculada a fallas, al pie de la meseta lávica ("Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 85).

FORMACIÓN SOMUNCURÁ

La Fm. Somuncurá abarca basaltos olivínicos que conforman extensas coladas lávicas ocurridas durante el Oligoceno y principalmente durante el Mioceno(Ardolino & Franchi, 1996; Anselmi et al., 2004). Se asume un origen similar al propuesto para las efusiones básicas del Eoceno. El magmatismo básico posee ocurrencias durante el Eoceno, no obstante para el Oligoceno domina un período de baja velocidad de desplazamiento absoluto de la placa sudamericana que podría haber controlado el magmatismo extensional de la región central de la cuenca del Golfo San Jorge y sus basaltos asociados (e.g., Ramos, 2015; Alric & Massaferro, 2017).

La Fm. Somuncurá representa el ~14 % del área relevada (~3392 km2) (Tabla 5.3). Se distribuye dentro de las cuencas Arroyo Ranquil Huao, particularmente en el sector central-norte, y en la parte media de la cuenca Arroyo Telsen ("Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 85). Se presenta usualmente por sobre o intercalada en las tobas de la Fm. Sarmiento.

SUPERUNIDAD QUIÑELAF

La Superunidad Quiñelaf representa fases de volcanismo alcalino, desarrollada principalmente en la parte sur de la meseta de Somúncurá. Se compone de volcanitas mesosilícicas, en general traquíticas, tobas, ignimbritas y pórfiros traquíticos Telsen (Nuñez et al., 1975; Nakayama et al., 1979; Ylláñez & Lema, 1979; Ardolino, 1981, 1987; Ardolino & Franchi, 1996; Franchi et al., 2001; Ardolino et al., 2021). Son comunes los centros volcánicos, donde participan fundamentalmente rocas lávicas, siguiéndole en importancia los productos piroclásticos. Las lavas derramadas son de composición riolítica, traquítica, traquiandesítica y traquibasáltica. También resulta un rasgo común,

dentro de esta Superunidad, la emisión de pequeños centros monogénicos caracterizados por la efusión de traquitas viscosas en forma de gruesas coladas de escasa longitud y grandes cuerpos cupuliformes (e.g., Ardolino et al., 2021).

La Superunidad Quiñelaf representa el ~16 % del área relevada (~3847 km2) (Tabla 5.3). Las diferentes subunidades incluidas dentro de esta Superunidad, constituyen usualmente serranías dentro del ámbito mesetiforme que caracteriza a la Meseta de Somún Curá, con amplia distribución en las cuencas Arroyo Ranquil Huao y Arroyo Telsen, particularmente en Sierra de los Chacays, Sierra de Apas, Sierra de Talagapa y zona de Telsen ("Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" (Fig. 85). Las volcanitas que constituyen a esta unidad, visible en las subcuencas Arroyo Telsen y Arroyo Ranquil Huao, constituyen la parte superior de las mesetas (Fig. 87 A-C) y el aspecto de serranías, que destaca especialmente en contraste con planicies de depósitos pedemontanos (Fig. 87.D).

VOLCANITAS BAJO HONDO

Referida por Ardolino (1981, 1987) como Formación Bajo Hondo, las Volcanitas Bajo Hondo se corresponden con afloramientos extensos constituidos alternadamente por basaltos y piroclastitas, incluyendo flujos piroclásticos. Ardolino & Delpino (1986) establecieron que las rocas de la Formación Bajo Hondo provienen de un inmenso centro volcánico traquítico localizado en la zona de Talagapa, al que denominaron Centro Volcánico de la sierra de Talagapa, con una evolución similar a la de la Formación Quiñelaf, para ese tiempo, en las sierras de Apas y de los Chacays. Según Ardolino et al. (2021) la Formación Bajo Hondo puede ser considerada como parte de la Superunidad Quiñelaf, representando las etapas finales del volcanismo en Talagapa. Las Volcanitas Bajo Hondo representan el ~0,3 % del área relevada (~72 km2) (Tabla 5.3) y se localizan al sudoeste de la sierra de Apas ("Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 85).

DIQUES CIRCULARES

Esta unidad incluye diques verticales conformando usualmente estructuras circulares/subcirculares. Se componen de rocas básicas de color gris oscuro y grano muy fino, con estructura amigdaloide y/o vesicular y textura profírica y diámetros que van desde 1400 a 2300 metros (Ardolino & Franchi, 1996). Los Diques Circulares cubren únicamente ~3 km2 del área relevada (Tabla 5.3) y se localizan en el sector sur de la cuenca Arroyo Telsen, al norte de la localidad homónima ("Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 85.).

FORMACIÓN TALCAHUALA

Esta unidad incluye se caracteriza por mantos de estratos arenosos, areno-conglomerádicos y conglomerádicos aflorantes, depositados sobre superficies de pedimento labrados sobre rocas mesozoicas. La mayor extensión ocurre al norte de Hoja Geológica 4166-III "Cona Niyeu" (Franchi et al., 2001), fuera del área de estudio. Dentro del área relevada, la Formación Talcahuala representan el ~1,6 % del área relevada (~390 km2) (Tabla 5.3) y se localizan en las adyacencias de los límites septentrionales de la cuenca Arroyo Telsen ("Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 85). No se ha establecido un origen claro para estos depósitos, pero a juzgar por los rasgos morfométricos y rasgos de fábrica, es posible que respondan a un origen similar al de la Fm. Pampa Sastre o los depósitos pedemontanos.

FORMACIÓN PAMPA SASTRE Y DEPÓSITOS PEDEMONTANOS

La Fm. Pampa Sastre se constituye por conglomerados y areniscas, depositadas en ambientes aluviales y de piedemonte (Ardolino & Franchi, 1996). Es portadora de clastos de rocas miocenas y suprayace en el sector NE del área de estudio a la Fm. Somuncurá.

Los depósitos pedemontanos mapeados en este informe, agrupan depósitos holocenos y recientes, compuestos de arenas y gravas, usualmente yacentes sobre superficies de pedimento y sobre faldeos. Las edades que se

asumen, de acuerdo a las relaciones de campo, son Plioceno para la Fm. Pampa Sastre y, mayormente, Holoceno para los depósitos pedemontanos.

La Fm. Pampa Sastre ocupa un ~4 % del área relevada (~996 km2) (Tabla 5.3). Se distribuye en el sector noroccidental de la cuenca Arroyo Telsen y en el sector noroccidental a central de la cuenca Arroyo Ranquil Huao, con una marcada orientación NO-SE ("Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 85).

Los depósitos pedemontanos representan el ~19 % del área relevada (~4593 km2) (Tabla 5.3). Poseen una distribución amplia dentro del área de estudio, aunque se advierte una localización preferencial a lo largo del valle del Arroyos Perdido y la zona central de la cuenca Bajo de la Tierra Colorada ("Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada") (Fig. 85). Un punto a destacar es que en esta área ocurre siempre cubriendo rocas más antiguas, principalmente del Grupo Chubut, lo que sugiere estabilidad en la cuenca, una vez depositadas las rocas más antiguas, a un nivel relativamente alto, generando superficies de pedimento. Los depósitos pedemontanos ocurren en las tres subcuencas estudiadas, bien constituyendo extensas planicies de pendientes subhorizontales (Fig. 87 B-D) o bien, cubriendo superficies de pedimento labradas sobre rocas pre-cuaternarias (Fig. 87.E). Por lo general, las facies constituyentes de los depósitos pedemontanos son arenas y conglomerados arenosos. No obstante, en la zona de desagüe, hacia el bajo de la Tierra Colorada, por ejemplo en la subcuenca Arroyo Ranquil Huao, se pueden apreciar bancos arenosos superpuestos de 2-3 m de espesor, con bloques grandes de rocas volcánicas básicas. Estos niveles constituyen facies de canales de poca distancia de transporte, cuya base erosiona rocas pre-cuaternarias (Fig. 88.A).

FORMACIÓN MONTEMAYOR Y GRAVAS MORGAN

La Fm. Montemayor se compone de manto conglomerádicos y arenas, situados en la parte superior de la meseta de Montemayor, en el ámbito de la Hoja Geológica 4366-III (Sacomani & Panza, 2007). Esta unidad ha sido designada como "Rodados Tehuelches" en la Hoja Geológica 4366-I, contigua al norte de la primera (Ardolino & Franchi, 1996). De este modo, la Fm.

Montemayor puede ser vinculada genéticamente a lapsos interglaciarios, o bien "transiciones" (sensu Martínez y Kutschker, 2011), en donde ocurrían la ablación y el retroceso de los glaciares en la región occidental de Patagonia.

La Fm. Montemayor ocupa un ~4 % del área relevada (~980 km2) (Tabla 5.3). Ocurre únicamente en borde oriental de la cuenca Bajo de la Tierra Colorada (Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 85). Las Gravas Morgan, definidas por Lapido & Page (1979), consisten en depósitos de gravas y arenas, poco consolidadas, con cemento calcáreo, que afloran al norte del río Chubut, prolongándose hacia la zona del bajo de la Tierra Colorada. Estas gravas poseen un origen vinculado con cursos fluviales meandriformes (Lapido, 1981; Page, 1987; Sacomani & Panza, 2007). Las Gravas Morgan ocupan un ~4 % del área relevada (~970 km2) (Tabla 5.3). Coexisten en sitio de ocurrencia con la Fm. Montemayor, esto es en el borde oriental de la cuenca Bajo de la Tierra Colorada ("Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 85). La meseta conformada por estas dos unidades puede apreciarse, desde el centro de la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada, en dirección N-NE (Fig. 88.B).

DEPÓSITOS DE REMOCIÓN EN MASA

Los depósitos de remoción en masa corresponden a masas de rocas sedimentarias y basálticas, acumuladas fundamentalmente tras movimientos de deslizamientos rotacionales, usualmente al pie de mesetas basálticas, con sustratos friables y hidrofílicas como las tobas de la Fm. Sarmiento, o particularmente, las fangolitas de la Fm. La Colonia.

Los depósitos de remoción en masa representan el ~6 % del área relevada (~1372 km2) (Tabla 5.3). Se concentran preferentemente alrededor de cerros o mesetas coronados por basaltos de las Fms. El Buitre, Somuncurá y las volcanitas de la Superunidad Quiñelaf ("Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 85). En el área de mesetas, alrededor de Telsen, son comunes los bloques deslizados, apreciándose en algunos casos evidencia de rotación (Fig. 88.C).

DEPÓSITOS DE BAJOS Y LAGUNAS

Se corresponden primordialmente con limos y arcillas, depositadas en depresiones endorreicas, adonde convergen eventualmente flujos de agua en manto. Son frecuentes las eflorescencias salinas. Con frecuencia se concentran a lo largo de cursos de arroyos efímeros de bajo orden, en depresiones sobre planicies basálticas y sobre rocas del Complejo Volcánico Marifil ("Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 85). Los depósitos de bajos y lagunas ocupan el ~3 % dentro del área de estudio (~738 km2) (Tabla 5.3). El cuerpo lagunar de mayor extensión se encuentra en el Bajo de la Tierra Colorada, con una extensión ~500 km2. Hacia el norte de este bajo, en la subcuenca Arroyo Ranquil Huao, se pueden reconocer cuerpos menores, apoyados sobre depósitos pedemontanos, con materiales finos de tonos rojizos, lo que sugiere una proveniencia a partir de la erosión de rocas de la Fm. Cerro Barcino (Fig. 88.D).

DEPÓSITOS EÓLICOS

Los depósitos eólicos se componen de arenas finas y medianas. Constituyen cordones de médanos y acumulaciones mantiformes, distribuidas particularmente a lo largo de valles de cursos efímeros, como el Arroyo Perdido ("Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 85). En este sentido, suelen ocupar bordes del cauce, o bien se apoyan sobre depósitos de barras fluviales antiguas. Los depósitos eólicos ocupan el ~0,5 % dentro de la cuenca Arroyo Perdido (~117 km2) (Tabla 5.3).

DEPÓSITOS ALUVIALES Y COLUVIALES

Los depósitos aluviales y coluviales se constituyen por gravas, arenas y, en modo subordinado, por limo, depositadas por acarreo de aguas distribuidas bien en manto, o en arroyadas concentradas, primordialmente vinculadas a los cauces de los arroyos principales (Arroyo Ranquil Huao, Arroyo Telsen, arroyo de los cañadones Chileno y Trapaluco) ("Plano Geológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 85). Los cauces

de arroyos son mayormente efímeros y se llenan tras precipitaciones torrenciales. El fondo de los arroyos presenta usualmente clastos de las rocas pre-existentes, destacándose en tamaño bloques basálticos, subangulosos producto de trayectos y tiempo de transporte cortos. El curso del arroyo Telsen en particular, recorre tanto la subcuenca Arroyo Telsen (Fig. 89.A) como la de Arroyo Ranquil Huao (Fig. 89.B). Como generalidad, para estos sitios, los cursos fluviales encuentran como sustrato resistente a las rocas de la Fm. Cerro Barcino (Mbo. Bayo Overo/Puesto Manuel Arce).

Los depósitos coluviales ocupan el ~0,7 % dentro del área de estudio (~169 km2), mientras que los depósitos aluviales ocupan el ~12 % (~2902 km2) (Tabla 5.3).

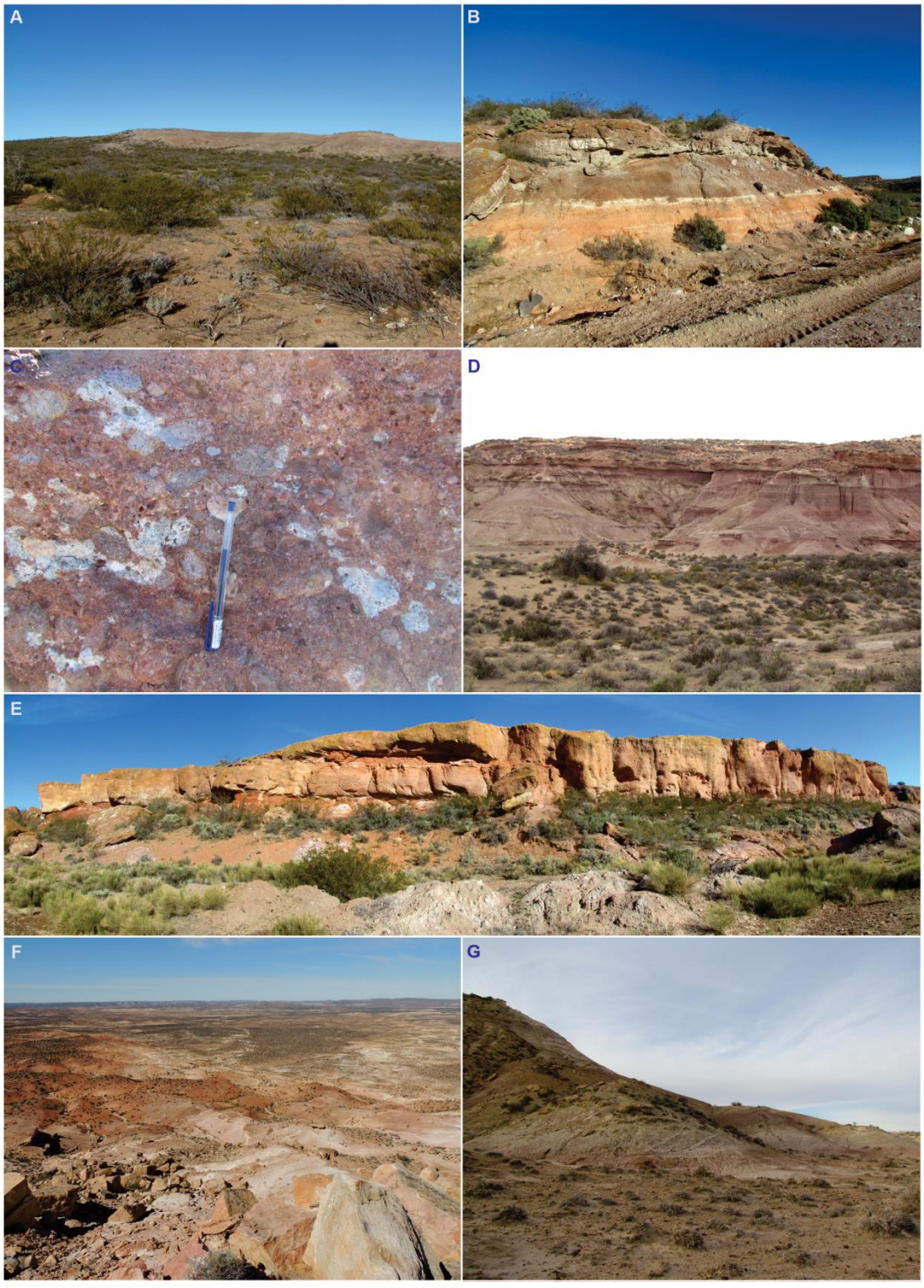


Figura 88. Unidades litológicas (1)

Nota de Figura 88: A. Complejo Volcánico Marifil en cercanías a Telsen. B-D. Formación Cerro Barcino (Miembro Bayo Overo/Puesto Manuel Arce). B-C. Vista de facies fluviales, con ortoconglomerados en cercanías Telsen. D. Aspecto de afloramientos en el SO de la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada. E. Faja de canales fluviales en cercanías a Telsen. F. Formación Cerro Barcino (Miembros Las Plumas y Bayo Overo/Puesto Manuel Arce) en cercanías a la localidad Las Plumas. G. Aspecto de la Fm. Puntudo Chico al oeste de las cuencas de estudio.

