Ausenco Vector

ARVC00-260-00000

Actualización de Informe de Impacto Ambiental del Proyecto Salares de Olaroz – Cauchari

ETAPA DE EXPLORACIÓN

Preparado para:

MINERA EXAR

Preparado por:

Ausenco Vector

DEPARTAMENTO DE SUSQUES
PROVINCIA DE JUJUY

Septiembre, 2011.

Ausenco Vector

Índice de Contenidos

Introducción **1**

I. Información General **2**

1. Nombre del Proyecto. 2
2. Nombre del/los Representante/s Legal/es 2
3. Domicilio en la jurisdicción. Teléfonos. 2
4. Actividad principal de la empresa. 2
5. Nombre de los Responsables Técnicos del I.I.A. 2
6. Domicilio real y legal en la jurisdicción. 2

II. Descripción del ambiente **3**

7. Ubicación Geográfica y vías de acceso 3
8. Superficie a utilizar 3
9. Descripción de las características geológicas y geomorfológicas 8
9.1. Geología Regional 8
9.2. Geología Local 8
9.3. Geomorfología 12
10. Clima 13
11. Cuerpos de agua superficiales y subterráneos 18
12. Caracterización del agua subterránea 22
12.1 Extracción de agua y salmuera 22
12.2. Parámetros hidráulicos 22
12.3 Ensayos de bombeo 24
13. Uso actual del agua 26
14. Suelos 26
15. Flora 27
16. Fauna 31
17. Identificación de áreas naturales protegidas 36
17.1. Reserva Provincial de Fauna y Flora Olaroz-Cauchari 36
18. Centros poblados más cercanos 36
18.1. Entorno Socio-Económico 37
19. Centro médico más cercano al área de exploración 37
20. Sitios de valor histórico, cultural, arqueológico y paleontológico. 39

III. Descripción de los trabajos a realizar **40**

21. Objeto de la exploración 40
22. Acceso al sitio 40
23. Actividades previas desarrolladas 40
23.1. Actividades de exploración 40

23.1.1. Estudios geofísicos mediante el método de sísmica de reflexión. 40
23.1.2. Estudios de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) 42
23.1.3. Ejecución de trincheras 44
23.1.4. Construcción de terraplenes, caminos auxiliares y plataformas de perforación. 45
23.1.5. Perforación de pozos 47
23.2. Construcción de instalaciones para ensayos 51
23.2.1. Instalaciones habitacionales y de ensayos 52
23.2.2. Sistema de tratamiento de efluentes 53
23.2.3. Ensayos en planta piloto y en laboratorio. 54
23.2.4. Bateas de evaporación y piletas de evaporación 56
24. Actividades a desarrollar 57
25. Campamento e instalaciones accesorias 58
26. Personal. Número de personas 58
27. Agua. Fuente, calidad y usos 59
28. Energía. Tipo y Consumo 59
29. Insumos químicos, combustibles y lubricantes. Consumo 60
30. Descargas al ambiente 61
IV. Descripción de los Impactos Ambientales 64
30.1 Impacto sobre la Geomorfología y el Paisaje 64
30.2. Impacto sobre el Agua 64
30.3. Impacto sobre el Aire 65
30.4. Impacto sobre el Suelo 65
30.5. Impacto sobre la Fauna y la Flora 65
30.6. Impacto sobre el Medio Social 66
V. Medidas de Protección Ambiental 67
31.1. Medidas sobre los Componentes Geomorfología y el Paisaje 67
31.2. Medidas sobre el Componente Agua 67
31.3. Medidas sobre el Componente Suelo 68
VI. Recomendaciones generales 69
Límites y excepciones 70
Bibliografía 71

Índice de Figuras

Figura 1: Mapa de ubicación general del proyecto Olaroz-Cauchari y caminos de acceso. 6
Figura 2: Ubicación general de las propiedades mineras. 7
Figura 3: Mapa geológico de área. 9
Figura 4: Divisoria de aguas de la cuenca. Fuente: ELB Hidrológico. Vector, 2011. 21
Figura 5: Localización de pozos de bombeo. 23
Figura 6: Diseño final de pozo PP4B. Fuente: Conhidro (2011). 25
Figura 7: Ubicación de líneas sísmicas en el área del proyecto. 41
Figura 8: Distribución de SEV en zona de proyecto. 43
Figura 9: Ubicación de trincheras de exploración. 44
Figura 10: Caminos existentes y terraplenes realizados. 46
Figura 11: Ubicación de los pozos efectuados en el Proyecto Olaroz-Cauchari. 50

Índice de Fotos

Foto 1: Vista de los equipos de perforación e instalación del pozo PB4. Fuente: Conhidro (2011). 24
Foto 2: Vista de la estepa arbustiva del Este de los salares. 28
Foto 3: Vista de la estepa arbustiva del Oeste de los salares. 28
Foto 4: Ejemplar de *Mahiueniopsis boliviana.* 29
Foto 5: Vistas de la estepa subarbustiva de Yaretas ubicada en el E del salar de Cauchari. 29
Foto 6: Vista de la Estepa herbácea de *Sporobolus* y *Festuca* en el Oeste del salar de Cauchari. 30
Foto 7: Vista de uno de los peladales de Cono de Archibarca. 30
Foto 8: Vista de un ambiente de transición entre la estepa arbustiva y un peladal. 30
Foto 9.Vista de la Vega de Archibarca. 31
Foto 10: Vista de la vega del Taire con ejemplares de *Festuca orthophylla* y algunas matas de *Parastrepia lucida.* 31
Foto 11: Lagartija ocelada (*Liolaemus ornatus*). 33
Foto 12: Caminera puneña *Geositta punenesis.* 33
Foto 13: Ejemplar de *Ctenomys opimus* en una madriguera activa en el Cono de Archibarca. 34
Foto 14: Grupo de *Vicugna vicugna* en el área de estudio. 34
Foto 15: Hospital de Susques. 39
Foto 16: Vista de las tareas realizadas durante los estudios de sísmica de reflexión. 42

Foto 17: Vista actual de las estacas que conforman una línea sísmica en el salar de Cauchari y en el cono de Archibarca. 42

Foto 18: Vista de superficie del Salar extremadamente blanda o con necesidad de terraplén (Ampliación IIA, 2009). 45

Foto 19: Vista del terraplén de acceso a PB3 terminado. 45

Foto 20: Vista general de la cantera ubicada en la Ruta Provincial N° 70 (X: 7.380.371; Y: 3.418.865). 47

Foto 21: Equipo de perforación ingresando a través del terraplén al pozo PE4_09 (Fuente: Ampliación IIA, 2009). 48

Foto 22: Vista del estado terminado de los pozos PE-07 y DDH-02. 51

Foto 23: Vista de la identificación metálica colocada en las tapas de los pozos. 51

Foto 24: Módulo de comedor (izquierda) y sala de recreación (derecha). 52

Foto 25: Vista de los módulos correspondientes a oficinas (izquierda) y planta de tratamiento de agua (derecha). 52

Foto 26: Vista externa e interna del laboratorio. 53

Foto 27: Equipamiento disponible y mesadas de trabajo. 53

Foto 28: Sistema de tratamiento de efluentes cloacales. 54

Foto 29: Galpón de planta de tratamiento y tanque de almacenamiento de salmuera. 54

Foto 30: Vista de las bateas de evaporación para ensayos a escala laboratorio. 55

Foto 31: Vista de sales formadas en la superficie para cosecha (izquierda) y depósito de sales (derecha). 55

Foto 32: Pileta de evaporación. 56

Foto 33: Vista del pozo de bombeo y extracción de la salmuera desde PB3A hacia la pileta de evaporación. 56

Foto 34: Pozas de evaporación para ensayos a escala piloto. 57

Foto 35: Vista del campamento de Susques (izq.) y en salar de Cauchari (der.). 58

Foto 36: Planta de osmosis inversa para purificación y potabilización del agua de consumo. 59

Foto 37: Vista de grupos electrógenos del campamento y sitio de estacionamiento del chulengo (izq.) y grupo de abastecimiento de energía de pozos de bombeo (der.). 60

Foto 38: Vista de un dique de contención y reuso de los fluidos. 61

Foto 39: Vista de container de almacenamiento de residuos domiciliarios en oficina de Susques (izq.) y de contenedores diferenciados en campamento de Salar de Cauchari (der.) 62

Foto 40: Vista del patio de acopio de residuos en el área del proyecto. 62

Foto 41: Recipientes herméticos con residuos de laboratorio y material contaminado con hidrocarburos. 63

Índice de Tablas

Tabla 1: Superficies de las propiedades a explorar. 3

Tabla 2: Precipitación Media Mensual y Anual (mm). Fuente: Bianchi y Yánez 1992. 14
Tabla 3: Temperatura (ºC) Media Mensual y Anual (mm). Fuente: Bianchi 1996. 14
Tabla 4: Balance Hídrico. Estación Olacapato. 15
Tabla 5: Balance Hídrico. Estación Susques. 15
Tabla 6: Balance Hídrico. Estación Sey. 16
Tabla 7: Registros Climáticos del Noroeste de Argentina. 17
Tabla 8: Listado de especies de fauna nativa identificada durante el estudio. 32
Tabla 9: Listado de especies amenazadas y su grado de conservación. 34
Tabla 10: Listado de mamíferos de la Puna incluidos en CITES y su categoría de conservación. 35
Tabla 11: Población por sexo en poblaciones cercanas - Año 2011. 36
Tabla 12: Distancia de las localidades vinculadas al hospital de Susques. 38
Tabla 13: Pozos de perforación Diamantina. 47
Tabla 14: Pozos de perforación con Aire Reverso. 48
Tabla 15: Pozos efectuados con sistema rotary convencional. 49
Tabla 16: Personal asociado a las áreas de exploración. 58
Tabla 17: Insumos químicos, combustibles y lubricantes. 61

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Variación anual de la precipitación y temperatura. 15
Gráfico 2: Precipitación, evapotranspiración potencial y real. Estación Olacapato. 16
Gráfico 3: Precipitación, evapotranspiración potencial y real. Estación Susques. 16
Gráfico 4: Precipitación, evapotranspiración potencial y real. Estación Sey. 17
Gráfico 5: Temperatura media registradas en el área de Cauchari y Olaroz. 18

Introducción

Vector Argentina S.A. (Vector) ha sido contratada por Minera Exar S.A. (Exar), para confeccionar la actualización de Informe de Impacto Ambiental (IIA) para el proyecto de exploración Salares de Olaroz – Cauchari en la Provincia de Jujuy, Argentina.

Este estudio técnico, está destinado a detectar, prevenir y corregir las probables consecuencias o efectos ambientales que determinadas tareas realizadas o a realizarse, pueden causar sobre el medio ambiente.

Las actividades que viene desarrollando Exar en la zona son la prospección, exploración y pruebas a escala piloto para la obtención de sales de Litio. Dichas tareas incluyen un programa de perforaciones, estudios hidrológicos, hidrogeológicos y relacionamiento con las comunidades; las cuales tienen por objeto ampliar el conocimiento del área bajo estudio y evaluar la potencialidad de aprovechamiento de la salmuera del salar.

El presente informe contiene información resumida del área en estudio, descripción de las actividades desarrolladas y a desarrollar, y las medidas de control y mitigación ambiental que Exar implementará durante la realización de las tareas previstas.

Para el cumplimiento de tales objetivos, se recopiló la información secundaria disponible y la proporcionada por Exar con el propósito de efectuar la evaluación requerida. La visita de reconocimiento del área estuvo integrada por el Ing. Walter Tejerina y la Ing. Silvia González. Este equipo fue asistido por personal de Exar, el Gerente de Operaciones Santiago Campellone y la Ing. Verónica Geipel.

I. Información General

1. Nombre del Proyecto.

Proyecto Olaroz - Cauchari
Provincia de Jujuy, Argentina.
Etapa del proyecto: Exploración
Concesionario: EXAR S. A.
Mineral o sustancia del proyecto: Sales de litio

2. Nombre del/los Representante/s Legal/es

Representante legal: Dr. Tomás de Pablos

3. Domicilio en la jurisdicción. Teléfonos.

Domicilio Real y Legal
Salta N°1075. San salvador de Jujuy
Teléfono: (0388) 4234796

4. Actividad principal de la empresa.

Prospección, Exploración y Desarrollo Minero

5. Nombre de los Responsables Técnicos del I.I.A.

José I. Ferretti
Geólogo. Matrícula Profesional Nº A202.

Firma Consultora Registro N° 20 en el Registro de Consultores en EsIAS de la Provincia de Jujuy. Dirección Provincial de Políticas Ambientales y Recursos Naturales.

Walter A. Tejerina

Ingeniero Químico. Matrícula Profesional Nº 4377

Firma Consultora Registro N° 20 en el Registro de Consultores en EsIAS de la Provincia de Jujuy. Dirección Provincial de Políticas Ambientales y Recursos Naturales.

6. Domicilio real y legal en la jurisdicción.

Vector Argentina S.A.
Ruta Provincial N°1, km. 5,5. B° El Arenal.
San Salvador de Jujuy.

Leguizamón 421, Piso 1, Of. A, A4400BOI, Salta, Argentina
Tel: +54 (387) 4310138

II. Descripción del ambiente

7. Ubicación Geográfica y vías de acceso

El Proyecto Salares de Olaroz - Cauchari se ubica en el Departamento de Susques, 260 km hacia el Oeste de San Salvador de Jujuy. En la **Figura 1** se presenta la ubicación general del proyecto y de las propiedades, así como de los caminos de acceso al mismo. Si bien, la infraestructura de superficie se encuentra en cercanía al cono de Archibarca, las propiedades mineras abarcan gran parte del sistema endorreico Olaroz-Cauchari.

Para acceder al sitio del proyecto se parte desde la ciudad de San Salvador de Jujuy por la Ruta Nacional Nº 9 (km 60), luego se continua por la Ruta Nacional N° 52 atravesando la localidad de Purmamarca y posteriormente la localidad de Susques (km 199), hasta el empalme con la Ruta Provincial Nº 70 (km 260). Por esta última se continúa hacia el sur y se recorren unos 10 km hasta el sitio de emplazamiento de la Planta Piloto y Campamento del proyecto.

Todo el trayecto mencionado se encuentra en muy buen estado de transitabilidad, encontrándose todo pavimentado con excepción de la Ruta Provincial N° 70 y el tramo interno de acceso al proyecto.

Al proyecto también se puede acceder desde la ciudad de Salta por la Ruta Nacional N° 51, atravesando la localidad de San Antonio de los Cobres y Olacapato, hasta el cruce con la Ruta Provincial N° 70 y luego continuando por ésta en dirección Norte unos 50 kilómetros hasta la zona donde se ubican las instalaciones habitacionales del proyecto.

8. Superficie a utilizar

Las propiedades mineras objeto de exploración y a cargo de Minera Exar S.A. se presentan en la **Tabla 1.**

Tabla 1: Superficies de las propiedades a explorar.

Propiedad	Nombre	Tipo	Expediente	Área (ha)
1	**Verano I**	Mina	299-M-04	2488
2	**Jorge**	Mina	62-L-98	2352
3	**San Antonio**	Mina	72-M-99	2500
4	**La Yaveña**	Mina	27-R-00	1117
5	**Sulfa 6**	Mina	70-R-98	1759
6	**Sulfa 7**	Mina	71-R-98	1824
7	**Sulfa 8**	Mina	72-R-98	1946
8	**Sulfa 9**	Mina	67-R-98	1570
9	**Luisa**	Mina	61-i-98	4706
10	**Arturo**	Mina	60-i-98	5100
11	**Angelina**	Mina	59-i-98	2346
12	**Tito**	Mina	048-P-98	200
13	**Cauchari Este**	Mina	1149-L-09	5900
14	**Cauchari Norte**	Cateo	349-R-05	998
15	**Cauchari Sur**	Cateo	1072-L-08	1501
16	**Irene**	Mina	140-N-92	200

17	**Minerva**	Mina	37-V-2002	250
18	**Chin Chin Chuli**	Mina	201-C-04	1000
19	**Eduardo**	Mina	183-D-90	100
20	**Nélida**	Mina	56-C-95	100
21	**María Ángela**	Mina	177-Z-03	100
22	**Hekaton**	Mina	150-M-92	200
23	**Victoria I**	Mina	65-E-02	200
24	**Miguel**	Mina	381-M-2005	100
25	**Becerro De Oro**	Mina	264-M-44	100
26	**Osiris**	Mina	263-M-44	100
27	**Alsina**	Mina	48-H-44	100
28	**Eduardo Daniel**	Mina	120-M-44	100
29	**María Victoria**	Mina	121-M-03	1800
30	**Grupo Minero**	Mina	90-B-94	4643
31	**Zoila**	Mina	341-C-44	100
32	**Mascota**	Mina	394-B-44	300
33	**Unión**	Mina	336-C-44	300
34	**Julia**	Mina	347-C-44	300
35	**Sáenz Peña**	Mina	354-C-44	300
36	**Demasia Sáenz**	Mina	354-C-44	100
37	**Montes De Oca**	Mina	340-C-44	100
38	**Julio A. Roca**	Mina	444-P-44	100
39	**Elena**	Mina	353-C-44	300
40	**Emma**	Mina	350-C-44	100
41	**Uruguay**	Mina	89-N-44	100
42	**Uno**	Mina	345-C-44	100
43	**Tres**	Mina	343-C-44	100
44	**Dos**	Mina	344-C-44	100
45	**Cuatro**	Mina	352-C-44	100
46	**Cinco**	Mina	351-C-44	100
47	**Avellaneda**	Mina	365-V-44	100
48	**Buenos Aires**	Mina	122-D-44	100
49	**Moreno**	Mina	221-S-44	100
50	**Sarmiento**	Mina	190-R-44	100
51	**Porvenir**	Mina	116-D-44	100
52	**Sahara**	Mina	117-D-44	300
53	**Alicia**	Mina	389-B-45	100
54	**Siberia**	Mina	306-B-44	24
55	**Clarisa**	Mina	402-B-44	100
56	**Demasia Clarisa**	Mina	402-B-44	19
57	**Paulina**	Mina	195-S-44	100
58	**Inés**	Mina	220-S-44	100
59	**María Esther**	Mina	259-M-44	100
60	**María Central**	Mina	43-E-44	100
61	**Delia**	Mina	42-E-44	100
62	**Graziella**	Mina	438-G-44	100
63	**Linda**	Mina	160-T-44	100
64	**María Teresa**	Mina	378-C-44	100