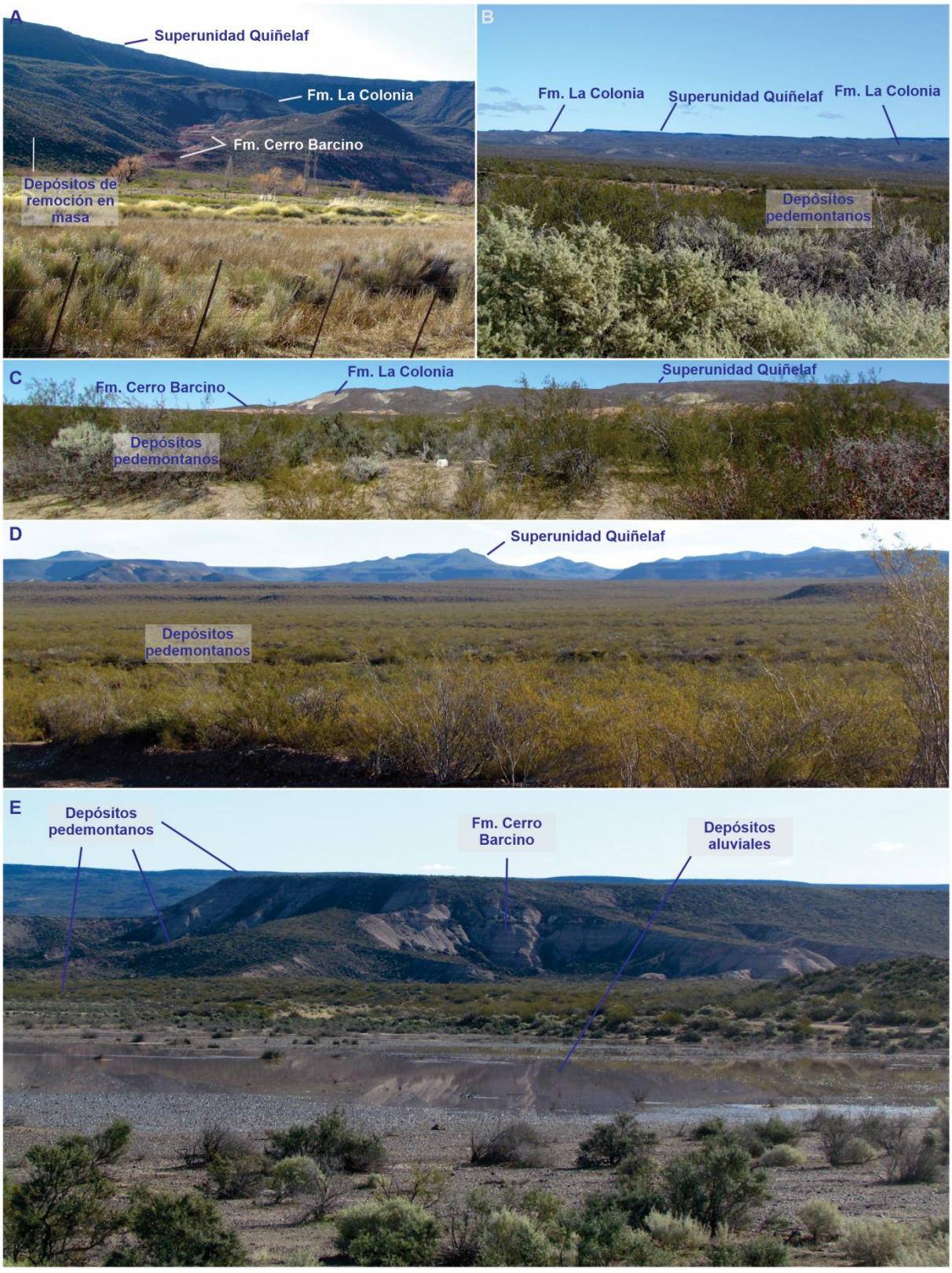


Figura 89. Unidades litológicas (2)

Nota de Figura 89. A-C. Fm. La Colonia en subcuencas Arroyo Telsen y Arroyo Ranquil Huao. A. Cercanías a Telsen, suprayacente a la Fm. Cerro Barcino (Mbo. Bayo Overo/Puesto Manuel Arce), e infrayacente a volcanitas de la Superunidad Quiñelaf. Al pie de la meseta se aprecian depósitos de remoción en masa. B y C. Vista de meseta en la subcuenca Arroyo Ranquil Huao, mostrando relaciones estratigráficas similares a las de Telsen. En C, a nivel de piso, se observan depósitos pedemontanos. D. Superunidad Quiñelaf en la subcuenca Arroyo Telsen. La superficie, al pie de las meseta, se conforma por depósitos pedemontanos. E. Depósitos pedemontanos conformando una planicie subhorizontal, al pie de la meseta, y cubriendo los faldeos de la misma. La superficie de pedimento se encuentra labrada sobre rocas de la Fm. Cerro Barcino (Mbo. Bayo Overo/Puesto Manuel Arce)

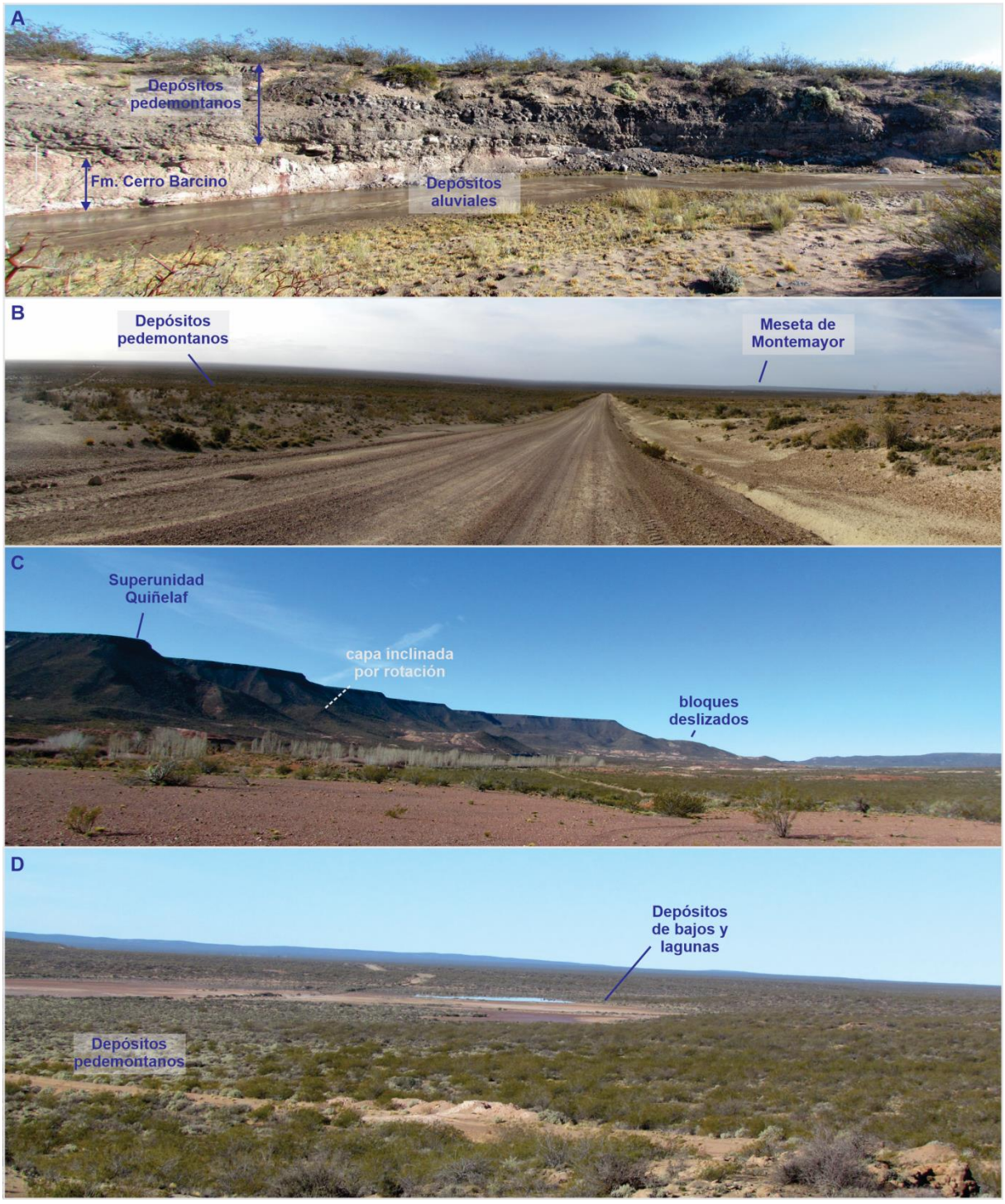


Figura 90. Unidades litológicas (3)

Nota de Figura 90: A. Depósitos pedemontanos compuestos de bloques y conglomerados, en matriz arenosa. B. Vista desde el centro de la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada, en dirección N-NE, hacia el bajo homónimo. De fondo, hacia el NE, puede apreciarse la meseta conformada por las Gravas Morgan y la Fm. Montemayor. C. Aspecto de depósitos de remoción en masa en

los alrededores de Telsen, al pie de la meseta coronada por volcanitas de la Superunidad Quiñelaf. En el sector central se aprecian capas inclinadas, generadas por deslizamiento rotacional. D. Depósitos de bajos y lagunas, en la subcuenca Arroyo Ranquil Huao. El tono rojizo de los materiales finos responde a un origen por erosión de rocas cretácicas circundantes.

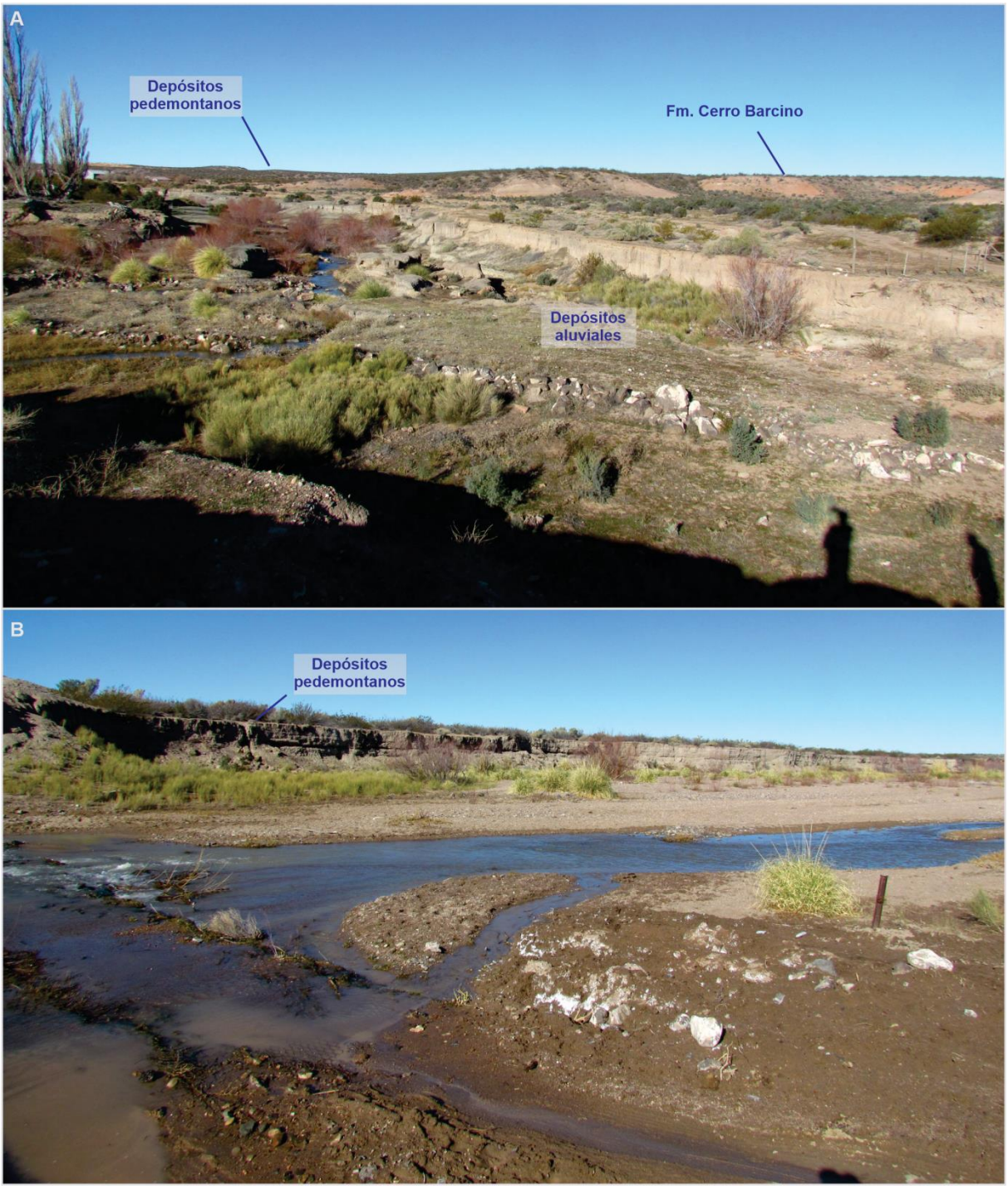


Figura 91. Unidades litológicas (4)

Nota de Figura 91. Depósitos aluviales. A-B. Arroyo Telsen. A. Al sudeste de la localidad Telsen. B. En el límite de las subcuencas Arroyo Telsen y Arroyo Ranquil Huao.

5.2 Geomorfología

5.2.1 Objetivos y área de estudio

Los objetivos planteados para esta tarea fueron:

- Determinación de las principales unidades geomorfológicas que caracterizan al área de estudio, con particular énfasis en aquel área delimitada por las divisorias de aguas que definen las subcuencas hidrográficas mencionadas.
- Elaboración de un Plano Geomorfológico, escala 1:50.000, que permita visualizar la distribución de unidades geomorfológicas identificadas.
- Interpretación sucinta de principales procesos vinculados al origen de las geoformas existentes.

La descripción del área relevada se encuentra en la sección *5.1 Geología*.

5.2.2 Metodología

Para el mapeo geomorfológico se procedió en primera instancia al reconocimiento de geoformas, considerando como tales superficies geométricas discretas, con expresiones texturales características y relaciones topográficas y laterales determinadas. El mapa resultante posee resolución digital a escala 1:50.000 (“Plano Geomorfológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada”) (Fig. 90).

Los elementos geomorfológicos se definieron sobre la base de análisis de imágenes satelitales provistas por los softwares Google Earth Pro (freeware) y QGIS (freeware), atendiendo a la definición de límites espaciales y rasgos topográficos. La digitalización de los mismos se realizó sobre la plataforma QGIS, de modo tal de proveer un mapa geomorfológico georreferenciado y de libre acceso.

Como complemento para la comprensión de la distribución espacial de las geoformas, se utilizaron las descripciones provistas en las Hojas Geológicas 42g (Ylláñez, 1987), 4169-IV “Maquinchao” (Remesal et al., 2001), 4166-III “Cona Niyeu” (Franchi et al, 2001), 4369-II “Gan Gan” (Ardolino et al., 2021), 4366-II “Telsen” (Ardolino y Franchi, 1996), 4369-IV “Los Altares” (Anselmi et al., 2004) y 4366-III “Las Plumas” (Sacomani y Panza, 2007).

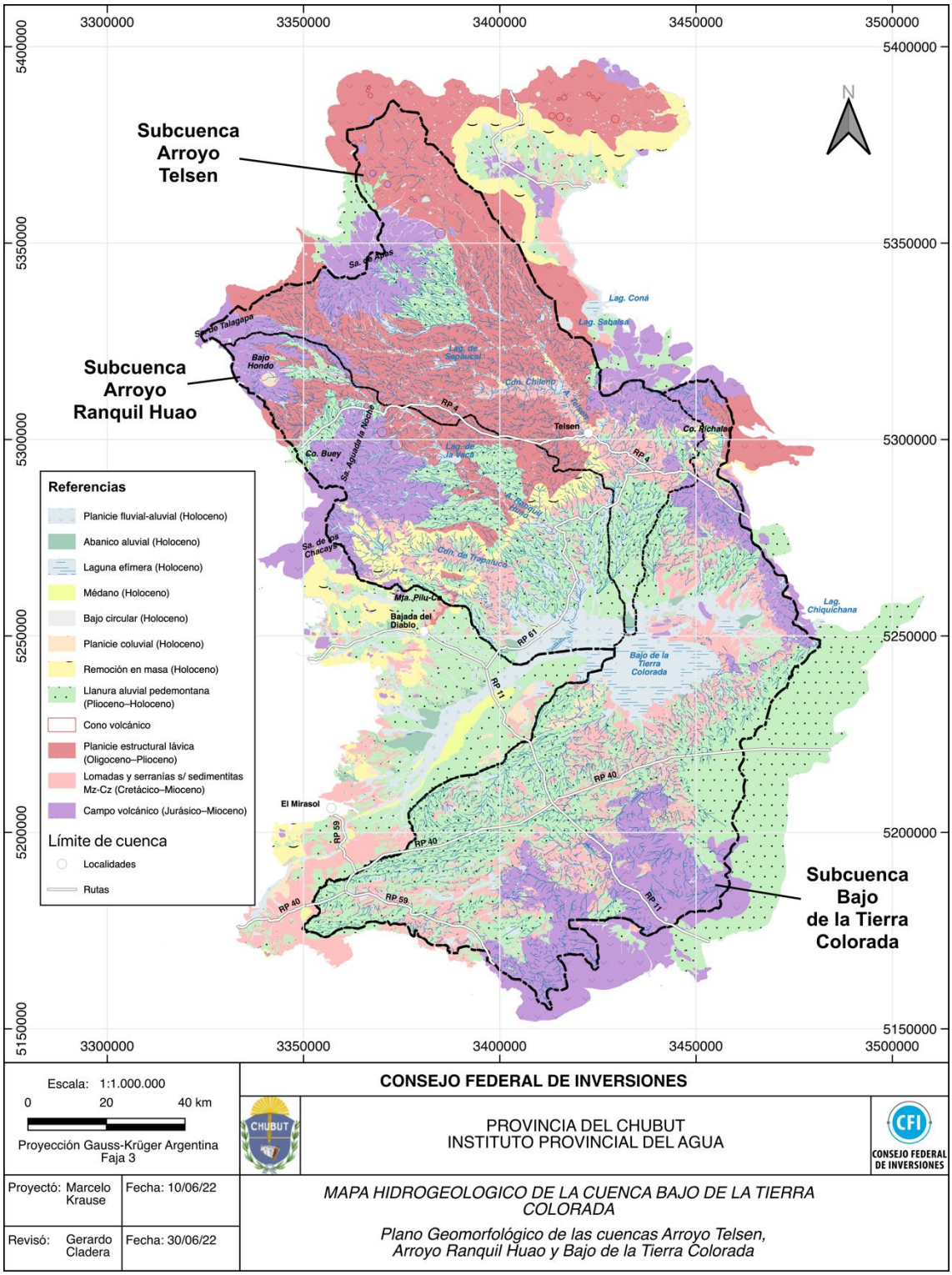


Figura 92. Plano Geomorfológico de la cuenca Bajo de la Tierra Colorada.

5.2.3 Generalidades

El paisaje del área de estudio es el producto de la erosión primordialmente aluvial y eólica, complementada por procesos de remoción en masa, sobre rocas

vinculadas genéticamente a procesos ígneos, volcano-sedimentarios, aluviales, eólicos y marinos.