65	**Juancito**	Mina	339-C-44	100
66	**Archibald**	Mina	377-C-44	100
67	**San Nicolás**	Mina	191-R-44	100
68	**Alegría 1**	Mina	1337-M-09	2000
69	**Alegría 2**	Mina	1338-M-09	2000
70	**Alegría 3**	Mina	1339-M-09	2000
71	**Alegría 4**	Mina	1340-M-09	2000
72	**Alegría 5**	Mina	1341-M-09	2000
73	**Alegría 6**	Mina	1342-M-09	3000
74	**Alegría 7**	Mina	1343-M-09	600
75	**CHICO**	Mina	1231-M-09	300
76	**CHICO III**	Mina	1251-M.09	300
77	**CHICO IV**	Mina	1252-M-09	1500
78	**1440-M-2010**	Cateo	1440-M-10	9751
79	**PAYO III**	Mina	1517-M-10	2885
80	**PAYO IV**	Mina	1518-M-10	2968
81	**PAYO V**	Mina	1519-M-10	917
82	**PAYO VI**	Mina	1520-M-10	2806
83	**PAYO VII**	Mina	1521-M-10	2977
84	**PAYO VIII**	Mina	1522-M-10	1344
85	**CLOTILDE**	Mina	121-D-44	100
86	**La Inundada**	Mina	669-G-56	100
87	**Inundada Este**	Mina	721-G-59	100
88	**Jujuy**	Mina	725-G-57	100
89	**Susques**	Mina	726-G-57	100
90	**Inundada Sud**	Mina	789-G-57	100
TOTAL				90.091

La ubicación de las propiedades mencionadas se detalla en la **Figura 2**.

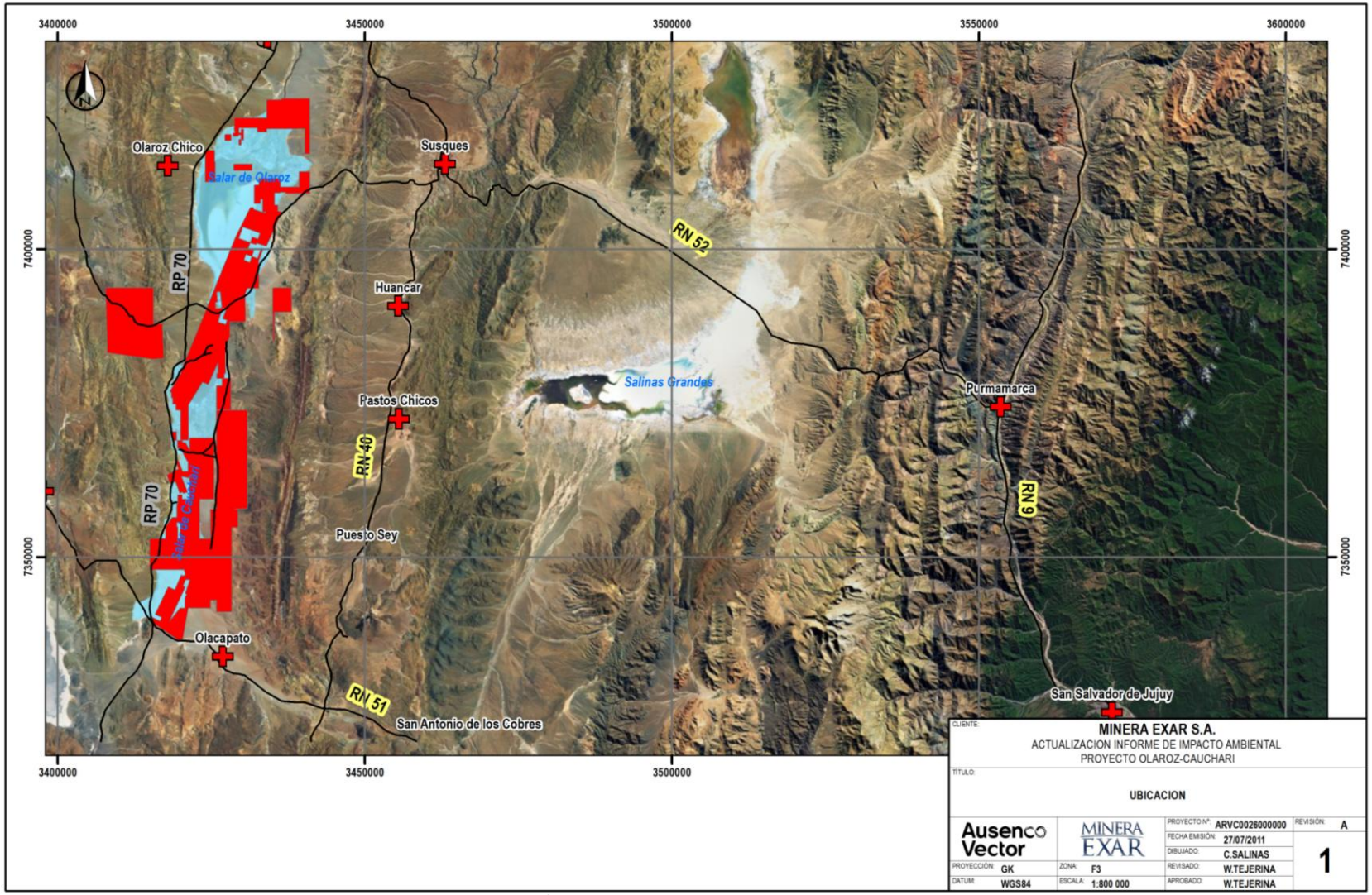

Figura 1: Mapa de ubicación general del proyecto Olaroz-Cauchari y caminos de acceso.

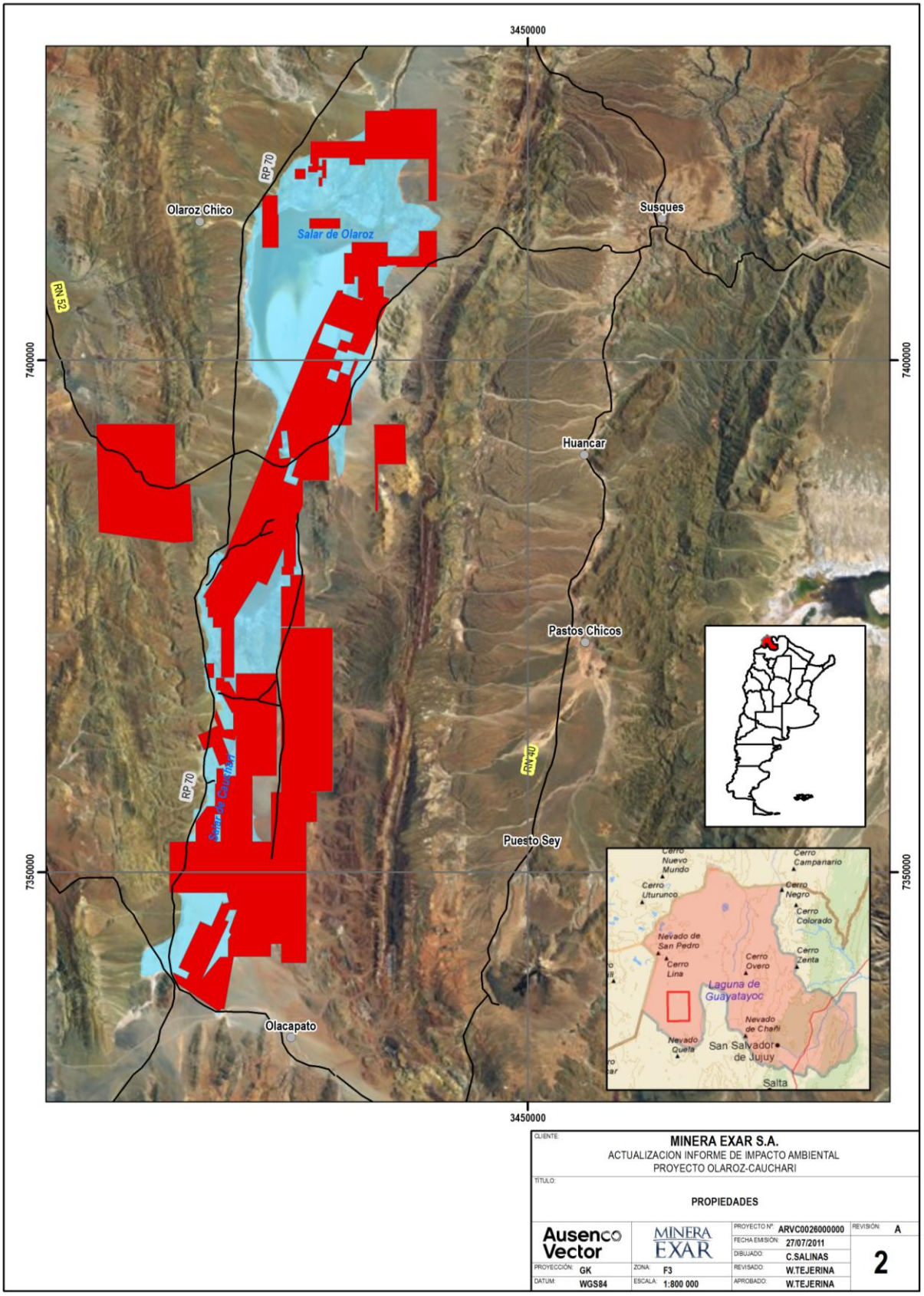

Figura 2: Ubicación general de las propiedades mineras.

9. Descripción de las características geológicas y geomorfológicas

9.1. Geología Regional

La región corresponde a un sector de la gran unidad morfoestructural Puna la que se sitúa a más de 3.000 m sobre el nivel del mar. El relieve es montañoso con laderas escarpadas, existen varias sierras de orientación meridional a submeriodianal separadas por depresiones que constituyen cuencas endorreicas, algunas con salares, boratos o ambos, y suelos generalmente arenosos y rocosos (Alonso, 1986; Jordan y Alonso, 1987). El paisaje es el resultado de procesos endógenos y exógenos. Los corrimientos vinculados a la tectónica andina levantaron los cordones serranos de la región, delimitando además las depresiones existentes. En este relieve se originó un diseño de drenaje endorreico predominante determinado por la presencia de aparatos volcánicos, flujos ignimbríticos y bloques tectónicos.

Las cuencas endorreicas de Pozuelos, Olaroz-Cauchari, Salinas Grandes-Guayatayoc y Miraflores, y la Cuenca exorreica Orosmayo-San Juan de Oro, son rasgos geomorfológicos importantes, originados como consecuencia de procesos tectónico-fluviales.

En el Cuaternario se formaron en la zona unos seis salares mayores y numerosas cuencas evaporíticas pequeñas. Las evapofacies dominantes son la boratífera y la clorurada sódica, y son además las que tienen valor económico para la explotación de la ulexita (borato común) y la halita (sal común), esta última en Salinas Grandes. Se conoce también la presencia de sulfato de sodio (salares de Jama y Cauchari) y de salmueras enriquecidas en elementos alcalinos y alcalino-térreos de valor económico (litio, potasio, magnesio, etc.).

9.2. Geología Local

Sobre la margen oriental del salar de Cauchari y parte de Olaroz, se extienden importantes afloramientos de rocas neógenas, entre las cuales fue definida la Formación Trinchera (Schawb, 1973). Esta formación presenta afinidades litológicas y cromáticas con la Formación Sijes, pero presenta edades radiométricas algo más antiguas (Schawb y Lippolt, 1974). Carbonatos lacustres y yeso están presentes en forma generalizada. La primera mención sobre boratos (en este caso silicoboratos) corresponde a Gay *et.al*. (1972) quienes reportan el hallazgo de nódulos de howlita ($Ca_2B_5SiO_9(OH)_5$) asociados con yeso en un lugar conocido como cerro Codo de Agua, aproximadamente en la parte centro oriental del salar. En el extremo nororiental del salar se encuentra una serranía conocida como cerro Negro u Overo. Está integrada por afloramientos de la Formación Trinchera, principalmente limoarcilitas, areniscas y tufitas, de colores claros hasta rojizos, con intercalaciones lacustres verdes, acompañados por travertinos, yeso y halita, los cuales están cubiertos en discordancia angular por vulcanitas básicas. En la ladera occidental de la serranía se observaron potentes bancos de travertinos interestratificados. Algunos metros por encima de los travertinos se presenta una manifestación boratífera integrada por capas rítmicas de ulexita ($NaCaB_5O_6(OH)_6 \cdot 5H_2O$) y finos niveles de colemanita ($Ca_2B_6O_{11}.5H_2O$). La ulexita se intercala rítmicamente con limolitas en capas de 3 a 5 cm. La colemanita aparece junto con calcita, en agregados radiales o como pequeños cristales. El espesor de la zona mineralizada es de 1 a 1,5 m y la extensión longitudinal de unos 10 metros. Se trata de una manifestación lenticular en superficie. En la misma serranía se encuentran algunas otras venas transgresivas aisladas de ulexita y también ulexita diseminada en las sedimentitas.

En la **Figura 3** se detallan las diferentes unidades litológicas presentes en el área de estudio, tomado del Servicio Geológico Minero Argentino Instituto de Geología y Recursos Minerales.

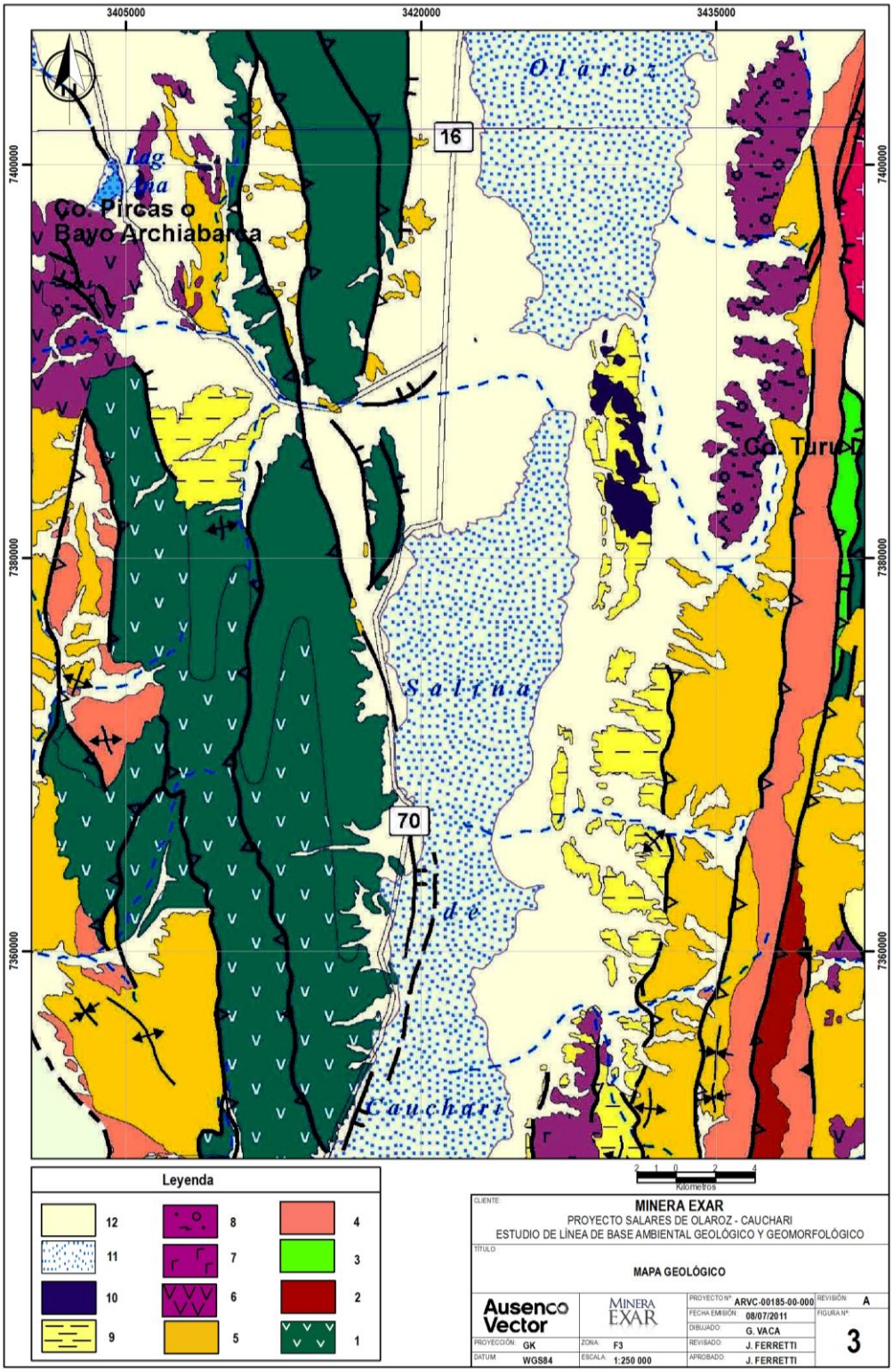

Figura 3: Mapa geológico de área.

Referencias: 1 Complejo Turbidítico de la Puna. 2 Granodiorita Tanque. 3 Conglomerados y areniscas de ambiente continental Subgrupo Pirgua. 4 Subgrupo Santa Bárbara 5 Areniscas, pelitas, conglomerados y tobas Fm Vizcachera y Fm Trinchera. 6 Complejo Volcánico Cerro Bayo. 7 Ignimbritas y dacitas Complejo Volcánico C° Morado.8 Formación Yungara. 9 Areniscas, limolitas, arcilitas y niveles conglomerádicos Fm Sijes. 10 Andesitas y basaltos de volcanes monogénicos. 11 Depósitos lacustres evaporíticos 12 Depósitos de abanicos aluviales.

Complejo Turbidítico de la Puna
Las sedimentitas que componen el Complejo Turbidítico de la Puna se extienden al Oeste del bajo de Olaroz - Cauchari, integrando las sierras de Lina y El Toro. Estas sierras se desarrollan en una faja de aproximadamente 10 km. El complejo turbidítico tiene espesores de 3.500 m. Son sucesiones turbidíticas alternantes granocrecientes y granodecrecientes de edad ordovícica media.

El complejo turbidítico expuesto en la sierra de Lina está integrado por pelitas verdes, micáceas, dispuestas en estratificación fina laminar con alta fisilidad. Se disponen en bancos continuos de geometría plano paralela. Se intercalan estratos macizos y potentes de areniscas gruesas mal seleccionadas con abundantes feldespatos muchas veces euhedrales y clastos de cuarzo subangulosos con matriz de arenisca fina, tienen intercalaciones de niveles de grauvacas con mucha matriz. Los bancos arenosos no presentan continuidad lateral, están dispuestos entre potentes espesores de pelitas.