Se reconoce un típico relieve mesetiforme, formado a expensas de amplias planicies basálticas, interrumpido por elevaciones orográficas de mayor altura y grado de irregularidad y por depresiones de magnitud variable. Las primeras conforman montes y serranías constituidas esencialmente por rocas ígneas y en algunos casos constituyen edificios volcánicos discretos. Las depresiones, por su parte, conforman bajos centrípetos, que suelen estar ocupados por lagunas efímeras. El relieve mesetiforme presenta además una componente sedimentaria, conformando planicies aluviales pedemontanas. Algunas de estas planicies poseen una orientación noroeste-sudeste, asociada a un levantamiento cortical pre-Plioceno, mientras que otras muestran una orientación sudoeste-noreste, asociada a fallas pre-existentes. Hacia los bordes de las planicies basálticas y sierras de roca volcánica ocurren escarpas, serranías bajas y lomadas labradas sobre sucesiones sedimentarias meso- y cenozoicas, de origen tanto marino como continental. En las subcuencas Arroyo Telsen y Arroyo Ranquil Huao, las áreas con mayor concentración de estas serranías se concentran en zonas de arroyos y cañadones. En cambio, en la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada, la extensión de estas serranías es generalizada. La subcuenca del Bajo de la Tierra Colorada constituye la zona de menor relieve en toda la región relevada y representa un área sin cambios de relieve notable, dentro de la cual confluyen las aguas provenientes desde el sudoeste (cuenca Arroyo Perdido), y norte (subcuencas Arroyo Telsen y Arroyo Ranquil Huao). En los bordes de las planicies basálticas resultan comunes los depósitos producidos por procesos de remoción en masa, los cuales dislocan masas de roca tanto ígneas como sedimentarias.

5.4.4 Descripción de unidades geomorfológicas

El área general relevada ocupa una extensión aproximada de 25802 km2, mientras que el área que afecta a las cuencas de interés es de16185 km2, sumatoria de las áreas de las subcuencas Arroyo Telsen (~4734 km2), Arroyo Ranquil Huao (~4120 km2) y Bajo de la Tierra Colorada (~7331 km2). El relevamiento geomorfológico en él área de estudio ha permitido definir 11

unidades geomorfológicas, de más moderna a más antigua: planicie fluvial-aluvial, abanico aluvial, laguna efímera, planicie coluvial, bajo circular, médano, remoción en masa, llanura aluvial pedemontana, lomadas y serranías labradas sobre rocas sedimentarias meso- y cenozoicas, planicie estructural lávica y campo volcánico (Tabla 5.4, "Plano Geomorfológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 90). A estas unidades se le suma el elemento "conos volcánicos", los cuales representan aparatos volcánicos antiguos. Si bien, estos conos se distinguen como elevaciones discretas, por su génesis, han sido incluidos dentro de la unidad "campos volcánicos".

Agrupadas según los procesos formadores y ordenadas de acuerdo al grado de ocurrencia en el área de estudio (Tabla 5.4), se reconocen como predominantes a las unidades geomorfológicas vinculadas a procesos aluviales, ocupando ~41,68%, del área relevada, con dos representantes geomorfológicos modernos ("Planicie fluvial-aluvial", ~10,61% y "Abanico aluvial", ~0,55%) y uno del Neógeno superior–Cuaternario, consistente en "Llanura aluvial pedemontana" (~30,52%).

Siguen en orden de importancia las unidades geomorfológicas vinculadas a volcanismo. Estas abarcan aproximadamente un ~37,19% del terreno estudiado e incluyen a las unidades geomorfológicas "Planicie estructural lávica" (~18,97%) y "Campo volcánico" (~18,22%).

Las unidades geomorfológicas asociadas a procesos de erosión actual hídrica-eólica abarcan, en conjunto, el ~14,54% del área relevada. Se incluyen en este grupo a los elementos "Lomadas y serranías labradas sobre sedimentitas meso- y cenozoicas" (~11,9%) y "Laguna efímera" (~2,82%).

Las unidades geomorfológicas asociadas a procesos gravitatorios-hídricos, cubren en conjunto, ~5,94% del terreno estudiado. Entre ellas se reconocen a las unidades "Remoción en masa" (~5,29%) y "Planicie coluvial" (0,65%). Esta última unidad se encuentra subestimada en cuanto a dimensión de expresión superficial, consecuencia de la escala de trabajo. En este sentido, se han reconocido planicies ocurrentes sobre las laderas de valles aluviales, en donde co-existen procesos aluviales y coluviales. Estos casos, de acuerdo al

carácter aluvial mayoritario, han sido asignados a la unidad “Planicie fluvial-aluvial”.

Extensión superficial		Unidad Geomorfológica
km2	%	
7909,24	30,52	Llanura aluvial pedemontana
4914,64	18,97	Planicie estructural lávica
4721,58	18,22	Campo volcánico
3083,59	11,90	Lomadas y serranías labradas sobre sedimentitas Mz-Cz
2749,31	10,61	Planicie fluvial-aluvial
1371,3	5,29	Remoción en masa
730,4	2,82	Laguna efímera
168,23	0,65	Planicie coluvial
141,35	0,55	Abanico aluvial
116,9	0,45	Médano
5,01	0,02	Bajo circular
Total 25911,55	100,00	

Tabla 5.4. Unidades geomorfológicas reconocidas en el área de estudio. La primera columna indica la extensión superficial en km2, mientras que la columna media indica el área en porcentaje respecto del total del área cartografiada.

Las unidades geomorfológicas restantes consisten en “Bajo circular”, vinculado genéticamente a impactos meteoríticos y a posterior remodelado por procesos hídricos y eólicos (~0,02%) y “Médano” (~0,45%), representante de procesos eólicos, ubicadas principalmente en adyacencias y sobre las planicies aluviales actuales. Este último caso, también presenta un valor subestimado, conforme la escala de trabajo dificulta una clara discriminación de los depósitos, respecto de las planicies aluviales donde se encuentra.

De lo expuesto se desprende que el modelado del paisaje del área de estudio se encuentra influenciado fundamentalmente por volcanismo, acaecido mayormente durante el Oligoceno y el Mioceno, y por sucesivos momentos de peneplanización y posterior desarrollo de planicies aluviales pedemontanas, ocurridos a partir del Neógeno. El registro de la actividad volcánica, expresado en un paisaje de aspecto mesetiforme y serrano labrado sobre rocas ígneas, cubre la mayor parte de la cuenca Arroyo Telsen, aproximadamente la mitad occidental de la cuenca Arroyo Ranquil Huao y los extremos nororiental y sudoriental de la cuenca Bajo de la Tierra Colorada (“Plano Geomorfológico de

las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada") (Fig. 90). La depositación pedemontana presenta un registro subordinado en la cuenca Arroyo Telsen, un mayor desarrollo en la cuenca Arroyo Ranquil Huao, particularmente en el sector oriental, y un marcado predominio superficial en la cuenca Bajo de la Tierra Colorada. Sobre lo expuesto, se define un predominio de altos relieves hacia el sector norte del área de estudio (subcuencas Arroyo Telsen y Arroyo Ranquil Huao) y en el sector sudoriental de la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada, y un marcado descenso de alturas hacia el sector del Bajo de la Tierra Colorada, sector en el cual convergen aguas tanto de las subcuencas septentrionales, como también las aguas provenientes del arroyo Perdido.

Unidades geomorfológicas asociadas a procesos aluviales (41,68%)		
Área (km^2)	*%*	*Unidad geomorfológica*
7909,24	30,52	Llanura aluvial pedemontana
2749,31	10,61	Planicie fluvial-aluvial
141,35	0,55	Abanico aluvial
Unidades geomorfológicas asociadas a volcanismo (37,19%)		
Área (km^2)	*%*	*Unidad geomorfológica*
4914,64	18,97	Planicie estructural lávica
4721,58	18,22	Campo volcánico
Unidades geomorfológicas asociadas a procesos de erosión actual hídrica-eólica (14,54%)		
Área (km^2)	*%*	*Unidad geomorfológica*
3083,59	11,90	Lomadas y serranías labradas sobre sedimentitas Mz-Cz
730,4	2,82	Laguna efímera
Unidades geomorfológicas asociadas a procesos gravitatorios-hídricos (5,94%)		
Área (km^2)	*%*	*Unidad geomorfológica*
1371,3	5,29	Remoción en masa
168,23	0,65	Planicie coluvial
Unidades geomorfológicas asociadas a procesos de depositación eólica (0,45%)		
Área (km^2)	*%*	*Unidad geomorfológica*
116,9	0,45	Médano
Unidades geomorfológicas asociadas a procesos de impacto y erosión actual hídrica-eólica (0,02%)		
Área (km^2)	*%*	*Unidad geomorfológica*
5,01	0,02	Bajo circular

Tabla 5.5. Unidades geomorfológicas organizadas de acuerdo a procesos genéticos.

Campo volcánico

La unidad geomorfológica definida como "Campo volcánico" incluye un paisaje de serranías y lomadas labradas sobre rocas volcánicas. Abarca ~4722 km2, representando ~18% del área relevada (Tablas 5.4 y 5.5). Se distribuye de

modo mayormente periférico a las tres cuencas de estudio. Respecto de la cuenca hídrica del valle del Arroyo Telsen, la unidad se distribuye particularmente hacia flancos oeste y este, con las ocurrencias más extensas localizadas en el sector occidental, en la región de la sierra de Apas y adyacencias, en el sudoccidental, en los alrededores de la Laguna de la Vaca y en el sector oriental-sudoriental, al este de la localidad de Telsen (Fig. 91.A). Respecto de la cuenca Arroyo Ranquil Huao, el campo volcánico ocupa la mayor parte de la mitad noroccidental de la cuenca, vinculado en el extremo noroeste a la Sierra de Talagapa y en el sector medio a la Sierra de los Chacays y su continuación, hacia el noreste, con la Sierra Aguada La Noche ("Plano Geomorfológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 90). En la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada, la unidad campo volcánico ocurre en los bordes nororiental y sudoriental ("Plano Geomorfológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 90, Fig. 91.B).

Estratigráficamente esta unidad geomorfológica se corresponde mayoritariamente con unidades del Oligoceno–Mioceno asignadas a la Superunidad Quiñelaf y a las rocas jurásicas del Complejo Volcánico Marifil (Tabla 5.6). Localmente en el sector occidental de la cuenca Arroyo Telsen, esta unidad también se desarrolla sobre la Formación Bajo Hondo (Plioceno), mientras que hacia el sector septentrional lo hace sobre las Volcanitas Corona Chico (Mioceno–Plioceno) y sobre diques circulares (Plioceno) (Tabla 5.6). En el sector sudoriental del área de estudio, la unidad 'campo volcánico' también incluye cuerpos volcánicos de la Fm. El Buitre (Eoceno). Dentro de la Superunidad Quiñelaf se incluyen a las rocas de los Complejos Volcánicos de Apas, Sierra de Talagapa, Barril Nuyeu, Sierra de los Chacays, Basalto La Mesada, Facies Lávica Final, Facies Intrusiva, Lavas Porfíricas grisáceo claras, Lavas Porfíricas oscuras moradas y Lavas Painaluf (Ardolino y Franchi, 1996; Franchi et al., 2001). Litológicamente, La Superunidad Quiñelaf está constituido por lavas, domos y diques traquíticos y andesíticos, ignimbritas, y por rocas piroclásticas, entre ellas tobas y lapillitas. Por su parte, las Volcanitas Corona Chico se componen de basaltos y conos piroclásticos, mientras que la Formación Bajo Hondo presenta tobas, lapillitas, ignimbritas ácidas además de

intercalaciones básicas. Hacia el sector oriental los campos volcánicos se desarrollan de modo amplio sobre rocas volcánicas jurásicas asignadas a la Formación Marifil, compuesta de ignimbritas, tobas y lavas mesosilíceas a ácidas. Las rocas de la Fm. El Buitre consisten en volcanitas básicas, presentes como cuerpos intrusivos (cuellos volcánicos y diques).

La unidad “Campo volcánico” puede ser subdivida en dos componentes. La más antigua, labrada sobre rocas jurásicas, se caracteriza por serranías y lomadas redondeadas de escasa altura relativa, con cotas entre ~60 m.s.n.m., en el sector lagunar del Bajo de la Tierra Colorada, y ~750 m.s.n.m., al este de la localidad de Telsen, en inmediaciones del Cerro Pichalao. Este subunidad se correlaciona con el elemento “Peneplanicie exhumada” de González Díaz y Malagnino (1984) y Franchi et al. (2001). El origen de este paisaje estaría vinculado a un volcanismo eruptivo, ocurrido en el Jurásico, con una póstuma exhumación de sus productos, los cuales habrían perdurado a través del tiempo (González Díaz y Malagnino, 1984) y habrían servido como sustrato de depósitos post-Jurásicos y en ocasiones, como en el caso de la Formación La Colonia, como altos topográficos, delimitando el área de expansión de los mares del Cretácico superior.

Una componente minoritaria de la unidad “Campo volcánico” se corresponde con edificios volcánicos eocenos (Fm. El Buitre) (Alric & Massaferro, 2017), los cuales resaltan claramente como altos topográficos, dentro del relieve mesetiforme. Estas rocas, cuando ocurren como efusiones lávicas, apoyan usualmente sobre rocas de la Fm. Sarmiento, intercalándose entre sus componentes oligoceno (‘Desadense’ o ‘Fm. Deseado’) y mioceno (‘Colhuehuapense’o ‘Fm. Colhué Huapi’). El magmatismo eoceno, representado por la Fm. El Buitre, de expresión mínima dentro del área relevada, respondería a un emplazamiento extensional, de intraplaca, sin presentar evidencias de contaminación con la corteza continental (e.g., Alric y Massaferro, 2017). Tales condiciones habrían favorecido al desarrollo de un volcanismo efusivo, y como tal habría favorecido al emplazamiento de aparatos volcánicos de bajo relieve y bajo gradiente, con lavas capaces de fluir rápidamente aún en sitios de bajas pendientes (e.g., Haller et al., 2017).

La componente más joven de la unidad “Campo volcánico”, significante desde su mayor expresión superficial, se corresponde con una serie de altas serranías, sobreimpuestas a las amplias planicies basálticas, originadas a partir de un importante volcanismo esencialmente traquítico ocurrido durante el Oligoceno y Mioceno, incluyendo numerosas coladas volcánicas dómicas y aparatos volcánicos asociados. Esta componente se correlaciona mayoritariamente con la Superunidad Quiñelaf, y en menor medida, con algunas serranías labradas sobra la Fm. Somuncurá. Esta unidad se desarrolla en un rango de ~400 a 1800 m.s.n.m., con valores menores en el sector sudoriental de la cuenca Arroyo Ranquil Huao, por ejemplo en la meseta Pilu-Co, y valores máximo en el extremo oeste de la cuenca Arroyo Telsen, en las serranías que constituyen la parte oriental de la Sierra de Talagapa. En la Sierra Aguada La Noche, en el sector central de la cuenca Arroyo Ranquil Huao, se encuentran valores entre 1500 y 1590 m.s.n.m., destacándose como punto elevado el Cerro Buey, con ~1586 m.s.n.m. En la sierra de Apas se reconoce un cono volcánico de un diámetro aproximado de 25 km, con signos de erosión póstuma, sobre cuya superficie se han labrado profundos valles por los cuales hoy escurren arroyos de carácter efímeros a semi-permanentes. Esta parte de la unidad “Campo volcánico” es correlacionable con las “Altas sierras” de Ardolino y Franchi (1996) para la región noroeste de la Hoja Geológica 4366-I. Completan la unidad, con poca expresión superficial, las Volcanitas de Bajo Hondo y los Diques Anulares, ambos del Plioceno, los cuales según Franchi et al. (2021), constituirán la fase final del extenso volcanismo paleógeno-neógeno.

Planicie estructural lávica

La unidad geomorfológica “Planicie estructural lávica” se caracteriza por extensas altiplanicies basálticas, suavemente onduladas, con márgenes abruptos (Anselmi et al., 2004; Ardolino & Franchi, 1996; González Díaz & Malagnino, 1984). Esta unidad geomorfológica se corresponde con la “Planicie Basáltica” o Meseta Estructural” de Ardolino (1987) y con la “llanura lávica” de Yllañez (1987). Litológicamente se corresponde con las formaciones Somuncurá (Ardolino & Franchi, 1996), con coladas asignadas al Basalto La Mesada (Yllañez y Lema, 1979) o a la Facies Lávica Básica Final del Complejo Eruptivo

Quiñelaf (Ardolino y Franchi, 1996) o Superunidad Quiñelaf (Franchi et al., 2001) y con basaltos de la unidad informal Volcanitas Corona Chico (Franchi et al., 2001) y rocas de las Volcanitas Bajo Hondo (Tabla 5.6).

Se encuentra distribuida mayormente en la cuenca Arroyo Telsen, con una participación subordinada en la cuenca Arroyo Ranquil Huao (Tablas 5.5 y 5.6; "Plano Geomorfológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Figs. 90 y 91.C). Abarca ~4915 km2 del área relevada (~19%) y se desarrolla entre los 400 y 1230 m.s.n.m. Las cotas menores, entre 400 y 600 m, se localizan en las inmediaciones septentrionales de la localidad de Telsen y en el área del Arroyo Ranquil Huao. Las cotas mayores se encuentran en inmediaciones del Bajo Hondo, en coladas aisladas de la Superunidad Quiñelaf.

El origen de las rocas es similar al de la componente cenozoica de la unidad "campo volcánico". El profuso magmatismo generado para el Eoceno y Mioceno dio lugar a intrusivos y a extensas coladas de lava, que han dado lugar a diversos elementos vinculados a volcanismo básico. El magmatismo oligoceno-mioceno, registrado dentro del área relevada por el campo volcánico de la Meseta de Somuncurá, es atribuido al ascenso del manto, a través de la fractura de la corteza durante la reorganización de placas, incluyendo la subducción de las placas de Farallón y Nazca (Kay et al., 2007). El origen del paisaje se vincula a fenómenos de erosión diferencial. Las coladas lávicas suprayacen a rocas sedimentarias de mayor susceptibilidad a la erosión, entre ellas areniscas, tobas y fangolitas del Grupo Chubut, fangolitas de la Fm. La Colonia y piroclastitas de la Fm. Sarmiento. Conforme ello, la cobertura basáltica resulta mucho más resistente a la erosión hídrica, dando lugar a la generación de un relieve invertido con escarpas de erosión relativamente abruptas. Esta unidad posee una importancia significante en cuanto a recursos hídricos, conforme constituyen usualmente reservorios de agua, los cuales emergen usualmente como vertientes, al encontrar un hidroapoyo. Se destaca un punto de relevancia al respecto, evidente en los alrededores de Telsen. En este sitio se puede observar como emerge una línea de vertientes, en el contacto entre basaltos de la Superunidad Quiñelaf y las rocas arcillosas, de baja

permeabilidad, que conforman suaves lomadas (sobre la Fm. La Colonia) (Fig. 91.D).

Lomadas y serranías labradas sobre sedimentitas meso- y cenozoicas

Las "Lomadas y serranías labradas sobre sedimentitas meso- y cenozoicas" constituyen una unidad geomorfológica positiva, desarrollada mayormente sobre rocas sedimentarias continentales del Grupo Chubut (Cretácico medio) y las formaciones Puntudo Chico (Campaniano), Los Alamitos (Maastrichtiano) y Sarmiento (Oligoceno–Mioceno), y sobre rocas sedimentarias mixtas y marinas de las formaciones La Colonia (Maastrichtiano–Paleoceno) y Salamanca/Roca (Paleoceno) (Tabla 5.6).

Esta unidad geomorfológica ocupa ~3084 km2 y ~12% del área total relevada (Tablas 5.4 y 5.5). Se la puede reconocer en la cuenca Arroyo Telsen, en los cañadones Chileno y Arroyo Telsen; en el sector meridional de la cuenca Arroyo Ranquil Huao, en el cañadón Trapaluco, y en la mayor parte de la cuenca Bajo de la Tierra Colorada, distribuida en dirección sudoeste–noreste, bordeando al sector lagunar de dicha cuenca ("Plano Geomorfológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada") (Figs. 90, 91.B-E). El rango altimétrico en el cual se puede reconocer a esta unidad oscila desde los ~60, en el Bajo de la Tierra Colorada, a los ~1230 m.s.n.m., en las nacientes del Cañadón Trapaluco.

Las Lomadas y serranías se sitúan generalmente subyaciendo a las planicies estructurales lávicas y al pie de campos volcánicos (frecuentemente intruídos por cuerpos ígneos básicos), como barrancas abruptas o al pie de mesetas, en zonas topográficamente bajas, conformando suaves lomadas redondeadas (badlands). El primer caso comprende comúnmente rocas del Gr. Chubut y de las formaciones Puntudo Chico, Salamanca y Sarmiento, mientras que en el caso del paisaje de badlands se desarrolla típicamente sobre la Fm. La Colonia. En el caso particular de las sedimentitas del Gr. Chubut, además de las abruptas escarpas, es común reconocer un paisaje mesetiforme de baja altitud, asignado por González Díaz & Malagnino (1984) en la región central y septentrional de la provincia de Río Negro a "Planicies estructurales por arrasamiento". El paisaje de paredones escarpados y suaves lomadas se

produce fundamentalmente por abrasión hidráulica, y subordinadamente eólica. Los paredones o barrancas constituyen escarpas de erosión, con un origen relacionado genéticamente al desarrollo del paisaje de “planicies estructurales lávicas”, en donde prima la diferencia de grado de dureza de las rocas dando lugar al fenómeno de erosión diferencial y en último caso a la inversión de relieve. El caso de las suaves lomadas redondeadas, desarrolladas sobre depósitos de la Formación La Colonia, constituyen la típica respuesta a la erosión hídrica sobre un sustrato de textura fina bajo un régimen climático semi-árido a árido, en donde la uniformidad del material propicia una erosión por arroyadas en manto, para luego concentrar concentrarlas en pequeños valles como arroyadas concentradas. Se destacan dos puntos de interés para este estudio. El primero es el comportamiento como hidroapoyo, por parte de la Fm. La Colonia, detallada en el apartado previo. El segundo reside en que, dentro de las subcuencas Arroyo Telsen y Arroyo Ranquil Huao, las rocas de la Fm. Cerro Barcino (Mbo. Bayo Overo/Puesto Manuel Arce), constituyen el sustrato de los flujos de agua superficiales. Esto se ha registrado en la parte sur de la subcuenca Arroyo Telsen, próximo al límite con la subcuenca Arroyo Ranquil Huao (Fig. 91.E).

Unidades Geomorfológicas	Unidades Litoestratigráficas					
	Maquinchao (4169-4)	Cona Niyeu (4166-3)	Gan Gan (4369-2)	Telsen (4366-1)	Los Altares (4369-4)	Las Plumas (4366-3)
Campo volcánico	Complejo Volcánico Apas Formación Sommuncurá	Complejo Volcánico Apas Volcanitas Corona Chico Formación Sommuncurá Complejo Volcánico Marifil	Complejo Volcánico Apas Sierra de Talagapa Barril Niyeu Sierra de los Chacays Formación Bajo Hondo	Volcanitas Corona Chico Diques Circulares Basalto La Mesada Facies Lávica Básica Final Facies Intrusiva Lavas Porfíricas grisáceo-claras Lavas Porfíricas oscuras-moradas Lavas Pailemf Formación Sommuncurá Formación Marifil	Formación El Buitre	Formación Marifil
Planicie estructural lávica	Volcanitas Corona Chico Formación Sommuncurá	Volcanitas Corona Chico Formación Sommuncurá	Superunidad Quiñelaf Formación Sommuncurá Formación Bajo Hondo	Complejo eruptivo Quiñelaf Formación Sommuncurá	-	-
Llanura aluvial pedemontana	Formación Talcahuala	Formación Talcahuala Formación Pampa Sastre	Formación Pampa Sastre	Formación Pampa Sastre Niveles aterrazados de piedemonte	Depósitos de cobertura de pedimentos	Depósitos de cobertura de pedimentos Formación Talcahuala Gravas Morgan Formación Montemayor Formación Pampa Sastre
Lomadas y serranías labradas sobre sedimentitas Mz y Cz	-	Formación Los Alamitos Grupo Chubut	Formación Collhué Huapi Formación Deseado Formación Roca Formación La Colonia	Grupo Sarmiento Formación La Colonia Formación Puntudo Chico Grupo Chubut Formación Santa Anita	Grupo Sarmiento Formación Salamanca Formación La Colonia Formación Puntudo Chico Grupo Chubut indiferenciado Formación Bayo Overo Formación Puesto Manuel Arce	Formación Salamanca Formación La Colonia Formación Puntudo Chico Formación Cerro Barcino (Miembros Puesto Manuel Arce y Las Plumas) Grupo Chubut indiferenciado

Tabla 5.6. Correspondencia de unidades geomorfológicas pre-holocenas tratadas en este estudio y unidades litoestratigráficas sobre las que se desarrollan, según los ámbitos de las hojas geológicas referidas (Ardolino y Franchi, 1996; Franchi et al., 2001; Ardolino et al., 2003; Remesal et al., 2001).

Llanura aluvial pedemontana

La unidad geomorfológica “Llanura aluvial pedemontana” consiste en una unidad positiva constituida por capas gravosas y arenosas, con claros rasgos aluviales a fluviales en planta. Abarca ~7909 km2 del área relevada (~30%), y se desarrolla entre los ~60 y 1300 m.s.n.m. (Tablas 5.4 y 5.5; “Plano Geomorfológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada” Fig. 90). Las cotas menores se encuentran en la zona del Bajo de la Tierra Colorada, en depósitos que cubren pedimentos labrados sobre rocas jurásicas y cretácicas. Las cotas mayores se encuentran en la Sierra de Apas, en depósitos de la Formación Pampa Sastre.

Estratigráficamente, se corresponde con las formaciones Pampa Sastre (Plioceno), Montemayor (Plioceno), las Gravas Morgan (Plioceno), la Formación Talcahuala (Pleistoceno) y con “niveles aterrazados que cubren pedimentos, ocurridos durante el Pleistoceno y Holoceno (Tabla 5.6). Estas unidades litológicas se componen de conglomerados y areniscas (o gravas y arenas para los más recientes), con material proveniente de la destrucción de rocas volcánicas de la unidad “Campo volcánico”, pudiendo alcanzar espesores notables, por ejemplo en el caso de la Fm. Pampa Sastre, de hasta 40 metros (Ardolino & Franchi, 1996). En este sentido, en la subcuenca Arroyo Ranquil Huao, los clastos provenientes de rocas más antiguas, pueden alcanzar tamaño bloque (Fig. 92.A). El paisaje del Bajo de la Tierra Colorada ha sido referido por Ardolino y Franchi (1996) como pedimentos de flanco convergentes. La ocurrencia de diferentes niveles de terrazas como en el caso de los niveles pleistocenos al norte del Bajo de la Tierra Colorada, probablemente constituyan la respuesta a sucesivos cambios del nivel de base y continuo levantamiento cortical (e.g., González Díaz & Di Tommaso, 2011, 2013). Diferentes niveles de terrazas pueden ser apreciados dentro de la subcuenca Arroyo Ranquil Huao (Fig. 92.B).

Un punto a destacar en este informe, es que el relevamiento geomorfológico de detalle dentro de la cuenca Bajo de la Tierra Colorada, ha permitido definir una ocurrencia notablemente mayor a la referida en la Hojas Geológicas 4369-IV y 4366-III. Si bien, esto es probablemente un problema de escala de trabajo, el establecimiento de esta profusa ocurrencia de depósitos de cobertura de pedimento, posee fuertes implicancias en el entendimiento de los

procesos geomorfológicos este sector de Patagonia. En este sentido, el modelado del paisaje no solo respondería a procesos de erosión hídrica-eólica sobre rocas meso- y cenozoicas, sino que involucraría al menos tres momentos de estasis en cuanto a erosión-depositación, precursores de las superficies de pedimento labrada sobre pre-pliocenas. Por otra parte, el sentido de flujo general de los cuerpos vinculados a esta unidad geomorfológica es claramente bimodal, una NO-SE, evidenciando el levantamiento de las zonas serranas previo a las escorrentías plio-pleistocenas; y una segunda OSO-ENE, íntimamente vinculadas al sistema de fallas presentes en el sustrato rocoso mesozoico (Fig. 93). A este proceso se le sumaría, según lo observado en este informe, un fuerte control estructural.

Remoción en masa

La expresión del paisaje comprendido en esta unidad responde a deslizamientos rotacionales, afectando primordialmente rocas del Grupo Chubut y de la Formación La Colonia. Los depósitos de remoción en masa abarcan ~1371 km2 (~5,3%) del área de estudio, y altimétricamente se desarrollan entre ~260 y 1200 m.s.n.m. Los valores de cota mínimos y máximos, dentro de las cuencas de interés, se encuentran en el área del Cañadón de Trapaluco, en la cuenca Arroyo Ranquil Huao. Las cotas menores, entre 200 y 260 m.s.n.m., se encuentran en la región meridional de esta cuenca, mientras que los valores máximos, entre 1100 y 1200 m.s.n.m., se encuentran en las nacientes de este cañadón, al este de la sierra de Apas y al sur de la sierra Aguada La Noche (“Plano Geomorfológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada” Fig. 90). La unidad geomorfológica “Remoción en masa” se encuentra asociada comúnmente a los faldeos de las “planicies estructurales lávicas”. Los depósitos de remoción en masa más voluminosos se concentran alrededor de cerros o mesetas coronados por basaltos de la Formación Somuncurá y de la Superunidad Quiñelaf (“Plano Geomorfológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada” Figs. 90, 91B, 92.C). En planta los deslizamientos se presentan como una serie de masas rocosas dispuestas en bloques alargados, subparalelos entre sí y

subparalelos a los bordes de las mesetas desde donde se han desprendido. La superficie sobre la cual apoyan presenta pendiente abrupta sobre el faldeo de las mesetas y comúnmente un borde de diseño semi-circular en planta. Cada bloque representa diferentes eventos de deslizamiento, y cada plano limitante constituye un plano de debilidad, por los cuales fluyen arroyadas concentradas.

Planicies fluviales-aluviales, abanicos aluviales, depósitos coluviales y médanos

La unidad geomorfológica “planicie fluvial-aluvial” comprende cauces efímeros y planicies sobre las que corren arroyadas en manto, las cuales en períodos secos se ven afectadas por procesos gravitatorios (coluvio). Íntimamente asociadas a descargas de cauces fluviales en planicies más amplias, se encuentran además abanicos aluviales. La unidad geomorfológica “Planicie fluvial-aluvial” abarca ~2749 km2 del área relevada (~11%), y se desarrolla entre los ~60 y 1600 m.s.n.m. Las cotas menores se encuentran en el Bajo de la Tierra Colorada, mientras que las cotas máximas se encuentran en el extremo oeste de la cuenca Arroyo Telsen y extremo noroeste de la cuenca Arroyo Ranquil Huao, en los cursos que nacen en los márgenes de la sierra de Talagapa. Dentro del área relevada se reconocen tres arroyos principales: Perdido, Telsen (Fig. 94. A-D) y Ranquil Huao (Fig. 94. E-F), además de los arroyos que corren por los cañadones Chileno (afluente del arroyo Telsen) y Trapaluco. El Arroyo Perdido con sentido de flujo sudoeste-noreste y mayormente contenido dentro de la cuenca Arroyo Perdido, desemboca dentro del área estudiada, en el Bajo de la Tierra Colorada. Los cursos de agua de los arroyos Telsen, Ranquil Huao y Trapaluco, poseen un sentido de flujo general noroeste-sudeste. En términos generales, estos últimos cursos de agua y todos los cursos de menor jerarquía asociados a ellos, representan un sistema de escorrentía proveniente de las zonas serranas (e.g., sierras de Apas Talagapa) y dirigido hacia la zona del Bajo de la Tierra Colorada (Tablas 5.4 y 5.5; “Plano Geomorfológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada” Fig. 90). Dos características resultan interesantes para destacar. La primera, ya mencionada previamente, consiste en que el nivel más

bajo alcanzado por la erosión fluvial consiste en depósitos cretácicos, usualmente correspondientes a los términos más altos de la Fm. Cerro Barcino. Esto puede tomarse como un indicador de que la subsidencia en la región ha sido mínima, y tal como indica la presencia de sucesivos niveles de planicie aluvial pedemontana, de naturaleza pulsátil (Fig. 92.B). En términos de paisaje, una subsidencia mínima se puede traducir en una zona relativamente alta, lo que permite entender por qué en algunas zonas de relieve bajo, la cobertura pedemontana no supera los 2 m de espesor (Fig. 92.B). En última instancia, una baja subsidencia y/o un relieve topográfico alto, permite entender la existencia de una zona deprimida regional (el Bajo de la Tierra Colorada), con un relieve prácticamente peneplanizado (Fig. 94.E-F). El segundo punto de interés geomorfológico vinculado a los cursos fluviales reside en la presencia común de diferentes terrazas. Estas terrazas constituyen el registro de eventos de crecida pasados y resultan muy evidentes, y de magnitud relativa mayor, hacia la zona central de la subcuenca Arroyo Telsen (Fig. 94.A-B) y de magnitud relativa menor, aguas abajo, hacia el límite de las subcuencas Arroyo Telsen y Ranquil Huao (Fig. 94.C-D). Hacia la zona del Bajo de la Tierra Colorada, los cursos fluviales presentan una notoria pérdida de jerarquía, pasando a convertirse en planicies aluviales extensas, tal como se registra en la parte distal del arroyo Ranquil Huao (Fig. 94.E-F).

Los abanicos aluviales (N=83) comprenden ~141 km2 del área relevada (~0,55%). Dentro de las tres cuencas estudiadas, los abanicos ocurren entre los ~60 y 330 m.s.n.m., los primeros situados en el sector central de la cuenca Bajo de la Tierra Colorada, y los segundos en el borde sudoeste de la misma cuenca, pudiendo alcanzar inmediatamente al norte, en la desembocadura de afluentes sobre el Arroyo Perdido, cotas de 350 a 360 m. Los abanicos aluviales se restringen a la cuenca Bajo de la Tierra Colorada y al cauce del Arroyo Perdido. Ocurren en quiebres de pendiente importantes, en casos de desembocaduras de valles desde los alto serranos labrados sobre rocas tanto sedimentarias (“Serranías labradas sobre sedimentitas meso- cenozoicas”) como volcánicas (“Campo volcánico”).

Las planicies coluviales comprenden superficies mayores afectadas por procesos gravitatorios, abarcan ~1680 km2 del área relevada (~0,65%) y se desarrollan entre los ~60 m.s.n.m., en el Bajo de la Tierra Colorada, y los 1350 m.s.n.m., en el Bajo Hondo (Tablas 5.4 y 5.5; "Plano Geomorfológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 90). La unidad geomorfológica "Médano" se concentra preferencialmente a lo largo del curso del Arroyo Perdido y en el Bajo de la Tierra Colorada, sobre los cauces inactivos, como consecuencia de acumulación de depósitos eólicos. Éstos abarcan un mínimo de ~117 km2 del área relevada (~0,45%), y se desarrolla entre los ~80 y 420 m.s.n.m. (Tablas 5.4 y 5.5; "Plano Geomorfológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 90).

Lagunas efímeras y bajos circulares

Cientos de depresiones, a menudo circulares, se posan sobre diferentes unidades geomorfológicas, entre ellas "planicies estructurales lávicas", "lomadas y serranías labradas sobre sedimentitas meso-cenozoicas", "Llanura aluvial pedemontana" y "Campo volcánico". Poseen pendientes usualmente suaves, y alcanzan decenas a cientos de metros de diámetro. Durante épocas de precipitaciones, estas depresiones actúan como pequeñas cuencas endorreicas, acumulando agua y conformando lagunas efímeras. Se han reconocido 1819 "Lagunas efímeras", que en conjunto abarcan ~730 km2 (~3%) del área relevada (Tablas 5.4 y 5.5). Las mismas han sido detectadas entre las cotas ~60 y 1400 m.s.n.m., encontrándose las cotas menores en el Bajo de la Tierra Colorada, y las cotas mayores sobre el plateau basáltico situado al este de la Sierra de Talagapa.

El cuerpo lagunar más importante dentro del área de estudio es sin duda el cuerpo compuesto situado en el Bajo de la Tierra Colorada (de ~490 km2 de extensión), en la región donde confluyen la cuenca homónima con las cuencas Arroyo Perdido, Arroyo Ranquil Huao y Arroyo Telsen ("Plano Geomorfológico de las cuencas Arroyo Telsen, Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada" Fig. 90). Otros cuerpos lagunares importantes en la región de estudio son las

lagunas Coná (~15 km2), Chiquichana (~5 km2), Sabalsa (~3 km2), Sepaucal (~2 km2) y de la Vaca (~2 km2). A estas depresiones se le suma la depresión de Bajo Hondo, de ~11 km2 de extensión.

El origen de los bajos y lagunas efímeras asociadas, responde probablemente a la erosión de antiguos relieves positivos, constituido por material menos resistente a la erosión hidráulica y erosiva que la roca circundante. También es posible que algunos bajos formados dentro de las planicies estructurales lávicas, hayan ampliado su superficie a partir de la ocurrencia de deslizamientos y la intensificación de procesos de erosión hídrica y eólica sobre sus paredes. Dos puntos importantes a destacar respecto a la ocurrencia de esta unidad geomorfológica consisten en: 1) numerosos cuerpos lagunares menores ocurren comúnmente al pie de las unidades Llanura aluvial pedemontana y Campo volcánico, en el contacto con las Serranías labradas sobre rocas mesozoicas, en particular rocas cretácicas del Grupo Chubut, lo que se condice con cierto carácter Acuífugo por parte de estas rocas; 2) números cuerpos lagunares menores ocurren de modo paralelo a mantos de Llanura aluvial pedemontana, con un marcado carácter rectilíneo, lo que permite suponer que gran parte de estas lagunas efímeras poseen un origen influenciado por la estructura regional.