Granodiorita Tanque
Esta unidad está integrada por cuerpos granítico-granodioríticos aflorantes en la sierra de Tanque, el cuerpo granítico principal tiene forma elongada, aflora en el sector medio de la sierra, sobre el contrafuerte oriental de los salares de Cauchari y Olaroz. Pérez y Coira (1998) definieron al Granito de Tanque como un cuerpo epizonal sin-cinemático, compuesto por facies graníticas granulares porfíricas, intruido por diques micrograníticos biotíticos, aplitas y escasas pegmatitas. Reconocieron foliación magmática de orientación NNE.

Subgrupo Pirgua
Los afloramientos de conglomerados y areniscas están distribuidos formando pequeños asomos en los altos estructurales. En el Este, se halla en la quebrada del charco, al Oeste de Sey. En la sierra de Tanque, es donde están las principales exposiciones, sobre el contrafuerte occidental de la sierra, en el Angosto de Taire y sobre el camino que corta la sierra en el sector Norte, a la altura del puesto Tanque. En la franja Oeste, aflora en las proximidades de Catua, y en el área de mina Providencia, sobre el borde occidental del salar de Olaroz.

Se trata de un conglomerado oligomíctico grueso, fuertemente cementado y diagenizado, bien estratificado, aunque la separación de los bancos es difusa. Con éste, alternan bancos de conglomerados más finos en los que los clastos se disponen en forma planar e imbricados. Los conglomerados son clasto-soporte cuando aumenta el tamaño de los clastos y matriz-soporte cuando éstos son más finos. La matriz es de arenisca mediana a gruesa con pequeños clastos de la misma composición que la de los mayores. Los clastos son subredondeados a subangulosos y abundan los de cuarzo y grauvacas. Algunos bancos más gruesos parecen lentes erosivos que cortan a los más finos, donde los clastos están mejor orientados. La mayoría de los clastos se disponen en forma planar y se suceden niveles gruesos clasto-soporte y finos matriz-soporte. El color es rojizo típico de Pirgua y se presenta en crestones que resalta como rasgo rugoso e irregular.

Subgrupo Santa Bárbara
La mayor parte de los afloramientos se distribuyen en la sierra de Tanque, específicamente al Oeste de la quebrada de Taire, al Norte de la sierra en la quebrada de Coranzulí y al Norte de la quebrada de Tanque. También se disponen depósitos conglomerádicos en la quebrada de Turi Tari.

La base está integrada por areniscas conglomerádicas clasto soporte con cemento carbonático de colores grises y morados claros intercaladas con sedimentitas rojas de areniscas finas decoloradas. Se intercalan bancos conglomerádicos competentes con abundante contenido de cuarzo y clastos subredondeados de sedimentitas ordovícicas y bancos más finos de areniscas pardusco-rosadas, con matriz de arenisca fina, muy micáceas que presentan estructura interna entrecruzada de muy bajo ángulo. Estos bancos aumentan su participación hacia el techo. El conjunto posee estratificación fina a mediana, los bancos tienen geometría de cuña formando un sistema de barras amalgamadas con techo y base irregulares y poca continuidad lateral. Las areniscas tienen abundante rasgos de bioturbaciones.

Formación Vizcachera
La unidad se dispone a lo largo de los cordones montañosos de Tanque, donde se encuentran los afloramientos más extensos y en las proximidades del paso de Huaitiquina. Aflora también en los

alrededores de las localidades de Susques, Catua y El Toro. Esta unidad está integrada por areniscas sabulíticas medianas a gruesas moderadamente seleccionadas, con granulometría bimodal, de colores grisáceos a rosados. La estructura interna es entrecruzada de alto ángulo. Las barras arenosas rellenan canales de poco espesor y de 1 a 2 m de ancho. Los canales tienen base erosiva con relleno de clastos de sedimentitas ordovícicas exclusivamente. Tienen migración lateral. El sistema es fluvial sin desarrollo de llanura aluvial con distribución lateral de barras y canales, características típicas de ríos entrelazados.

Formación Trinchera
Está formada por un conglomerado basal, al cual le siguen areniscas en parte conglomerádicas con intercalaciones de tufitas. Hacia el techo pueden aparecer sedimentos calcáreos intercalados con tobas dacíticas y riolíticas (Schwab, 1973).

Complejo Volcánico Cerro Bayo
Este complejo está integrado por los cerros Bayo y Tropapete ubicados al Oeste de la sierra de Olaroz. La columna litológica está compuesta por aglomerados volcánicos seguidos de tobas y mantos de lavas de composición lacítico-andesítica, poco diferenciadas. Las andesitas están compuestas por fenocristales de plagioclasa cálcica acompañada por cuarzo en una pasta que incluye en menor proporción feldespato potásico. Los mafitos están integrados por biotita dominante y hornblenda muy subordinada. De acuerdo con la posición estratigráfica de las lavas apoyadas sobre sedimentitas terciarias de la Formación Casa Grande, y a que el aparato volcánico interrumpe al cabalgamiento que eleva la sierra que se encuentra inmediatamente al Sur del mismo, se las considera de edad miocena.

Complejo Volcánico Cerro Morado
Las vulcanitas de este complejo se distribuyen en el extremo sur de la sierra de Tanque, a ambas vertientes del filo de Arizaro. Sobre el flanco oriental de la sierra se localizan flujos de ignimbritas al inicio de las quebradas de Taraste, Sepulturas y Sijes. Sobre el contrafuerte oeste, afloran mantos de ignimbritas en los cerros Moradito y Bayo Mesquinantes y a lo largo del río La Aguada. Pequeños cuerpos dómicos dacíticos se observan al Sur de la quebrada de Lari.

Formación Yungara
Esta unidad se distribuye al Este del salar de Olaroz, integrando los cerros Huayra Huasi, Turi Lari Chico, Esquina de Minas y Turi Lari Grande, elongados en dirección Norte-Sur. Se trata de cuatro cuerpos subvolcánicos (stocks) de composición riodacítica, riolítica a dacítica. Presentan textura porfírica con fenocristales de cuarzo, feldespato potásico, escasa plagioclasa y biotita, inmersos en una pasta de grano muy fino a vítrea.

En algunos sectores los pórfiros tienen alteración hidrotermal (silicificación - sericitización). La alteración afecta también a rocas del Subgrupo Pirgua, a las que se asocian mineralizaciones de Ag en vetillas. Se observan xenolitos de diversas composiciones.

Formación Sijes
En el área de Turi Tari, en el extremo noroeste del salar de Olaroz, la unidad está constituida por areniscas medianas, tufitas y depósitos volcaniclásticos de color blanco a gris blanquecino con abundante contenido de biotitas. Se intercalan bancos de tobas, surges y depósitos de caída. Los depósitos volcaniclásticos se encuentran levemente retrabajados. La estratificación es plano-paralela con estructura interna laminar y en algunos casos entrecruzada, de posibles bancos eólicos.

Andesitas y basaltos de volcanes monogénicos
Los volcanes monogénicos están dispersos hacia el sector occidental. Los afloramientos más extensos se localizan al Este del salar de Olaroz - Cauchari, donde las lavas fueron emitidas a lo largo de fallas.
Las lavas se apoyan discordantemente sobre sedimentitas plegadas de la Formación Vizcachera (Miembro superior).

Depósitos lacustres evaporíticos
Estos depósitos se los ubica en depresiones que separan los cordones montañosos. El drenaje fluvial se distribuye hacia salares y lagunas. Los mayores cuerpos evaporíticos son Salinas Grandes, Rincón, Jama, Cauchari y Olaroz. Los salares de Cauchari, Salinas Grandes, del Rincón y Jama tienen

importantes depósitos de boratos, ulexita y bórax. Sobre el borde occidental del salar de Cauchari existen numerosas fuentes termales extinguidas, con restos de géiseres, y estructuras de conos. Alonso (1999b) indicó a estas fuentes termales como las que aportaron el boro a las cuencas. En estos bajos se acumularon sedimentos finos y sales, que muestran una superficie agrietada en polígonos de bordes levantados, por la cristalización de soluciones salinas.

Depósitos de abanicos aluviales
El río Rosario genera un cuerpo aluvial que rodea por el Norte al salar de Olaroz. Otros depósitos se disponen en los alrededores del salar de Cauchari e inmediatamente al Sur del de Olaroz donde se observan paisajes pedemontanos de largas bajadas.

La última generación de abanicos aluviales de éstas cuencas se sobreimpone a los anteriores. Estos depósitos, más abajo se interdigitan entre sí conformando la transición hacia los depocentros.

9.3. Geomorfología

La fisiografía actual es el resultado de la modelación del edificio geotectónico de naturaleza endógena con sus correspondientes agradaciones sedimentarias sintectónicas, en donde se han superpuesto varios procesos geodinámicos morfogenéticos pasados y recientes de tipo gravitatorio, fluvial, eólico, climático.

La región estudiada es parte integrante del plateau de la Puna, que alcanzó una elevación importante causada por la subducción de la placa oceánica de Nazca debajo de la placa continental Sudamericana y por flotación sobre magmas adicionados a la corteza.