En cuanto a los bajos circulares, estos oscilan entre los 3000 m2 y los 0,5 km2 de extensión superficial. Dentro del área de estudio se han detectado 102 bajos circulares, entre las cotas 650 y 1250 m.s.n.m., usualmente sobre planicies estructurales lávicas o sobre depósitos de llanuras pedemontanas y particularmente concentradas en la región de Bajada del Diablo. Las cotas menores han sido detectadas sobre la Meseta Pulu-Co, mientras que las cotas mayores han sido detectadas en la Sierra de los Chacays. El origen de estos bajos, llamativamente circulares, estaría vinculado a impactos meteoríticos, descriptos en detalle para el área de Bajada del Diablo (20–30 km al oeste del Bajo de la Tierra Colorada), por Corbella (1987) y por Acevedo et al., (2009, 2012).

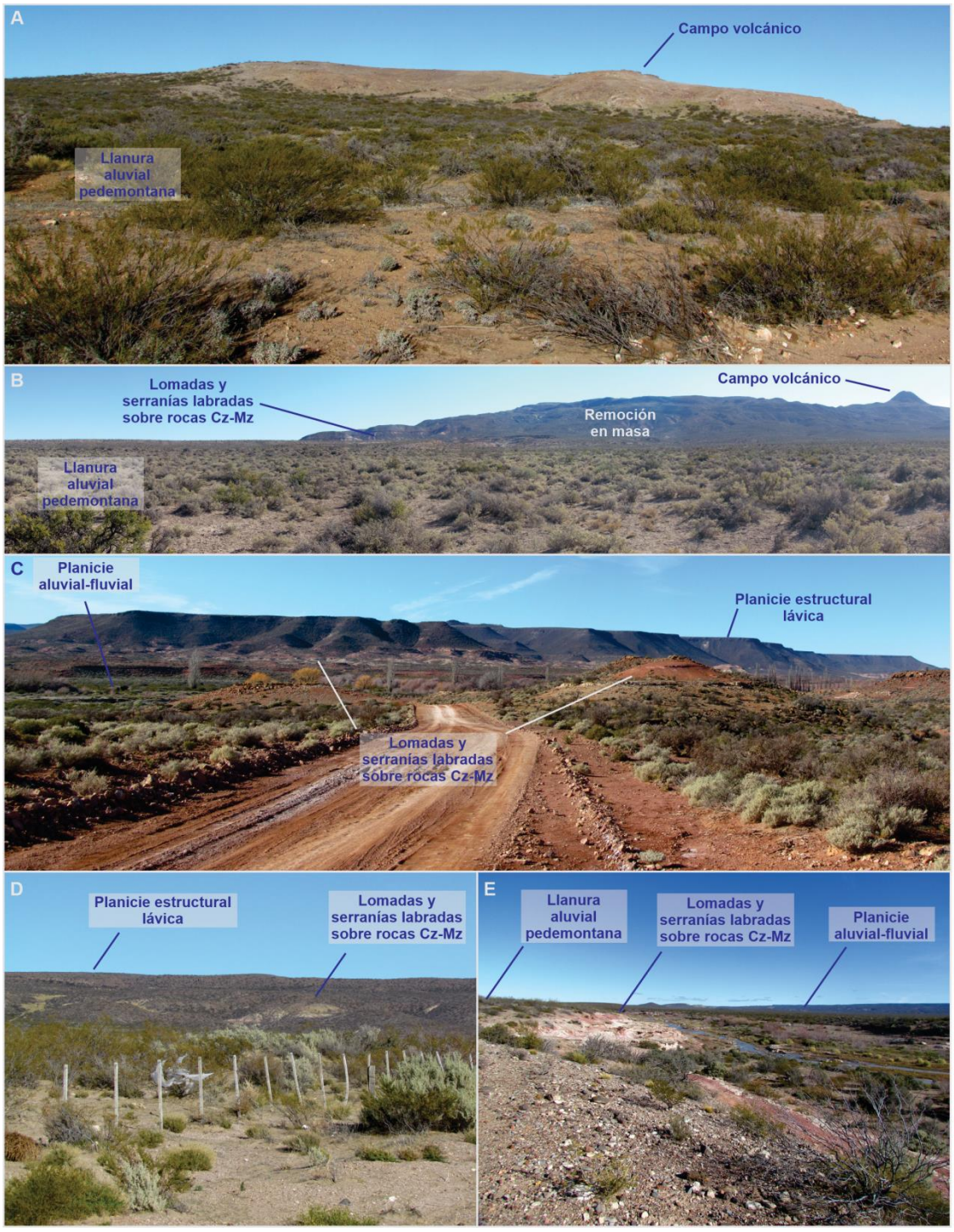


Figura 93. Unidades geomorfológicas (1)

Nota de Figura 93. A. 'Campo volcánico', al SE de Telsen. La unidad geomorfológica constituye un alto, en forma de suave serranía o lomada, labrada sobre volcanitas del Complejo Volcánico Marifil. Adyacente a esta unidad, en la zona más baja, se desarrolla la 'Planicie aluvial pedemontana'. B. Sector SO del

área de estudio. Vista de las unidades ‘Campo volcánico’, labrada sobre rocas volcánicas eocenas (Co. Ponte); ‘Remoción en masa’, al pie del cerro; ‘Lomadas y serranías’ labradas sobre rocas de la Fm. Puntudo Chico; y ‘Llanura aluvial pedemontana’ a nivel de piso. C. Área al NO de Telsen. Vista de ‘Planicie estructural lávica’, coronando la meseta (Superunidad Quiñelaf), ‘Lomadas y serranías’, labradas sobre la Fm. Cerro Barcino (Mbo. Bayo Overo/Puesto Manuel Arce); y valle de ‘Planicie fluvial-aluvial’(arroyo Telsen). D. ‘Lomadas y serranías’ labradas sobre sedimentitas cretácicas (Fms. Cerro Barcino y La Colonia) y ‘Planicie estructural lávica’. Notar la línea de vertientes en el contacto entre los basaltos (Superunidad Quiñelaf) y las unidades cretácicas. E. Arroyo Telsen en proximidades al límite entre las subcuencas Arroyo Telsen y Arroyo Ranquil Huao. Notar que el sustrato por sobre el cual corre el arroyo, se conforma por rocas de la Fm. Cerro Barcino, los cuales mismos afloran, con espesor menor a 10 m, en la pared izquierda del valle, conformando la unidad ‘Lomadas y serranías. Por sobre ellos, se observa una cobertura delgada de depósitos pedemontanos (‘Llanura aluvial pedemontana’).

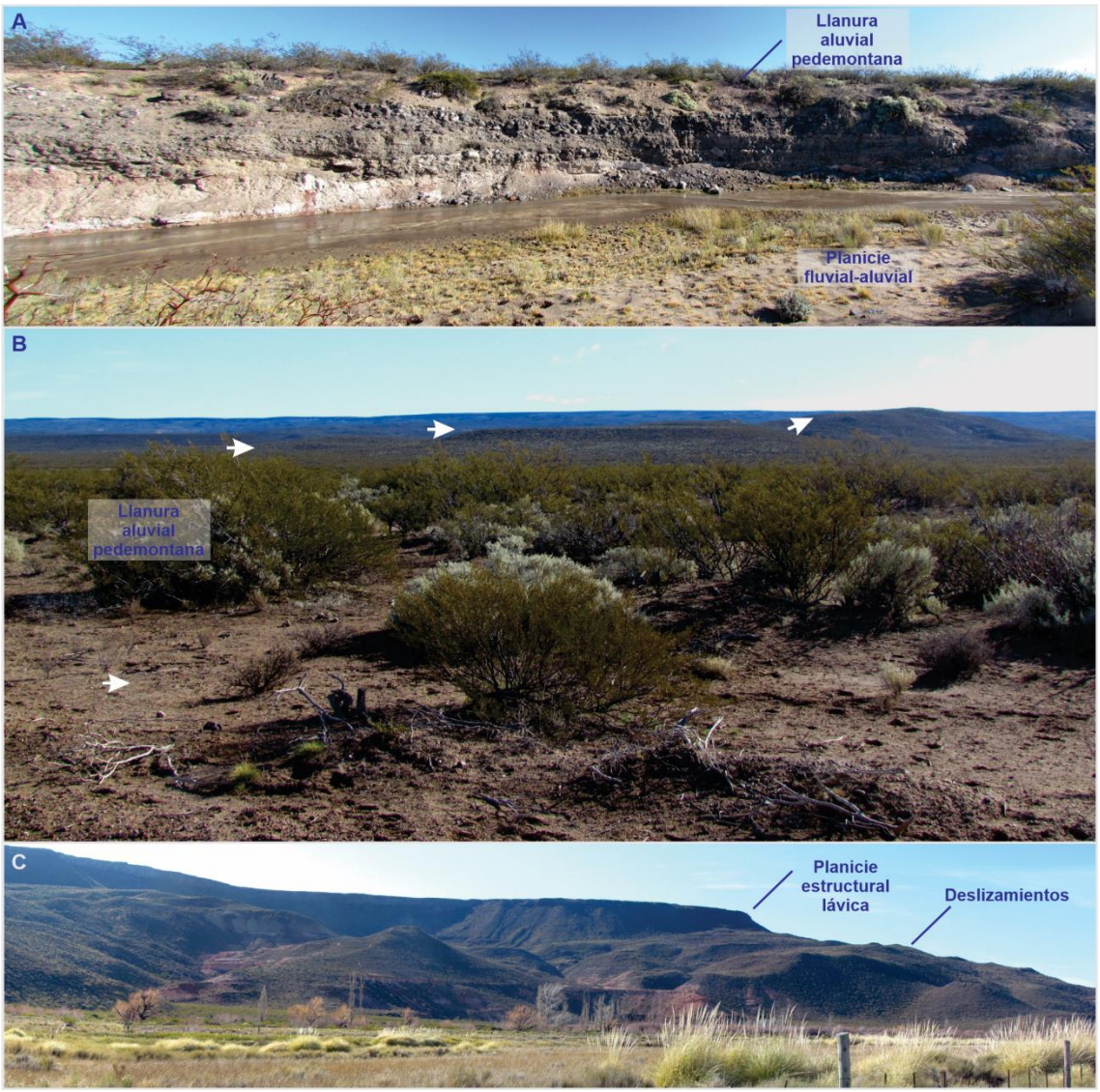


Figura 94. Unidades geomorfológicas (2)

Nota de Figura 94. A. 'Planicie aluvial pedemontana' en corte de arroyo, mostrando grandes bloques de rocas basálticas pre-cuaternarias, en subcuenca Arroyo Ranquil Huao. B. Diferentes niveles de terrazas (flechas blancas) de la unidad 'Planicie aluvial pedemontana' en el sector sudeste de la subcuenca Arroyo Ranquil Huao. C. Vista de 'Remoción en masa' al NO de la localidad de Telsen. Los mismo se encuentran por debajo de la unidad 'Planicie estructural lávica'.

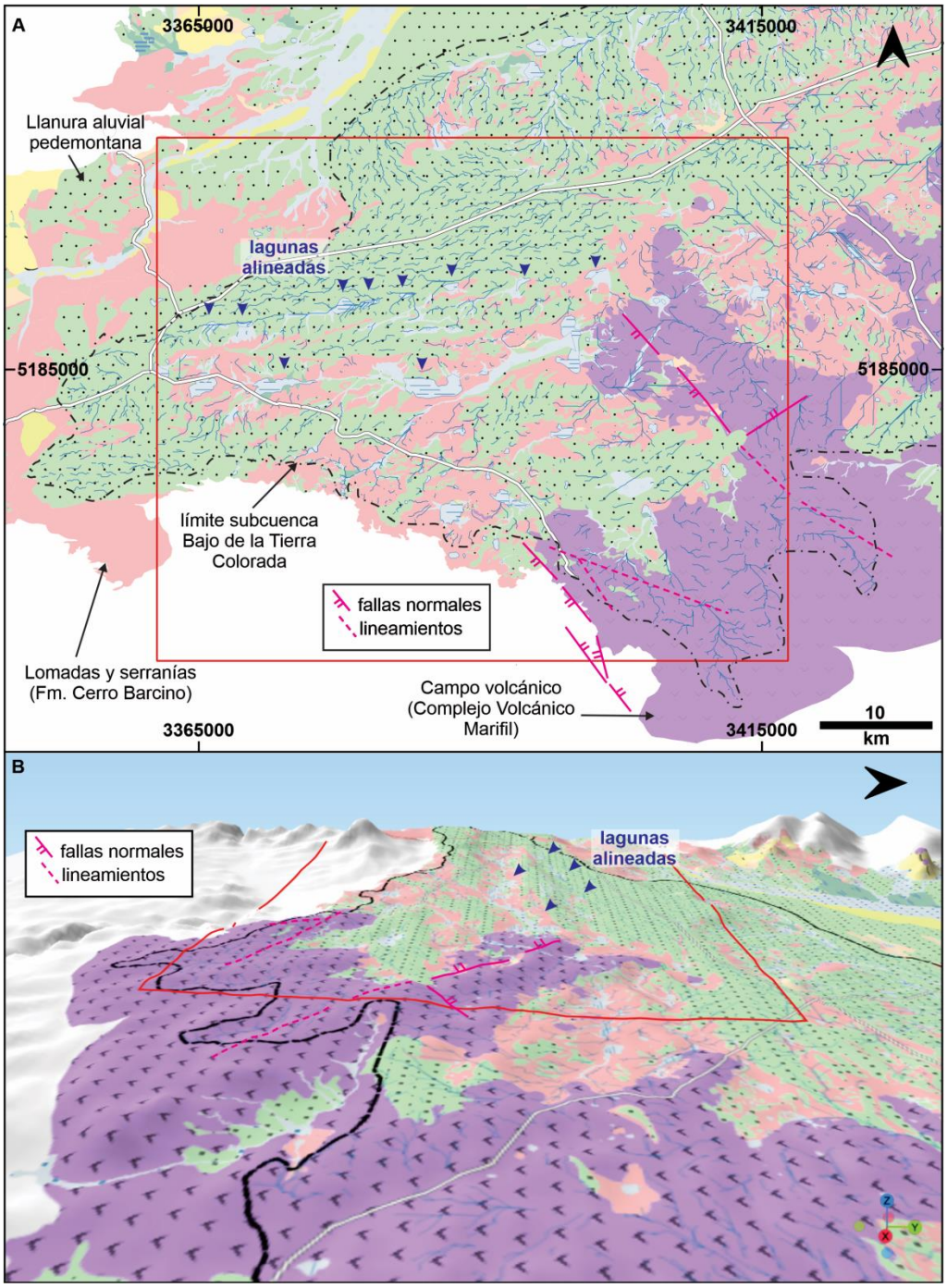


Figura 95. Visualización de lagunas alineadas en dirección OSO-ENE

Nota de Figura 95. Visualización de lagunas alineadas en dirección OSO-ENE, paralela a uno de los dos rumbos de fallas y lineamientos reconocibles en el sector SO de la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada. A. Representación en planta. B. Reconstrucción 3D, mirando al oeste. Ver rectángulo rojo para referencia.



Figura 96. 'Planicie fluvial-aluvial'.

Nota de Figura 96. A-B. Arroyo Telsen, en subcuenca Arroyo Telsen. A. Al SO de la localidad Telsen. B. Al NO de la localidad Telsen. C-D. Arroyo Telsen, al sur de la localidad Telsen, próximo al límite entre las subcuencas Arroyo Telsen y Arroyo Ranquil Huao. C.Margen derecha, vista al norte. D. Márgenes derecha e izquierdo, vista al sur. E-F. Parte distal del arroyo Ranquil Huao en la cuenca homónima. E. Vista al sur, en dirección al Bajo de la Tierra Colorada. F. Vista al norte. Los marcadores de colores en A-D indican diferentes terrazas fluviales.

5.3 Hidrogeología

Para la definición de las unidades hidrogeológicas presentes en la cuenca Arroyo Perdido se continuó con los lineamientos y sistemas establecidos en las cuencas Genoa-Senguerr (CFI 2014, y 2018) y Arroyo Perdido (CFI 2021) (Tabla 5.7).

Las unidades hidrogeológicas se diferenciaron en dos sistemas principales, según el tipo de porosidad dominante: primaria y secundaria.

Los sistemas hidrogeológicos de porosidad primaria corresponden a materiales sedimentarios inconsolidados o parcialmente consolidados, de distinto origen y granulometría, en los cuales el pasaje del fluido se produce a través de poros interconectados, generados a expensas de la depositación inicial (permeabilidad primaria o intergranular).

Los sistemas hidrogeológicos de porosidad secundaria corresponden a materiales consolidados, en los cuales el pasaje de fluido se produce a través de espacios porales generados luego de la formación de la roca, a expensas del soterramiento de éstas por debajo de aguas superficiales y/o su exhumación y sometimiento a procesos de deformaciones estructurales. Los espacios porales así formados constituyen la porosidad secundaria. La interconexión de los poros secundarios es de naturaleza variable, y responde esencialmente al proceso genético.

Las rocas sedimentarias presentan usualmente una porosidad intergranular reducida (e.g., por compactación o por precipitación de cementos), o una porosidad intergranular aumentada (por disolución química de matriz y granos). Por su parte, los procesos de exhumación y deformación estructural propician el desarrollo de diaclasas, fallas fracturas y grietas, que generan vías preferenciales de circulación del agua subterránea, principalmente a través de las fisuras formadas.

Para describir el comportamiento hidráulico de las unidades hidrogeológicas, se agruparon a las rocas y sedimentos del área en:

- **Acuíferas:** capaces de reciben, almacenan y transmiten agua con facilidad
- **Acuícludas:** reciben, alojan pero no transmiten agua
- **Acuitardas:** transmiten agua bajo determinadas condiciones
- **Acuífugas:** no alojan ni transmiten agua.

La categorización acuífero primario/secundario posee una relación estrecha con el tipo de porosidad y la textura de las rocas estudiadas. Para el caso de porosidad primaria, los acuíferos presentarán homogeneidad tanto en porosidad como en permeabilidad (acuíferos primarios). Los acuíferos secundarios poseen una porosidad generada a expensas de procesos diagenéticos, cuya variabilidad puede dar lugar a acuíferos localizados, esencialmente heterogéneos y anisótropos.