Esta unidad morfotectónica del orógeno andino nace con el levantamiento de las cadenas montañosas mediante pliegues y fallas inversas desde el paleógeno hasta la actualidad. A causa de este nuevo relieve se estableció un drenaje interno en donde los encadenamientos volcánicos y los bloques estructurales desnivelados establecieron numerosas subcuencas hidrológicas de edad andina.

Entre las cadenas montañosas se conforman valles paralelos donde se han acumulado permanentemente sedimentos y se han formado salares que constituyen los actuales niveles de base para la erosión local. El relleno neógeno de las cuencas consiste en evaporitas y material clástico aluvial con depósitos tobáceos subordinados (Alonso, 1986; Jordan y Alonso, 1987; Alonso *et al*., 1991).

Existe una configuración diversa que presentan las márgenes del salar de Cauchari. Mientras que sobre el Este las elevaciones pasan gradualmente a amplios conos aluviales y luego al salar; por el Oeste, pasan casi abruptamente a depósitos de salar. Esto sugiere la idea desde el punto de vista morfodinámico, de un margen activo (oriente) y otro pasivo (occidente).

También es notable la irregularidad de sus márgenes originada por la influencia de los numerosos conos aluviales, los que al ingresar al ambiente salino provocan marcados estrechamientos (Esteban, 2005).

Desde las partes elevadas que constituyen los bordes del Salar, se produce el aporte de materiales hacia el depocentro, formando abanicos aluviales que conforman un piedemonte continuo. Hacia el Norte y el Sur, se despliegan dos conos aluviales mucho más extendidos y de menor pendiente, se trata de los conos de la quebrada de Archibarca al Norte y el de la quebrada de Arizaro Chico al Sur.

Las bajadas que tienen lugar desde el margen oriental están compuestas por arrastre de materiales con presencia de finos, productos de la erosión de sedimentos terciarios, de origen continental. Los conos aluviales son más tendidos y de mayor extensión areal, debido al mayor aporte de materiales por desarrollarse cuencas de drenaje de mayor tamaño.

En el margen occidental, los materiales que construyen los piedemontes son más gruesos, debido a que el escurrimiento superficial tiene un mayor poder de arrastre, por sus pendientes más altas.

El cono de Archibarca, supera los 10 km de longitud y es el más importante del área, separando morfológicamente el salar Cauchari del salar Olaroz. Actualmente este cono es infuncional y se encuentra casi completamente cubierto por vegetación de tipo arbustiva característica de la zona, aunque algunos sectores pueden presentarse como campos de grava libre de vegetación. El cono es utilizado antrópicamente, como terraplén de la Ruta Nacional N° 52 (paso de Jama); y como fuente de acumulación natural de agua subterránea. Desde el punto de vista morfológico, constituye una unidad de acumulación sedimentaria formada por gravas y arenas gruesas que hacia los sectores distales pasan a sedimentos más finos.

En el Salar de Cauchari aparecen geoformas características de una cuenca cerrada enmarcada entre cordones montañosos con efecto de sombra de lluvias en el Este. Las observaciones en terreno y en imágenes permitieron definir distintos sectores ambientales desde el borde hacia el centro del salar:

- Cordones montañosos generando las divisorias de aguas y enmarcando los límites de las cuencas. Representan los afloramientos de rocas ígneas y sedimentarias.
- Abanicos aluviales coalescentes generando un sistema pedemontano con la clásica selección granulométrica gravitacional desde el ápice hacia los bordes.
- Una llanura arenosa con formación de dunas y otras acumulaciones que son elaboradas por acción del viento y depositadas en la base de los arbustos que se instalan en el sector.
- Una planicie fangosa seca con eflorescencias salinas de estructuras características.
- Finalmente el cuerpo del salar, con ocasionales lagunas poco profundas o someras y sectores proclives a la inundación por efecto de las tormentas estacionales.

10. Clima

El clima en la región de los Salares de Cauchari-Olaroz es severo como resultado de sus elevaciones límites de su posición geográfica de 4.000 m y debido también al efecto de dos sistemas de presión de altura semi-permanentes. El anticiclón del Pacífico, que opera principalmente en invierno, provee aire muy seco a la región, y el anticiclón del Atlántico que trae aire cálido y húmedo a la región, principalmente en verano. Estos sistemas de presión convergen en el continente creando el Bajo Continental Sudamericano que durante el verano alcanza mayor profundidad en la región y se dirige hacia abajo hacia los salares con aire húmedo lo cual genera un gran desarrollo de nubes orográficas y precipitaciones.

El clima favorece la recuperación de algunos minerales a través de procesos que dependen de la evaporación causada por las condiciones severas y la gran cantidad de radiación solar disponible durante el año.

10.1. Precipitaciones

Para la región de la Puna, las lluvias se concentran particularmente entre los meses de Noviembre y Marzo, período en el que se registran entre el 99% al 100% del total anual, y con un período muy seco entre Abril y Septiembre.

Las precipitaciones invernales son en forma de nevada y granizada y las estivales son básicamente pluviales. En función a las precipitaciones, Cabrera (1968) define tres zonas bien marcadas: la Puna húmeda, situada en la parte septentrional y oriental con abundantes ríos y lagunas (400 mm), la Puna seca, situada al sur y al oeste de la anterior, con ríos y lagunas pero también con salares (100-400 mm), y por último la Puna Desértica o de Atacama situada en la parte occidental y austral, donde no hay ríos ni lagunas, solamente vegas y grandes salares (<100 mm), en la cual se ubica el proyecto.

El clima desértico de Cauchari y Olaroz también es conocido como clima de la Puna (Hoffmann, 1971). La región de la Puna está expuesta a un calentamiento sustancial debido a la enorme cantidad de radiación que recibe y a la limitada disponibilidad de humedad para utilizar esta energía en un proceso de transformación en la atmósfera. Estas condiciones extremas hacen de la localidad un lugar muy atractivo para el uso de los procesos que dependen de la evaporación, ya que, además, la precipitación pluvial es normalmente inferior a 50 mm durante el año (Cabrera, 1976).

La precipitación pluvial se origina durante la meseta de la estación de verano, entre diciembre y marzo cuando la Baja Continental Sudamericana se acerca a la región de los salares y trae aire caliente y húmedo de las selvas del Amazonas. Esto provoca el desarrollo de nubes conductoras muy activas con abundante precipitación pluvial de tipo tormentoso.

Se presentan los valores de precipitación de las estaciones ubicadas en cercanías al área de estudio que corresponden al sistema de datos del Servicio Meteorológico Nacional.

Para realizar el balance se aplicó el método de Thornthwaite, el cual tiene en cuenta las láminas medias precipitadas mensuales, la evapotranspiración potencial, el excedente de precipitaciones, las reservas subterráneas, y calcula realizando un balance a nivel medio mensual, los excedentes o déficit para un año hidrológico medio.

Para el análisis de temperatura y precipitación (necesarios para el cálculo del balance hídrico de Thornthwaite) se seleccionaron las tres estaciones meteorológicas más cercanas al proyecto publicadas en “Las Precipitaciones del Noroeste Argentino” (Bianchi y Yánez 1992) y “Temperaturas medias estimadas para la Región Noroeste de Argentina” (Bianchi, 1996). Las mismas son: Estación Susques (19 años de registro), Estación Sey (17 años de registro) y Estación Olacapato (41 años de registro).

Tabla 2: Precipitación Media Mensual y Anual (mm). Fuente: Bianchi y Yánez 1992.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Olacapato	30	20	4	0	0	1	0	0	0	0	0	9	64
Susques	72	51	22	1	1	0	0	0	0	1	8	32	188
Sey	60	67	18	1	0	0	0	0	0	0	4	22	172

Tabla 3: Temperatura (ºC) Media Mensual y Anual (mm). Fuente: Bianchi 1996.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Olacapato	10,8	0,7	9,9	7,5	4,2	2,2	1,6	3,9	5,9	8,2	9,9	10,6	7,12
Susques	11,3	11,2	10,5	8,1	4,9	3	2,5	4,6	6,6	8,9	10,4	11,1	7,76
Sey	10,2	10,1	9,4	7	3,7	1,8	1,3	3,4	5,4	7,6	9,2	9,9	6,58

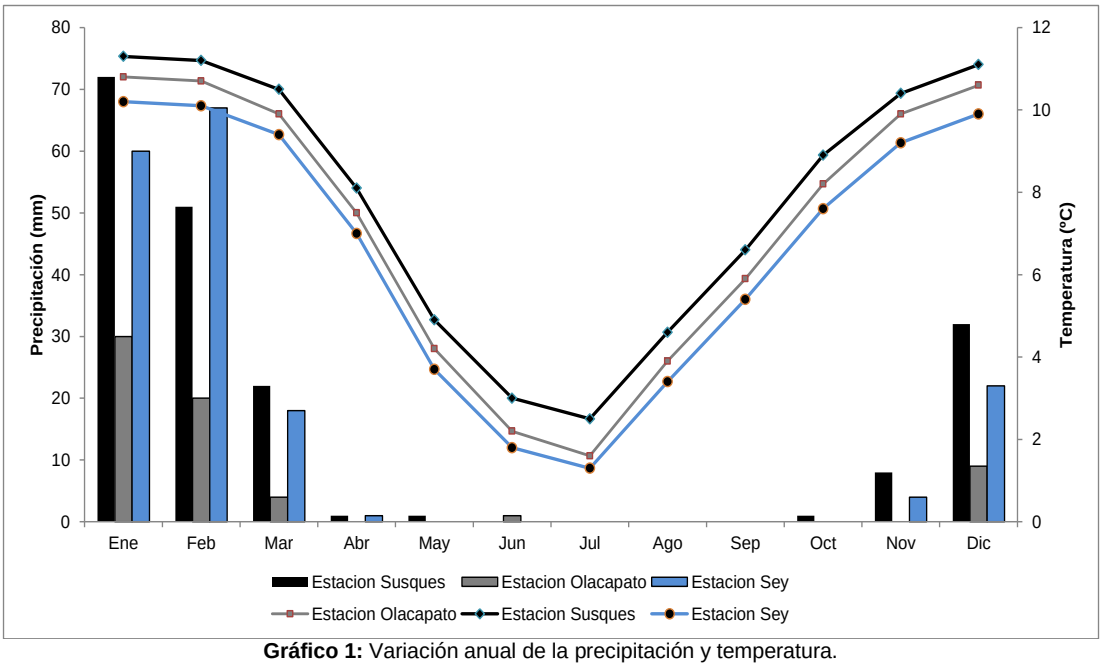

Gráfico 1: Variación anual de la precipitación y temperatura.

Los resultados de los balances hídricos para las estaciones seleccionadas pueden verse en la **Tabla 4**, **Tabla 5** y **Tabla 6**. En ellas se observan déficits anuales entre 358 mm y 487 mm de agua en el suelo, por lo cual no se observan excesos en ningún mes del año.

Tabla 4: Balance Hídrico. Estación Olacapato.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación	30	20	4	0	0	1	0	0	0	0	0	9	64
Temp. Media	10,8	10,7	9,9	7,5	4,2	2,2	1,6	3,9	5,9	8,2	9,9	10,6	7,12
Evapo. potencial	72	62	61	44	26	14	11	25	37	54	64	72	542
Evapo. real	30	20	4	0	0	1	0	0	0	0	0	9	64
Déficit	-42	-42	-57	-44	-26	-13	-11	-25	-37	-54	-64	-63	-478
Exceso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Escurrimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 5: Balance Hídrico. Estación Susques.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación	72	51	22	1	1	0	0	0	0	1	8	32	188
Temp. Media	11,3	11,2	10,5	8,1	4,9	3	2,5	4,6	6,6	8,9	10,4	11,1	7,76
Evapo. potencial	72	62	62	45	28	17	15	27	38	55	64	72	557
Evapo. real	72	51	22	1	1	0	0	0	0	1	8	32	188
Déficit	0	-11	-40	-44	-27	-17	-15	-27	-38	-54	-56	-40	-369
Exceso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Escurrimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 6: Balance Hídrico. Estación Sey.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación	60	67	18	1	0	0	0	0	0	0	4	22	172
Temp. Media	10,2	10,1	9,4	7	3,7	1,8	1,3	3,4	5,4	7,6	9,2	9,9	6,58
Evapo. potencial	71	61	61	43	25	13	10	24	36	53	63	70	530
Evapo. real	60	61	19	2	0	0	0	0	1	1	5	22	171
Déficit	-11	0	-41	-41	-24	-13	-10	-24	-36	-52	-58	-48	-358
Exceso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Escurrimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Existe un acusado déficit de agua (la evapotranspiración potencial supera a la precipitación), entre los meses de Setiembre a Diciembre. Los menores valores de déficit se presentan en los meses de Enero y Julio esto se debe al aporte de las precipitaciones estivales y a las nivales en el periodo invernal respectivamente.

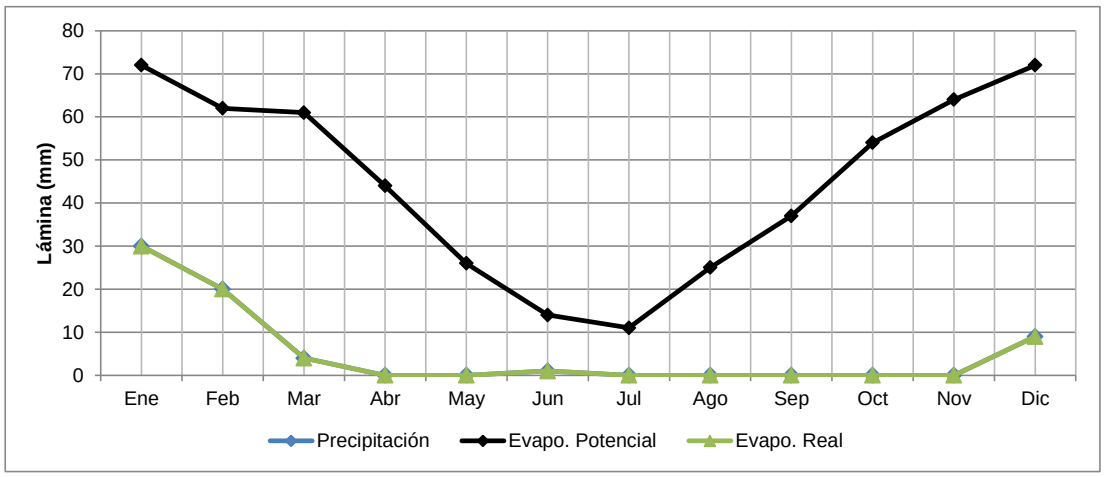

Gráfico 2: Precipitación, evapotranspiración potencial y real. Estación Olacapato.

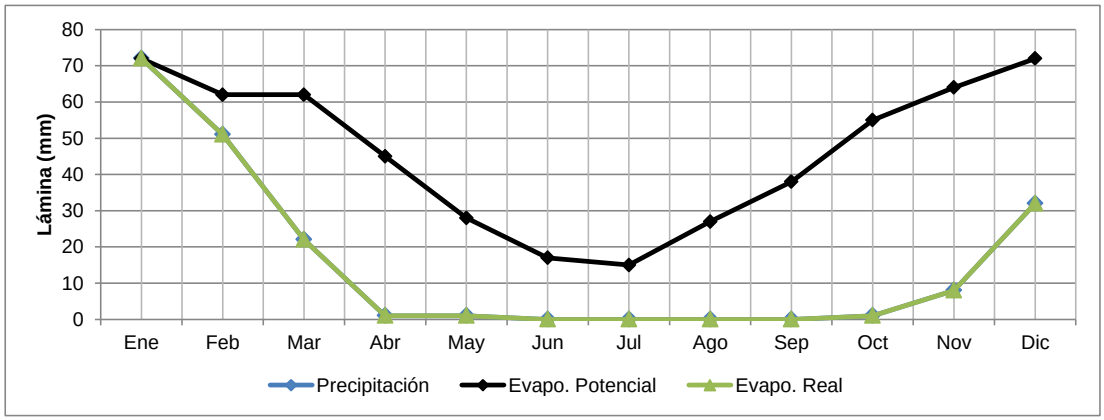

Gráfico 3: Precipitación, evapotranspiración potencial y real. Estación Susques.

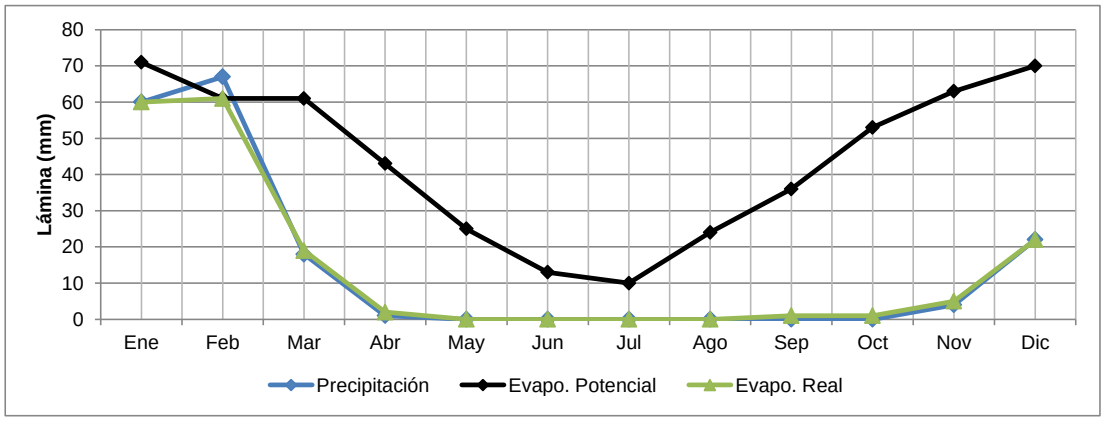

Gráfico 4: Precipitación, evapotranspiración potencial y real. Estación Sey.

El déficit de agua se debe a que la evapotranspiración potencial supera a la precipitación, lo que genera que la evapotranspiración real sea equivalente a la totalidad de la precipitación.

De los balances hídricos de las localidades analizadas se puede observar que de acuerdo a la clasificación climática propuesta por Thornthwaite, Susques y Sey tienen un tipo climático semiárido (D C`2 d a´), mientras que Olacapato el tipo climático es árido (E C`2 d a´), manifestado en las precipitaciones medias mensuales que poseen estas. (ELB Ausenco Vector, 2011).

Actualmente Minera Exar está relevando registros climáticos dentro del área del proyecto. Si bien esta información no permite aún un análisis estadístico al poseer solo un año de registro, los valores son utilizados para comprender mejor las condiciones climáticas locales.