5.3.1 Sistemas hidrogeológicos de porosidad primaria

Las unidades hidrogeológicas con sistema de porosidad primaria reconocidas en la cuenca Bajo de la Tierra Colorada, incluyen unidades litoestratigráficas distribuidas en el lapso Cretácico inferior–Actual: formaciones Cerro Barcino (Mbos. Bayo Overo -Aptiano- y Las Plumas -Cenomaniano-), Puntudo Chico (Campaniano– Maastrichtiano), La Colonia (Maastrichtiano–Daniano), Cerro Bororó (Daniano), Sarmiento (Eoceno–Mioceno), Pampa Sastre (Plioceno), Fm. Montemayor (Plioceno), Gravas Morgan (Plioceno), Fm. Talcahuala (Pleistoceno) y Depósitos Cuaternarios (aluviales, coluviales, pedemontanos, eólicos y de remoción en masa).

Considerando que el sistema hidrogeológico de porosidad primaria es el que resulta de interés al estudio, se clasificaron a estas unidades en función de las principales características litológicas e hidrodinámicas, y del grado de permeabilidad inferido a partir de los materiales (Tabla 5.8; Fig. 95).

Sistema Hidrogelógico	Símbolo	Código	Unidad Hidrogeológica (Características litológicas-geomorfológicas)	Permeabilidad inferida
Porosidad Primaria		1a	Acuífero primario (arenas y rodados retrabajados; depósitos de piedemonte)	Media-Alta
		1b	Acuífero primario (depósitos aluviales gravosos con matriz limo-arenosa; abanicos aluviales)	Variable
		1c	Acuífero primario (arenas y rodados; niveles aterrazados; planicies aluviales)	Media-Alta
		1d	Acuífero primario (arenas eólicas)	Media-Alta
		1e	Acuífero de porosidad variable (intercalación de areniscas, limo, fango y/o material piroclástico)	Variable
		2a	Acuitardo/acuífero pobre (tobas arenosas)	Baja
		2b	Acuitardo/acuícludo (sedimentos finos de bajos y/o lagunas)	Baja
		3	Acuícludo (fangolitas y arcillitas)	Muy Baja-Baja
Porosidad Secundaria		4a	Acuífugo/acuífero secundario (intrusivos y/o volcanitas meso-cenozoicas	Variable a impermeable
		4b	Acuífugo/acuífero secundario (sedimentitas mesozoicas)	Variable a impermeable
		4c	Acuífugo/acuífero secundario (volcanitas cenozoicas)	Variable a impermeable
Porosidad Primaria		5	Acuífero primario/acuitardo/acuícludo (depósitos de remoción en masa)	Baja-Media

Tabla 5. Unidades hidrogeológicas regionales definidas para la cuenca Bajo de la Tierra Colorada.

Acuífero Primario (1)

Las unidades definidas como Acuífero Primario corresponden a depósitos sedimentarios con predominio de materiales gruesos a medianos, donde se ha verificado en campo la presencia de agua en profundidades someras (los niveles de agua se encuentran entre 1 a 5 m de profundidad hasta 20 metros de máxima).

Se subdividió en cinco categorías en función de la homogeneidad de los materiales (granulometría y geometría de los depósitos):

Arenas y rodados retrabajados (depósitos pedemontanos y coluviales) (1a)

Son depósitos predominantemente de sedimentos arenosos, con participación de gravas y limos, e incluyen depósitos pedemontanos y coluviales. Los materiales que conforman esta unidad que no suele superar los 5–10 metros de espesor, corresponden a coberturas sedimentarias depositadas sobre

pedimentos, que cubren depósitos pre-Cuaternarios, y sobre los faldeos de altos topográficos actuales. El mayor desarrollo de depósitos pedemontanos asociados a esta unidad hidrogeológica, ocurre en una franja de orientación SO-NE, que une a las tres subcuencas bajo estudio.

Gravas con matriz limoarenosa (depósitos aluviales, abanicos aluviales) (1b)

Compuesta por una fracción gruesa gravosa y una matriz compuesta, en proporción variable, de materiales arenosos y limosos, constituye unidades sumamente permeables que albergan acuíferos someros.

Esta unidad incluye depósitos aluviales en general y depósitos de abanicos aluviales. Los rasgos morfológicos de los abanicos aluviales, junto con la presencia de lentes de material fino intercalados entre gravas (acuitardos), pueden propiciar la formación de niveles de agua colgados, por restricción del flujo subterráneo local, dando a veces lugar descargas locales de agua subterránea, con o sin mallines asociados. Los depósitos aluviales vinculados a esta unidad hidrogeológica ocurre en los numerosos arroyos efímeros que desembocan en mayor medida, en el Bajo de la Tierra Colorada.

Conglomerados, conglomerados arenosos y arenas (Fms. Pampa Sastre, Talachuala, Montemayor y Gravas Morgan) (1c)

Formada por depósitos gravosos y gravo arenosos, generalmente sueltos o poco consolidados, con abundancia de rodados de decenas de centímetros de diámetro, y escasa o ausente matriz de grano fino, por lo que resultan un medio homogéneo a escala regional y de gran interés para albergar acuíferos someros por su alta permeabilidad. Se localizan en regiones de mesetas, hacia el sector centro y nororiental de la subcuenca Arroyo Ranquil Huao, en el sector norte de la subcuenca Arroyo Telsen y en el sector oriental de la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada.

Arenas eólicas (1d)

Depósitos asociados a médanos y campos de dunas, con alta permeabilidad intrínseca. Los depósitos más extendidos se encuentran distribuidos particularmente a lo largo del valle del Arroyo Perdido, al oeste de la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada, con ocurrencias locales en el SE de la subcuenca Arroyo Ranquil Huao y al sur de la gran laguna desarrollada en el Bajo de la Tierra Colorada

Acuífero de porosidad variable (Fms. Puntudo Chico, Las Plumas y Cerro Bororó) (1e)

Incluye formaciones de edad post-Campaniano que se encuentran aflorantes o aparecen a poca profundidad en subsuelo (menos de 50 metros), compuestas principalmente por intercalaciones de conglomerados, areniscas conglomerádicas, areniscas tobáceas, tobas y fangolitas, en estratos de espesor variable. Se incluyen aquí las rocas de las formaciones Cerro Barcino (Miembro Las Plumas), Puntudo Chico y Cerro Bororó, con predominio de niveles arenosos de distinta granulometría.

El Miembro Las Plumas se compone de tobas, areniscas tobáceas, chonitas, fangolitas, con abundantes intercalaciones de lentes areno-conglomerádicos, depositados en sistemas fluviales de alta energía. Esta unidad ocurre localmente, en el sector SE de la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada. La Fm. Puntudo Chico, de naturaleza aluvial/fluvial, presenta una sección arenosa inferior, depositada en canales de alta energía, y una sección fangolítica superior, correspondiente a depósitos de planicie de inundación, con cuerpos de canales arenosos intercalados. Es la unidad con mayor representación, dentro de las que constituyen esta unidad hidrogeológica, con afloramientos ubicados al borde norte del arroyo Perdido, entre las subcuencas Arroyo Ranquil Huao y Bajo de la Tierra Colorada, otros en el sector SO de la subcuenca Arroyo Ranquil Huao, y los últimos en el sector centro-oriental de la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada. La Formación Cerro Bororó es mayoritariamente arenosa en composición, con niveles de areniscas bien seleccionadas, depositadas en ambientes marinos someros. Esta unidad no se ha reconocido dentro de las

subcuencas bajo estudio, pero sí en un pequeño sector limitante con el borde SO de la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada.

Acuífero primario / Acuitardo / Acuícludo (depósitos de remoción en masa) (5)

Unidad hidrogeológica caracterizada por la marcada heterogeneidad de sus materiales componentes. Dada la naturaleza modificadora de las propiedades primarias de las rocas afectadas, actúa como generadora de entrampamientos de fluidos contenidos en acuíferos primarios, o en interfaces de rocas puestas en contacto por el movimiento de los bloques, promoviendo también porosidad secundaria a partir de la fractura de rocas originalmente impermeables. Su distribución se restringe a grandes áreas dentro de la cuenca, localizadas usualmente en los faldeos de mesetas basálticas, desarrolladas hacia el sector occidental del área de estudio, hacia el oeste de la subcuenca Arroyo Ranquil Huao, también en una franja de orientación general SO-NE, en el sector oriental de esta subcuenca, y al norte de la subcuenca Arroyo Telsen.

Acuitardo (2)

Se diferenciaron dos subunidades con comportamiento restrictivo para el flujo subterráneo:

Acuitardo/Acuífero pobre (2a) (Fm. Sarmiento)

Se caracteriza por el predominio de unidades con alto contenido de material tobáceo y/o arcilloso (meteorización), por lo que se infiere una permeabilidad baja en general. Se incluye en esta unidad a la Fm. Sarmiento, la cual de amplia representación en la provincia del Chubut, restringe sus ocurrencias dentro de la cuenca de estudio, a sus términos superiores depositados durante el Oligoceno–Mioceno. Los afloramientos de esta unidad se desarrollan en una franja de orientación general SO-NE, que cruza los sectores meridionales de las subcuencas Arroyo Ranquil Huao y Arroyo Telsen,

normalmente situados sobre rocas cretácicas y subyacentes a coladas de lavas paleógenas-neógenas.

Acuitardo/Acuícludo (2b) (Depósitos de bajos y lagunas)

Comprende los sedimentos finos limo-arcillosos que constituyen el relleno de bajos y lagunas endorreicas, con expresión areal, distribuidas en diferentes sectores de la cuenca de estudio. Los cuerpos lagunares efímeros son numerosos dentro de la cuenca de estudio, resultando muy abundantes sobre planicies lávicas y planicies pedemontanas. Los cuerpos mayores se desarrollan del Bajo de la Tierra Colorada, hacia la conjunción de las tres subcuencas de estudio.

Acuícludo (3) (Formación La Colonia)

Formada por depósitos de textura limo-arcillosa. Se incluye aquí a los depósitos de la Fm. La Colonia, usualmente aflorante en las laderas de mesetas, con espesores que en el área al sur de Bajada del Diablo pueden alcanzar los 100 metros. No obstante, los afloramientos reconocidos dentro de la cuenca del Bajo de la Tierra Colorada, son llamativamente menores. Esta unidad constituye en el área del arroyo Mirasol Chico, al oeste de la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada, un potencial hidroapoyo para las areniscas marinas de la Fm. Cerro Bororó. En el área de Telsen, constituye un probado hidroapoyo para las aguas provenientes de mesetas basálticas, reconociéndose así, en los alrededores de Telsen, abundantes manantiales aflorantes en el contacto entre las fangolitas cretácicas y los basaltos cenozoicos. Se hace notar que la base de la Fm. La Colonia consiste en unos 5 a 15 metros de areniscas bien seleccionadas, que localmente pueden actuar de acuífero. Estas areniscas se encuentran contenidas entre los depósitos psamíticos-pelíticos-tobáceos de la Fm. Puntudo Chico y los badlands de la Fm. La Colonia en el área al oeste de la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada, y entre los depósitos areno-tobáceos de la Fm. Cerro Barcino (Miembro Bayo Overo) y los badlands de la Fm. La Colonia, en el área de Telsen.

5.3.2 Sistemas hidrogeológicos de porosidad secundaria

Acuífugo (4) (Complejo Volcánico Marifil, Fms. El Buitre, Somuncurá, Superunidad Quiñelaf y Volcanitas Bajo Hondo)

Comprende rocas del lapso Cretácico inferior–Mioceno, de origen diverso, tanto ígneas como sedimentarias, que conforman las principales serranías del área de estudio y, en caso de la Fm. Somuncurá, también extensas planicies lávicas. Las serranías actúan como divisorias de aguas superficiales/subterráneas, algo particularmente evidente en los sectores septentrionales de las subcuencas Arroyo Ranquil Huao y Arroyo Telsen, y el sector sudoriental de la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada.

Se reconocen acuífugos en rocas básicas cenozoicas (formaciones El Buitre, Somuncurá, Superunidad Quiñelaf y Volcanitas Bajo Hondo) y en las volcanitas ácida y meso-silíceas del Complejo Volcánico Marifil (Jurásico), designado en algunas hojas geológicas como Formación Lonco Trapial. Subordinadamente, se reconocen los acuífugos de las sedimentitas de la Fm. Cerro Barcino. De esta última, fundamentalmente las tobas y areniscas tobáceas del Mbo. Bayo Overo. Desde el punto de vista hidrogeológico, como generador de espacios de circulación de agua secundarios, resulta importante destacar el fracturamiento de las volcanitas del Complejo Volcánico Marifil. Esto es evidente en el sector meridional de la subcuenca Bajo de la Tierra Colorada, en donde se pueden reconocer (a escala 1:10.000) numerosas lagunas, de orientación SO-NE, alineadas según una de las direcciones de fracturamiento del basamento Jurásico, lo cual sugiere un ascenso de agua a través de estas fracturas, y una contención en depósitos pedemontanos.

Era	Prd	Época	UNIDAD	LITOLOGÍA	ORIGEN	SISTEMA HIDROGEOLÓGICO	CÓDIGO	UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	PERMEABILIDAD INFERIDA
CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	Depósitos aluviales	Bloques, gravas, arenas, limos y arcillas	Continental. Fluvial efímero. Planicies aluviales. Abanicos aluviales	Porosidad Primaria	**1b**	Acuífero Primario	Alta-Media
			Depósitos eólicos	Arenas finas a medianas	Continental. Campos de dunas y mantos tabulares	Porosidad Primaria	**1d**	Acuífero Primario	Alta-Media
			Depósitos de bajos y lagunas	Limos, arcillas. Eflorescencias salinas	Continental. Relieves negativos. Impactos meteoríticos.	Porosidad Primaria	**2b**	Acuitardo/Acuícludo	Baja
			Depósitos coluviales	Bloques, gravas, arenas finas a gruesas	Continental. Conos de derrubios y depósitos de faldeo	Porosidad Primaria	**1a**	Acuífero Primario	Alta-Media
			Depósitos de remoción en masa	Bloques, gravas y arenas	Continental. Desestabilización de laderas de mesetas basálticas	Porosidad Primaria	**5**	Acuífero Primario/Acuitardo/Acuícludo	Baja-Media
		Pleistoceno-Holoceno	Depósitos pedemontanos	Gravas, arenas finas a medianas, limos	Continental. Fluvial-aluvial y de piedemonte, sobre superficies de pedimento	Porosidad Primaria	**1a**	Acuífero Primario	Alta-Media
		Pleistoceno	Fm. Talcahuala	Gravas, arenas y bloques	Continental. Aluvial	Porosidad Primaria	**1c**	Acuífero Primario	Alta-Media
	PALEÓGENO-NEÓGENO	Plioceno	Gravas Morgan	Arenas y gravas	Continental. Fluvial, sistemas de carga mixta	Porosidad Primaria	**1c**	Acuífero Primario	Alta-Media
			Fm. Montemayor	Conglomerados y gravas medianas, con matriz arenosa	Continental. Fluvial, sistemas de carga de lecho	Porosidad Primaria	**1c**	Acuífero Primario	Alta-Media
			Fm. Pampa Sastre	Brechas, conglomerados, areniscas	Continental. Fluvial y piedemonte	Porosidad Primaria	**1c**	Acuífero Primario	Alta-Media
			Diques circulares	Basaltos olivínicos	Ígneo. Intrusiones básicas	Porosidad Secundaria	**4c**	Acuífugo/Acuífero secundario	Impermeable a variable
		Oligoceno-Mioceno	Volcanitas Bajo Hondo	Basaltos olivínicos, traquibasaltos, tobas, areniscas, ignimbritas ácidas y lavas riolíticas	Ígneo. Complejo eruptivo.	Porosidad Secundaria	**4c**	Acuífugo/Acuífero secundario	Impermeable a variable
			Superunidad Quiñelaf	Basaltos, traquibasaltos, traquitas, andesitas, pórfiros, tobas	Ígneo. Complejo eruptivo.	Porosidad Secundaria	**4c**	Acuífugo/Acuífero secundario	Impermeable a variable
			Formación Sarmiento	Tobas, tobas arenosas, chonitas, bentonitas. Conglomerados intraformacionales subordinados	Piroclástico. Erupciones mesosilíceas, depósitos eólicos y lagunas. Depósitos retrabajados por ríos	Porosidad Primaria	**2a**	Acuífugo/Acuífero secundario	Impermeable a variable
	PALEÓGENO	Oligoceno	Fm. Somuncurá	Basaltos olivínicos	Ígneo. Efusiones volcánicas básicas	Porosidad Secundaria	**4c**	Acuífugo/Acuífero secundario	Impermeable a variable
		Eoceno	Fm. El Buitre	Basaltos y teschenitas	Ígneo. Efusiones volcánicas básicas	Porosidad Secundaria	**4c**	Acuífugo/Acuífero secundario	Impermeable a variable
		Daniano	Fm. Cerro Bororó	Areniscas glauconíticas, coquinas, limolitas, fanolitas, arcillitas	Marino. Depósitos de plataforma somera y shoreface, facies estuarinas mareales	Porosidad Primaria	**1e**	Acuífero con porosidad variable	Variable
MESOZOICO	CRETÁCICO	Maastrichtiano-Daniano	Fm. La Colonia	Limolitas, fangolitas y arcillitas. Areniscas finas a medianas subordinadas	Mixto. Facies de bahía estuarinas, con dominio mareal, facies de lagoon. Subordinado, depósitos de plataforma somera y shoreface	Porosidad Primaria	**3**	Acuífugo/Acuífero primario	Impermeable a variable
		Campananiano-Maastrichtiano	Fm. Puntudo Chico	Areniscas, areniscas conglomerádicas, conglomerados, fangolitas	Continental. Fluvial, sistemas de carga de lecho y carga mixta	Porosidad Primaria	**1e**	Acuífero con porosidad variable	Variable
		Cenomaniano	Fm. Cerro Barcino (Mbo. Las Plumas)	Tobas, areniscas tobáceas, chonitas, fangolitas. Abundantes lentes de areniscas, sabulitas y conglomerados	Continental. Fluvial, sistemas gravo-arenosos entrelazados	Porosidad Primaria	**1e**	Acuífugo/Acuífero primario	Impermeable a variable
		Aptiano	Fm. Cerro Barcino (Mbo. Bayo Overo)	Areniscas tobáceas, conglomerados, tobas, fangolitas.	Continental. Fluvial. Sistema de carga mixta	Porosidad Secundaria	**4b**	Acuífugo/Acuífero secundario	Impermeable a variable
	JUR.	Pliensbachiano-Toarciano	Complejo Volcánico Marifl	Ignimbritas, andesitas, aglomerados volcánicos, tobas	Ígneo y volcaniclástico	Porosidad Secundaria	**4a**	Acuífugo/Acuífero secundario	Impermeable a variable

Tabla 5.8. Principales relaciones entre unidades litoestratigráficas, propiedades sedimentarias e hidrogeológicas.

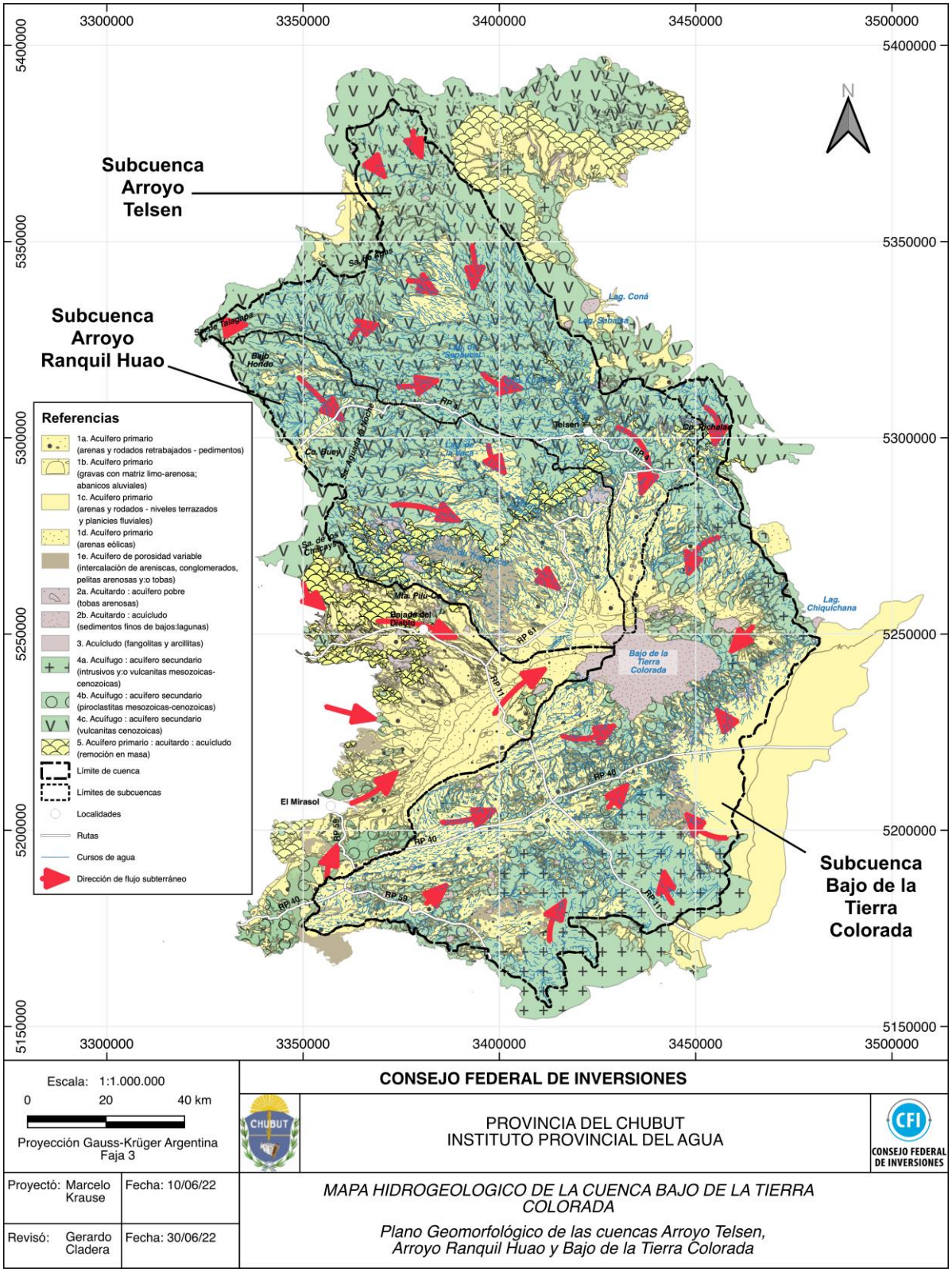


Figura 97. Unidades Hidrogeológicas de la cuenca Arroyo Perdido.

5.4 Modelo Hidrogeológico conceptual

Los estudios realizados en el presente informe permiten obtener un primer modelo hidrogeológico a escala regional.

El modelo conceptual estudiado abarca una geografía bien diferenciada, con zonas bajas al sur centro, de la cuenca conformado por una laguna efímera denominada Bajo de la Tierra Colorada. El sector norte corresponde a mesetas (Meseta de Somuncurá), y serranías con importantes campos volcánicos que se desarrollan también en la Provincia de Río Negro. Su topografía cambia bruscamente con saltos de relieve de más de 600 metros en tan solo 10 kilómetros de distancia. La pendiente es norte - sur terminado en la zona conocida como Bajo de la Tierra Colorada. Al igual que la subcuenca del Arroyo Perdido, existe un cambio en la red de drenaje superficial, pasando de sistemas fluviales de diseño dendrítico en las nacientes de la cuenca a sistemas fluviales troncales de diseño multiepisódico que colectan el agua de lluvia y deshielo, como el Caso del Arroyo Telsen y Arroyo Ranquil Huao. El estudio de aguas subterráneas se realizó teniendo en cuenta la posibilidad de la presencia de agua en diferentes litologías. Las ubicaciones de las tomografías eléctricas, priorizaron las formaciones sedimentarias tal como la Formación Rodados Patagónicos y Formaciones del Grupo Chubut.

Los resultados obtenidos permitieron diferenciar claramente los distintos sectores de las cuencas y su comportamiento hidrogeológico. El sector Norte del área de estudio se desarrolla en terrenos elevados y, debido a sus características geológicas y geomorfológicas, presenta un sistema hidrogeológico dominado por porosidad secundaria en la fracturación de los basaltos que dan origen a abundantes manantiales. El área Sur está conformada por un sistema hidrogeológico con clara dominancia de porosidad primaria en sedimentos actuales y porosidad variable para el Grupo Chubut.

Circulación de las aguas subterráneas

Al igual de lo observado para otras cuencas de la Provincia de Chubut, en esta subcuenca las aguas subterráneas tienen el mismo sentido de flujo que la red de drenaje superficial, coincidente con los trabajos realizados en otras cuencas aledañas como la Cuenca de Gastre y Cuenca del Sacanana.

La pendiente general es claramente Norte – Sur, tanto en las aguas subterráneas que conforman los acuíferos libres, como en las aguas superficiales hasta llegar al Bajo de la Tierra Colorada. Si bien existe al sur de laguna una pendiente hacia al norte esta es de escaso desarrollo (ver Fig. 95).
Hay que tener presente que el Bajo de la Tierra Colorada recibe, además aporte del Arroyo Perdido. Este arroyo como se describió en el estudio *Mapa hidrogeológico de la cuenca Arroyo Perdido. Consejo Federal de Inversiones - Instituto Provincial del Agua del Chubut – Clasto SRL. CFI (2021),* presenta un comportamiento efímero ya que aporta a dicha laguna luego de lluvias torrenciales, a diferencia de los Arroyos Telsen y Ranquil Huau, que aportan a la cuenca en forma permanente.

6. Base de datos SIG

Con el objetivo de facilitar el manejo de la información generada en campo y de los datos referenciados geográficamente se creó una base de datos con el sistema de información geográfica de uso libre QGIS. Este tipo de sistemas permite la actualización constante de la información por parte del IPA y consiste en una herramienta indispensable para la gestión integral de los recursos hídricos provinciales.

La información recopilada y generada se organizó en distintos archivos shape y se encuentra en referenciada en el sistema de coordenadas POSGAR 94 – ARG2 (EPSG 22172). Además se realizaron los planos y mapas correspondientes en formato TIF georreferenciados.

A continuación, se mencionan las capas temáticas generadas:

- Planimetría – Catastro
- Topografía
- Modelo Digital de Elevación y Curvas de nivel
- Hidrología (cursos de agua)

- Geología (unidades litológicas)
- Geomorfología (unidades geomorfológicas)
- Hidrogeología (unidades hidrogeológicas)
- Geofísica (ubicación de tomografías eléctricas)

A partir de estas capas temáticas se generaron los siguientes planos y mapas presentados en el anexo correspondiente del Informe:

- Planimetría – Catastro
- Topografía
- Modelo Digital de Elevación
- Hidrología (cursos de agua)
- Geología (unidades litológicas)
- Geomorfología (unidades geomorfológicas)
- Hidrogeología (unidades hidrogeológicas)
- Geofísica (ubicación de tomografías eléctricas)

IV. Conclusiones y recomendaciones

Al igual que la subcuenca del Arroyo Perdido, el área del presente estudio evidencia un enorme déficit de agua, potenciado por la falta de infraestructura, desconocimiento de nuevas posibilidades para obtenerla y a la falta de recursos económicos de los pobladores locales. El agua en la totalidad de la cuenca se obtiene de la napa freática o bien directamente de los Arroyos Telsen y Ranquil Huao. En sector del plano alto de las subcuencas, existen abundantes manantiales que van aportando agua a los arroyos mencionados durante todo el año. En todos los casos la infraestructura para la obtención en muy precaria. En los sectores bajos de la cuenca el agua se obtiene de la napa freática mediante perforaciones manuales tipo aljibe. La calidad de agua en la toma de agua

freática en su mayoría no es apta para el consumo humano, y con algunas restricciones para el consumo animal y el riego (Ver aparatado de caracterización hidroquímica).

La hidrogeología de la subcuenca del Bajo de la Tierra Colorada presenta claras diferencias entre los planos altos ubicados al norte y el sector bajo topográficamente y de relieve llano. El sector Norte dada sus características geológicas y geomorfológicas presenta un sistema hidrogeológico dominado por porosidad secundaria en la fracturación de los basaltos que da origen a los innumerables manantiales. En cambio, el Sur - Sureste está conformado por un sistema hidrogeológico con clara dominancia de porosidad primaria en sedimentos actuales y porosidad variable para el Grupo Chubut.

En base a la prospección realizada por métodos geofísicos de tomografía eléctrica y a la interpretación geológica de estos, los únicos sitios del área de estudio con potencial exploratorio mediante perforaciones son aquellos en los que se ubican los perfiles de las tomografías: TEM 1, 6, 7, 11, 12 y 13 a una profundidad máxima de 40 metros para confirmar la existencia de agua subterránea y la calidad de esta (ver Figura 88 y apartado de relevamiento geofísico).

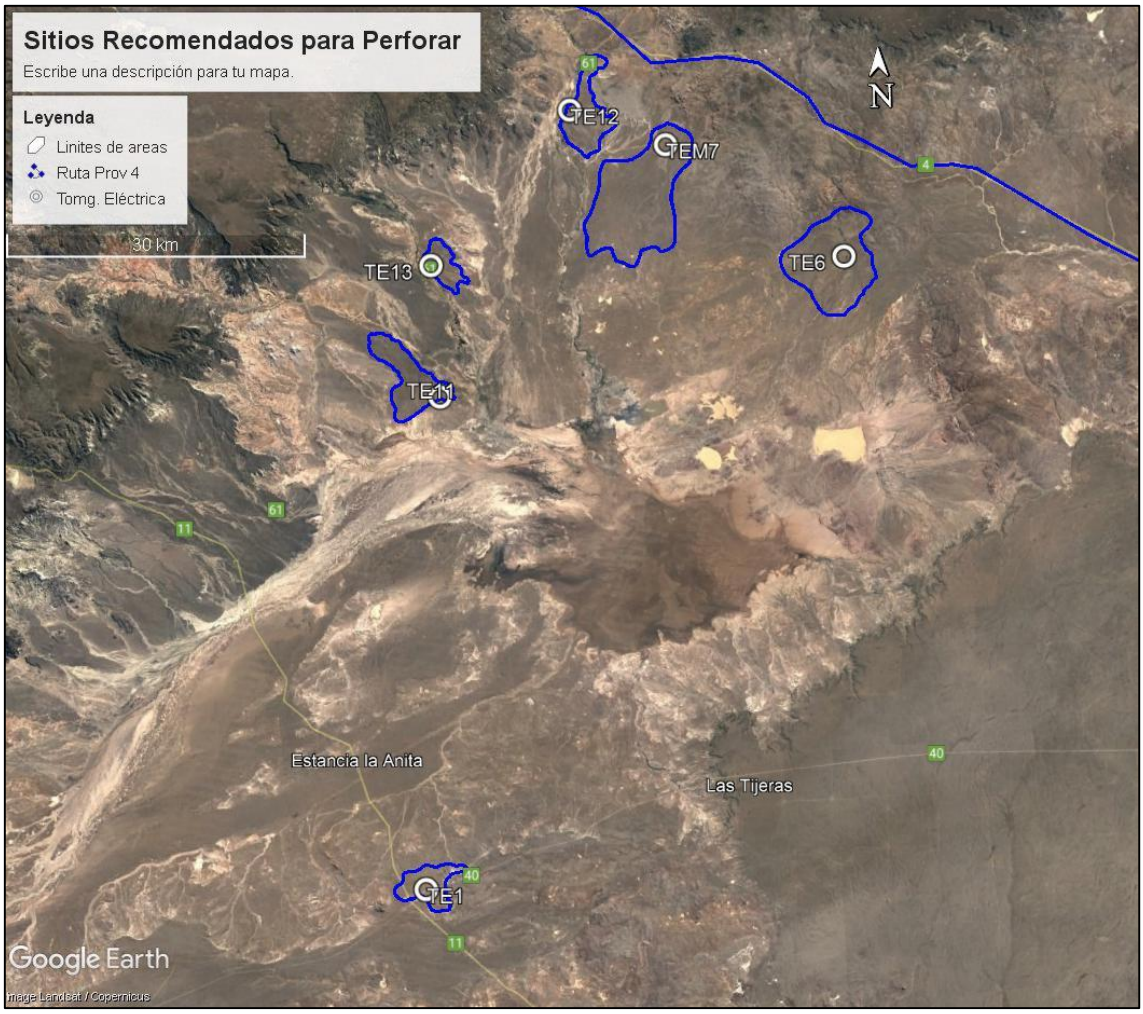


Figura 98. Sitios recomendados para exploración mediante perforaciones.

V. Bibliografía

Bibliografía general

Acevedo, R.D., Ponce, J.F., Rocca, M., Rabassa, J., Corbella, H., 2009. Bajada del Diablo impact crater-strewn field: The largest crater field in the Southern Hemisphere. Geomorphology 110, 58–67.

Acevedo, R.D., Rabassa, J., Ponce, J.F., Martínez, O., Orgeira, M.J., Prezzi, C., Corbella, H., González-Guillot, M., Rocca, M., Subías, I., Vásquez, C., 2012. The Bajada del Diablo astrobleme-strewn field, central Patagonia Argentina: Extending the exploration to surrounding áreas. Geomorphology 169–170, 151–164.

Ardolino, A.A., 1987. Descripción geológica de la Hoja 42f, Sierra de Apas. Provincia del Chubut. Dirección Nacional de Minería y Geología. Boletín 203, 91 pp.

Ardolino, A.A, Franchi, M., 1996. Telsen. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Hoja Geológica 4366-I. Provincia de Chubut. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 215, 110 pp., Buenos Aires.

Ardolino, A.A, Lizuain, A., Salani, F., 2003. Gan. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Hoja Geológica 4366-I. Provincia de Chubut. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Buenos Aires.

Bellosi, E.S., 1995. Paleogeografía y cambios ambientales de la Patagonia Central durante el Terciario medio. Boletín de Informaciones Petroleras 44, 50–83.

Bellosi, E.S., 2010, Loessic and fluvial sedimentation in Sarmiento Formation pyroclastics, middle Cenozoic of central Patagonia. En: Madden, R., Carlini A., Vucetich, M., and Kay, R. (Eds.). The Paleontology of Gran Barranca: Evolution and Environmental Change through the Middle Cenozoic of Patagonia: Cambridge, UK, Cambridge University Press, 278–292.

CFI (2014). Mapa hidrogeológico de la Provincia del Chubut. Fase II - Etapa 1: Cuenca Genoa - Senguer. Final, Consejo Federal de Inversiones - Instituto Provincial del Agua del Chubut - Hidroar S.A., Buenos Aires.

CFI (2018) Mapa hidrogeológico de la Provincia del Chubut, cuenca Genoa – Senguer. Fase II - Etapa I, continuación del relevamiento hidrogeológico. Consejo Federal de Inversiones - Instituto Provincial del Agua del Chubut - Clasto.

CFI (2021) Mapa hidrogeológico de la cuenca Arroyo Perdido. Consejo Federal de Inversiones - Instituto Provincial del Agua del Chubut - Clasto.

Corbella, H., 1987. Agrupamientos de cráteres por posible impacro. Bajada del Diablo, provincia del Chubut, Argentina. Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología 18, 67.

Franchi, M., Ardolino, A., Remesal, M., 2001. Cona Niyeu. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Hoja Geológica 4166-III. Provincia de Río Negro. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 262, 82 pp., Buenos Aires.

González Díaz, E.F., Malagnino, E.G., 1984. Geomorfología. Relatorio del 9 Congreso Geológico Argentino, Barilo, Argentina. Capítulo 1 (13), 347–364.

González Díaz, E.F., Di Tommaso, I., 2011. Evolución geomorfológica y cronología relativa de los niveles aterrazados del área adyacente a la desembocadura del río Chubut al Atlántico (provincia del Chubut). Revista de la Asociación Geológica Argentina 68, 507–525.

González Díaz, E.F., Di Tommaso, I., 2013. La depresión del “Bajo del Diablo” (NE del Chubut): una propuesta geomórfica acerca de su origen y su evolución. Revista de la Asociación Geológica Argentina 70, 279–290.

Guillaume, B., Martinod, J., Husson, L., Roddaz, M., Riquelme, R., 2009.

Neogene uplift of central Eastern Patagonia: dynamic response to actívate spreading ridge subduction? Tectonics 28, TC2009, 1–19.

Remesal, M., Salani, F., Franchi, M., Ardolino, A., 2001. Maquinchao. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Hoja Geológica 4169-IV. Provincia de Río Negro. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 312, 68 pp., Buenos Aires.

Spalletti, L.A., Mazzoni, M.M., 1977. Sedimentología del Grupo Sarmiento en un perfil ubicado en el sudeste del Lago Colhué Huapí, provincia del Chubut. Obra Centenario de La Plata 4, 261–283.

Spalletti, L.A., Mazzoni, M.M., 1979. Estratigrafía de la Formación Sarmiento en la Barranca Sur del Lago Colhué Huapí, provincia del Chubut. Revista de la Asociación Geológica Argentina 34, 271–281.

Yllañez, E., 1987. Descripción geológica de la Hoja 42g, Telsen. Provincia del Chubut. Dirección Nacional de Minería y Geología. Boletín 208, 55 pp.

Bibliografía de capítulo *Geología*

Alric, V. I., & Massaferro, G. (2017) Edad y naturaleza del magmatismo básico eoceno de los alrededores de la meseta del Canquel. Revista de La Asociacion Geologica Argentina, 74(2), 274–282.

Andreis, R. R., Mazzoni, M. M., & Spalletti, L. A. (1973). Geología y sedimentología del Cerro Bororó (Provincia de Chubut). V Congreso Geológico Argentino, Actas 3, 21–55.

Anselmi, G., Gamba, M. T., & Panza, J. L. (2004) Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000.Hoja Geológica 4369-IV “Los Altares”. Provincia del Chubut. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletin 313, 98 pp., Buenos Aires.

Ardolino A. A. (1981) El vulcanismo cenozoico del borde sudoriental de la Meseta de Somuncurá, provincia del Chubut. VIII Congr.Geológico Argentino Actas II: 7–23.

Ardolino, A.A., 1987. Descripción geológica de la Hoja 42f, Sierra de Apas. Provincia del Chubut. Dirección Nacional de Minería y Geología. Boletín 203, 91 pp.

Ardolino, A., Delpino, D. 1986. El Bajo Hondo: una caldera basáltica en el borde sur de la meseta de Somuncurá, provincia de Chubut. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 41, 386–396.

Ardolino, A.A, Franchi, M., (1996) Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Hoja Geológica 4366-I “Telsen”. Provincia de Chubut. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 215, 110 pp., Buenos Aires.

Ardolino, A.A, Salani, F., Giacosa, R., V. (2021) Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Hoja Geológica 4366-I “Gan Gan”. Provincia de Chubut. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 317, 157 pp., Buenos Aires.

Bilmes, A., D’Elia, L., Veiga, G. D., & Franzese, J. R. (2014) Relleno intermontano en el antepaís fragmentado: evolución neógena de la cuenca de Gastre. Revista de La Asociación Geológica Argentina, 71(3), 311–330.

Breitsprecher, K., & Thorkelson, D. J. (2009) Neogene kinematic history of Nazca-Antarctic-Phoenix slab windows beneath Patagonia and the Antarctic Peninsula. Tectonophysics, 464, 10–20. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2008.02.013

Chebli, G. A., Carlos, N., Sciutto, J. C., & Serraiotto, A. A. (1976). Estratigrafía del Grupo Chubut en la región central de la provincia homónima. Actas Del VI Congreso Geológico Argentino, 375–392.

Clyde, W.C., Krause, J.M., De Benedetti, F., Ramezani, J., Cúneo, N.R., Gandolfo, M.A., Haber, P., Whelan, C., Smith, T. (2021) New South American record of the Cretaceous–Paleogene boundary interval (La Colonia Formation, Patagonia, Argentina). Cretaceous Research 126, 104889, 1–17.

Codignotto, J., Nullo, F., Panza, J., & Proserpio, C. (1978). Estratigrafía del Grupo Chubut entre Paso de Indios y Las Plumas, provincia del Chubut, Argentina. Actas Del VII Congreso Geológico Argentino, 471–480.

Cortiñas, J.S. (1996) La cuenca de Somuncurá-Cañadón Asfalto: sus límites, ciclos evolutivos del relleno sedimentario y posibilidades exploratorias. Actas del 13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 1: 147–163.

Cúneo, N. R., Gandolfo, M. A., Zamaloa, M. C., & Hermsen, E. (2014) Late Cretaceous aquatic plant world in Patagonia, Argentina. Plos One, 9(8), e104749. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104749

Cúneo, R., Ramezani, J., Scasso, R., Pol, D., Escapa, I., Zavattieri, A. M., & Bowring, S. A. (2013) High-precision U-Pb geochronology and a new chronostratigraphy for the Cañadón Asfalto Basin, Chubut, central Patagonia: Implications for terrestrial

faunal and floral evolution in Jurassic. Gondwana Research, 24(3–4), 1267–1275. https://doi.org/10.1016/j.gr.2013.01.010

De Sosa Tomas, A., Martín-Closas, C., Vallati, P., Krause, J.M. (2022) Early Cretaceous Mesochara-rich assemblages from central Patagonia, Argentina, predate the origin of homogeneus Charoidean floras by about 30 million years. Cretaceous Research 129, 105017, 18 pp.

Dunn, R. E., Madden, R. H., Kohn, M. J., Schmitz, M. D., Strömberg, C. A. E., Carlini, A. A., Ré, G. H., & Crowley, J. (2013). A new chronology for middle Eocene – early Miocene South American Land Mammal Ages. GSA Bulletin, 125(3–4), 539–555. https://doi.org/10.1130/B30660.1

Figari, E. G. 2005. (2005). Tesis doctoral. Evolución tectónica de la cuenca Cañadón Asfalto (zona del valle medio del río Chubut). In Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

Figari, E.G., Scasso, R. A., Cúneo, R. N., & Escapa, I. (2015) Estratigrafía y evolución geológica de la Cuenca de Cañadón Asfalto, provincia del Chubut, Argentina. Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis, 22(2), 135–169.

Figari, E.G., & García, D.G. (2018). Modelos analógicos superficie subsuelo para el Chubutiano inferior de las cuencas de Cañadón Asfalto y del Golfo San Jorge, Argentina. 10o Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, 669–688.

Foix, N., Krause, J.M., Bellosi, E., Raigemborn, M.S. (2021) Sedimentitas terciarias del margen atlántico. Relatorio Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Chubut. XXI Congreso Geológico Argentino, Puerto Madryn, B.17, 489–521.

Franchi, M., Ardolino, A., Remesal, M. (2001) Cona Niyeu. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Hoja Geológica 4166-III. Provincia de Río Negro. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 262, 82 pp., Buenos Aires.

Gasparini, Z., Sterli, J., Parras, A., O'Gorman, J. P., Salgado, L., Varela, J., & Pol, D. (2015) Late Cretaceous reptilian biota of the La Colonia Formation, central Patagonia, Argentina: Occurrences, preservation and paleoenvironments. Cretaceous Research, 54, 154–168. https://doi.org/10.1016/j.cretres.2014.11.010

Geuna, S. E., Somoza, R., Vizán, H., Figari, E. G., & Rinaldi, C. A. (2000). Paleomagnetism of Jurassic and Cretaceous rocks in central Patagonia: A key to constrain the timing of rotations during the breakup of southwestern Gondwana? Earth and Planetary Science Letters, 181(1–2), 145–160. https://doi.org/10.1016/S0012-821X(00)00198-9

Giacosa, R. E., Afonso, J. C., Nemesio Heredia, C., & Paredes, J. (2005). Tertiary tectonics of the sub-Andean region of the North Patagonian Andes, southern central Andes of Argentina (41-42°30′S). Journal of South American Earth Sciences, 20(3), 157–170. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2005.05.013

Giacosa, R. E., & Márquez, M. J. (1999). Jurásico y Cretácico de la Cordillera Patagónica Septentrional y Precordillera Patagónica. In R. Caminos (Ed.),

Geología Argentina (Anales 29, pp. 444–459). Instituto de Geología y Recursos Minerales.

Gianni, G. M., Dávila, F. M., Echaurren, A., Fennell, L., Tobal, J., Navarrete, C., Quezada, P., Folguera, A., & Giménez, M. (2018) A geodynamic model linking Cretaceous orogeny, arc migration, foreland dynamic subsidence and marine ingression in southern South America. Earth-Science Reviews, 185(May), 437–462. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.06.016

Guillaume, B., Martinod, J., Husson, L., Roddaz, M., & Riquelme, R. (2009) Neogene uplift of central eastern Patagonia: Dynamic response to active spreading ridge subduction? Tectonics, 28(TC2009), 1–19. https://doi.org/10.1029/2008TC002324

Guillaume, B., Moroni, M., Funiciello, F., Martinod, J., & Faccenna, C. (2010) Mantle flow and dynamic topography associated with slab window opening: Insights from laboratory models. Tectonophysics, 496, 83–98. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2010.10.014

Guler, M. V., González Estebenet, M. S., Navarro, E. L., Astini, R. A., Pérez Panera, J. P., Ottone, E. G., Pieroni, D., & Paolillo, M. A. (2019) Maastrichtian to Danian Atlantic transgression in the north of Patagonia: A dinoflagellate cyst approach. Journal of South American Earth Sciences, 92, 552–564. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.04.002

Haller, M. J., Ross, P.-S., White, J. D. L., & Lefebvre, N. (2017). Overview of the Cerro Chivo Volcanic field (CCVF), Chubut Province, Argentina: Basalt sheets, root zones, diatremes and “plugs.” XX Congreso Geológico Argentino, Sesión Técnica 8, Volcanología: 68-73.

Krause, J. M., Ramezani, J., Umazano, A. M., Pol, D., Carballido, J. L., Sterli, J., Puerta, P., Cúneo, N. R., & Bellosi, E. S. (2020) High-resolution chronostratigraphy of the Cerro Barcino Formation (Patagonia): Paleobiologic implications for the mid-cretaceous dinosaur-rich fauna of South America. Gondwana Research, 80, 33–49. https://doi.org/10.1016/j.gr.2019.10.005

Lapido, O. (1981) Descripción geológica de la Hoja 44g, Cañadón Iglesias, provincia del Chubut. Servicio Geológico Nacional, Boletín 185: 1-50. Buenos Aires.

Lapido, O., R. Page (1979) Relaciones estratigráficas y estructura del Bajo de la Tierra Colorada (provincia del Chubut). 7° Congreso Geológico Argentino, 1: 299- 313. Buenos Aires.

Martínez, O. A., Kutschker, A. (2011) The ´Rodados Patagónicos´ (Patagonian Shingle Formation) of Eastern Patagonia: enviromental conditions of gravel sedimentation. Biological Journal of the Linnean Society 103, 336 – 345.

Musacchio, E. A. (1972). Charophytas del Cretácico Inferior en sedimentitas chubutenses al este de La Herreña, Chubut. Ameghiniana, 9, 354–356.

Musacchio, E. A. (1995). Estratigrafía y micropaleontología del Jurásico y el Cretácico en la comarca del valle medio del río Chubut, Argentina. VI Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, 179–187.

Nakayama, C., Sciutto, J.C., Castrillo, E., Fernández, C. (1979) Contribución al conocimiento geológico del sector noreste de la provincia del Chubut. Actas 7º Congreso Geológico Argentino, I: 657 - 670. Buenos Aires.

Núñez, E., Bachmann, E.W., Ravazzoli. I., Britos, A., Franchi, M., Lizuain, A., Sepúlveda, E. (1975) Rasgos geológicos del sector oriental del macizo de Somuncurá, provincia de Río Negro, República Argentina. Actas 2° Congreso Iberoamericano de Geología Económica, 4: 247-266.

Orts, D. L., Folguera, A., Encinas, A., Ramos, M., Tobal, J., & Ramos, V. A. (2012) Tectonic development of the North Patagonian Andes and their related Miocene foreland basin (41°30'-43°S). Tectonics, 31(TC3012), 1–24. https://doi.org/10.1029/2011TC003084

Page, R. F. (1987) Descripción geológica de la Hoja 43g, Bajo de la Tierra Colorada, provincia del Chubut. Dirección Nacional de Minería y Geología, Boletín 200: 1-81. Buenos Aires.

Pascual, R., Goin, F., González, P., Ardolino, A., & Puerta, P. (2000). A highly derived docodont from the Patagonian Late Cretaceous : evolutionary implications for Gondwanan mammals. Geodiversitas, 22(3), 395–414.

Pesce, A. (1978). Estratigrafía del Arroyo Perdido en su tramo medio e inferior, Provincia del Chubut. VII Congreso Geológico Argentino, Actas 1, 315–333.

Ramos, V. (2015). Evolución de la cuenca golfo San Jorge: su estructuración y régimen tectónico. Revista de La Asociación Geológica Argentina, 72(1), 16–24.

Ramos, V. A. (2005) Seismic ridge subduction and topography: Foreland deformation in the Patagonian Andes. Tectonophysics, 399, 73–86. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2004.12.016

Ré, G. H., Bellosi, E. S., Heizler, M., Vilas, J. F., Madden, R. H., Carlini, A. A., Kay, R. F., & Vucetich, M. G. (2010). A geochronology for the Sarmiento Formation at Gran Barranca. In R. H. Madden, A. A. Carlini, M. G. Vucetich, & R. F. Kay (Eds.), The Paleontology of Gran Barranca: Evolution and Environmental Change through the Middle Cenozoic of Patagonia (pp. 46–59). Cambridge University Press.

Remesal, M., Salani, F., Franchi, M., Ardolino, A. (2001) Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Hoja Geológica 4169-IV "Maquinchao". Provincia de Río Negro. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 312, 68 pp., Buenos Aires.

Riccardi, A. C. (1988) The Cretaceous system of southern South America. In The Geological Society of America Memoir (Vol. 168). The Geological Society of America, Inc. https://doi.org/https://doi.org/10.1130/MEM168

Sacomani, L., & Panza, J. L. (2007) Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Hoja Geológica 4366-III. Las Plumas. Provincia del Chubut. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 291, 74 pp., Buenos Aires.

Silva Nieto, D.G., Lizuain, A., & Páez, M. (2017). Reinterpretación estratigráfica de la Formación Cerro Barcino (Grupo Chubut), en el Chubut central. Actas Del XX Congreso Geológico Argentino, ST1, 127–128.

Silva Nieto, Diego G. (2005). Hoja Geológica 4369-III. Paso de Indios. Provincia del Chubut. Instituto de Geología y Recursos Minerales - Servicio Geológico Minero Argentino.

Suárez, M., Márquez, M., de la Cruz, R., Navarrete, C., Fanning, M. (2014) Cenomanian-? early Turonian minimum age of the Chubut Group, Argentina: SHRIMP U-Pb geochronology. J. S. Am. Earth Sci. 50, 67-74.

Uliana, M. A., & Biddle, K. T. (1988) Mesozoic-Cenozoic Paleogeographic and Geodynamic Evolution of Southern South America. Revista Brasileira de Geociências, 18(2), 172–190. https://doi.org/10.25249/0375-7536.1988182172190

Umazano, A. M., Krause, J. M., Bellosi, E. S., Perez, M., Visconti, G., & Melchor, R. N. (2017) Changing fluvial styles in volcaniclastic successions: A cretaceous example from the Cerro Barcino Formation, Patagonia. Journal of South American Earth Sciences, 77, 185–205. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.05.005

Yllañez, E. (1987) Descripción geológica de la Hoja 42g, Telsen. Provincia del Chubut. Dirección Nacional de Minería y Geología. Boletín 208, 55 pp.

Yllañez, E., Lema, H.A., 1979. Estructuras anulares y geología del noreste de Telsen (Prov. del Chubut). Actas del VII Congreso Geológico Argentino, I: 445–454.

Bibliografía de capítulo *Geomorfología*

Acevedo, R.D., Ponce, J.F., Rocca, M., Rabassa, J., Corbella, H., 2009. Bajada del Diablo impact crater-strewn field: The largest crater field in the Southern Hemisphere. Geomorphology 110, 58–67.

Acevedo, R.D., Rabassa, J., Ponce, J.F., Martínez, O., Orgeira, M.J., Prezzi, C., Corbella, H., González-Guillot, M., Rocca, M., Subías, I., Vásquez, C., 2012. The Bajada del Diablo astrobleme-strewn field, central Patagonia Argentina: Extending the exploration to surrounding áreas. Geomorphology 169–170, 151–164.

Alric, V.I., Massaferro, G.I., 2017. Edad y naturaleza del magmatismo básico Eoceno de los alrededores de la Meseta del Canquel. Revista de la Asociación Geológica Argentina 74, 274–282.

Anselmi, G., Gamba, M. T., & Panza, J. L. (2004). Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000.Hoja Geológica 4369-IV “Los Altares”. Provincia del Chubut. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletin 313, 98 pp., Buenos Aires.

Ardolino, A.A., 1987. Descripción geológica de la Hoja 42f, Sierra de Apas. Provincia del Chubut. Dirección Nacional de Minería y Geología. Boletín 203, 91 pp.

Ardolino, A.A, Franchi, M., 1996. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Hoja Geológica 4366-I “Telsen”. Provincia de

Chubut. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 215, 110 pp., Buenos Aires.

Ardolino, A.A, Salani, F., Giacosa, R., V. 2021. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Hoja Geológica 4366-I "Gan Gan". Provincia de Chubut. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 317, 157 pp., Buenos Aires.

Corbella, H., 1987. Agrupamientos de cráteres por posible impacro. Bajada del Diablo, provincia del Chubut, Argentina. Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología 18, 67.

Franchi, M., Ardolino, A., Remesal, M., 2001. Cona Niyeu. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Hoja Geológica 4166-III. Provincia de Río Negro. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 262, 82 pp., Buenos Aires.

González Díaz, E.F., Malagnino, E.G., 1984. Geomorfología. Relatorio del 9 Congreso Geológico Argentino, Barilo, Argentina. Capítulo 1 (13), 347–364.

González Díaz, E.F., Di Tommaso, I., 2011. Evolución geomorfológica y cronología relativa de los niveles aterrazados del área adyacente a la desembocadura del río Chubut al Atlántico (provincia del Chubut). Revista de la Asociación Geológica Argentina 68, 507–525.

González Díaz, E.F., Di Tommaso, I., 2013. La depresión del "Bajo del Diablo" (NE del Chubut): una propuesta geomórfica acerca de su origen y su evolución. Revista de la Asociación Geológica Argentina 70, 279–290.

Haller, M. J., Ross, P.-S., White, J. D. L., & Lefebvre, N. 2017. Overview of the Cerro Chivo Volcanic field (CCVF), Chubut Province, Argentina: Basalt sheets, root zones, diatremes and "plugs." XX Congreso Geológico Argentino, Sesión Técnica 8, Volcanología: 68-73.

Kay, S.M., Ardolino, A.A., Gorring, M.L., Ramos, V.A. 2007. The Somuncura large igneous province in Patagonia: interaction of a transient mantle thermal anomaly with subducting slab. Journal of Petrology 48, 43–77.

Remesal, M., Salani, F., Franchi, M., Ardolino, A., 2001. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Hoja Geológica 4169-IV "Maquinchao". Provincia de Río Negro. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 312, 68 pp., Buenos Aires.

Sacomani, L., & Panza, J. L. 2007. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Hoja Geológica 4366-III. Las Plumas. Provincia del Chubut. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 291, 74 pp., Buenos Aires.

Yllañez, E., 1987. Descripción geológica de la Hoja 42g, Telsen. Provincia del Chubut. Dirección Nacional de Minería y Geología. Boletín 208, 55 pp.

Yllañez, E., Lema, H.A., 1979. Estructuras anulares y geología del noreste de Telsen (Prov. del Chubut). Actas del VII Congreso Geológico Argentino, I: 445–454.

VI. ANEXOS

Los anexos se encuentran en documentos separados e individualizados por temáticas.