10.2. Temperaturas

Debido a que los Salares de Olaroz - Cauchari se encuentran ubicados en una meseta a aproximadamente 4.000 msnm, la temperatura varía considerablemente entre el día y la noche.

La temperatura también está afectada por las estaciones, con temperaturas mínimas invernales que descienden a temperaturas de entre -25°C y -30°C, mientras que las temperaturas máximas en verano alcanzan entre los 15°C y los 25°C. La temperatura promedio anual es de 5,1°C. En la **Tabla 7** se listan las estaciones meteorológicas más cercanas y con registros representativos de estas condiciones climáticas.

Tabla 7: Registros Climáticos del Noroeste de Argentina.

Estación	X	Y	Elevación	Período
Coranzuli	3459000	7453680	4.100 m	1972/96
Castro Tolay	3493180	7416820	3.430 m	1972/90
Susques	3462640	7413040	3.675 m	1972/96
Mina Pan de Azúcar	3494310	7499680	3.690 m	1982/90
Olacapato	3426920	7333760	3.820 m	1950/90
San Antonio de Los Cobres	3467450	7321800	3.775 m	1949/90
Salar de Pocitos	3399280	7305020	3.600 m	1950/90

Las temperaturas medias registradas por las estaciones cercanas al área del proyecto se detallan a continuación.

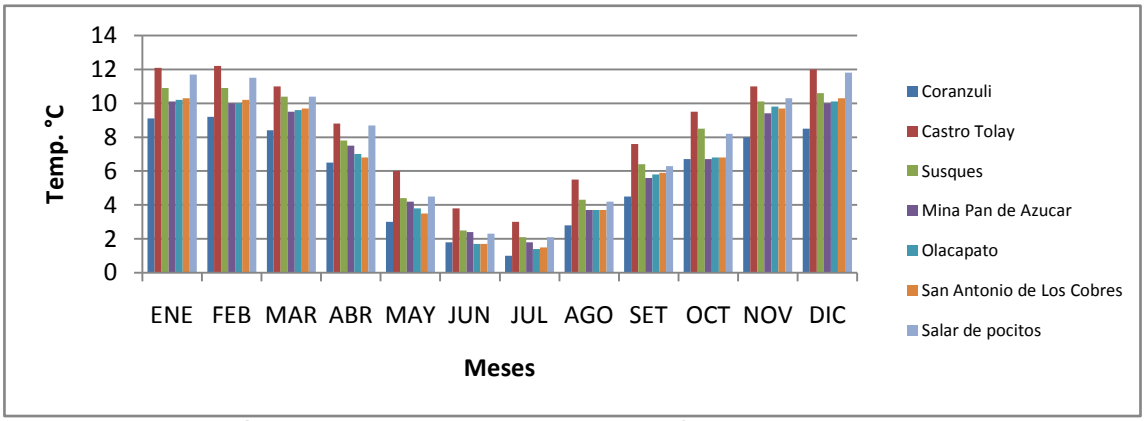

Gráfico 5: Temperatura media registradas en el área de Cauchari y Olaroz.

10.3. Vientos

El desierto de la Puna es normalmente visitado por una corriente en chorro de bajo nivel que surge como segunda rama de una corriente de chorro subtropical generada como resultado de la superficie horizontal y de la convergencia intertropical de los vientos alisios en la célula (Hadley, Holton, 2004), que empuja las moléculas de aire a niveles más altos en la atmósfera. El aire transportado a la atmósfera superior, debido a la energía de gran potencial ganada por la elevación, durante los descensos adquiere gran velocidad y convierte la energía potencial en energía cinética permitiendo que las moléculas alcancen altas velocidades en las corrientes en chorro.

Las intensidades de estos flujos bajos, que alcanzan velocidades de 39,5 m/s (142,2 km/h) a menudo son observadas en los salares de Olaroz y Cauchari, según los datos registrados por la estación Vaisala sobre los mismos.

Según la bibliografía los vientos predominantes de la región soplan desde el Oeste, Oeste-Noroeste y Oeste-Sudoeste (Vilela, 1969). Generándose entre el mediodía y primeras horas de la tarde. Los mismos son extremadamente secos y con temperaturas que oscilan entre los 5° y 20° C.

Los vientos que alcanzan mayores intensidades son los provenientes del Noreste, a veces levantan arena y nieve constituyendo el llamado “viento blanco”. Estas características permiten deducir que el viento de la zona tiene especial influencia sobre la evapotranspiración real y sobre la distribución fitogeográfica. Éste último factor es un determinante decisivo de la intensa erosión eólica que se observa sobre los suelos desnudos de la zona.

11. Cuerpos de agua superficiales y subterráneos

El sistema hidrográfico de gran parte de la Puna Argentina se caracteriza por la existencia de un marcado endorreísmo con el desarrollo de depresiones salinas o salares que reciben los aportes de cursos fluviales con desagües de escasa magnitud y en cuyo centro suelen formarse, en forma temporal o permanente, cuerpos lagunares de escasa profundidad.

Las escasas precipitaciones, principalmente estivales y de gran intensidad, se producen en forma de nieve o granizo en los cordones montañosos de mayor altitud, mientras que en los sectores de menor altura suelen producirse vigorosas lluvias (López Vázquez, 2010).

Luego de recorrer un corto trayecto en superficie, el agua que desciende de los sectores montañosos retorna a la atmósfera por evaporación, dada la elevada temperatura imperante durante el día y a la baja

humedad relativa del aire, o se incorpora rápidamente al subsuelo sufriendo una rápida infiltración en las potentes acumulaciones aluviales que ocupan los sectores pedemontanos, dada su alta permeabilidad. En ciertas áreas, cuando el nivel freático alcanza la superficie vuelve a aflorar en forma de vegas.

El área de estudio pertenece la cuenca Cauchari – Olaroz, la cual involucra ambos salares, y ocupa una superficie de 5769,22 km^2. Paoli, *et. al* (2011) divide a esta cuenca en dos sectores o subcuencas. En primer lugar la subcuenca Cauchari cuya superficie se extiende principalmente hacia el sur de la zona de proyecto y en segundo lugar, en dirección norte, la subcuenca Olaroz. Ambas están conformadas por cursos fluviales de régimen temporario que en ningún caso llegan hasta el salar debido a la extrema aridez climática y elevada permeabilidad de los conos y abanicos aluviales (**Figura 4**).

La separación física de ambas subcuencas la constituye la vega de Archibarca, en cuyo extremo distal ha construido un dilatado cono que provoca la separación de los salares de Olaroz y Cauchari[1] .

- **Subcuenca Salar de Cauchari**

Esta subcuenca pertenece casi en su totalidad a la Provincia de Jujuy; recibiendo de la provincia de Salta los aportes por el Sureste, de una serie de quebradas que conforman un gran cono aluvial a la altura de la localidad de Olacapato.

Posee un área aproximada de 2550 km^2 (Paoli *et. al*. 2011); se extiende principalmente hacia el sur y al este del salar homónimo. Está conformada por cursos fluviales de régimen temporario que por la extrema aridez del clima y la alta permeabilidad de los materiales provoca que estos cursos se insuman rápidamente en los abanicos aluviales por infiltración.

La subcuenca de este salar muestra un marcado endorreísmo con cursos fluviales de avenamiento centrípeto y carácter temporal en su gran mayoría, que descienden hacia el salar desde el oeste y este.

Las subcuencas delimitadas en este sistema hídrico son el río Tocomar-Antuco, Quevar, Cauchari Este y Cauchari Oeste. El colector más importante, por su longitud y caudales, es el río Tocomar, originado por numerosos manantiales termales (Tocomar y Antuco). El río Tocomar o Salado es el único curso de escurrimiento permanente. Este río ha elaborado un extenso plano aluvial que toma contacto con el borde del salar mediante un amplio cono infuncional. Sólo en la temporada estival el río descarga en el salar mismo, conjuntamente a otros manantiales.

- **Cuenca Salar de Olaroz**

La superficie ocupada por esta cuenca es de 3.219 km^2; se extiende principalmente hacia el norte y el oeste del salar homónimo. Al oeste del perfil transversal puede observarse alturas entre 4.500 y 4.950 m.s.n.m. como Esquina Colorada, Filo Telilar y Olaroz (Grande y Chico) y hacia el Este el cerro Lari, Yungara (norte y sur) con alturas entre 4,000 y 4,500 m.s.n.m. Los límites norte se caracterizan por tener precipitaciones en forma de granizo y nevadas, cuyo deshielo abastece de agua a los ríos que descienden de sus laderas.

El salar de Olaroz recibe el aporte permanente del río Rosario de Susques que drena desde el norte, cuyas nacientes se ubican en el flanco occidental del Coyahuaima. Los tramos medio y superior del río poseen escurrimiento permanente, aunque de pobres caudales, al llegar a zonas próximas al salar, se subdividen en múltiples brazos que conforman un delta infuncional de reducida extensión.

La mayoría de los cursos que drenan estas laderas son de régimen torrencial, poseen agua durante el período de lluvia y luego se secan sin llegar al salar. Por otro lado, también existen vegas que se encuentran en las laderas orientales de la estivación noreste del salar cercanos al volcán Granada, posiblemente sin tener influencia superficial sobre el río Rosario, pero si pueden llegar subterráneamente.

[1] Tomado del ELB Hidrológico. Vector, 2011.

En este no existen cursos de aguas que sean permanentes. Sólo se dan redes de drenaje suave que se recargan en épocas de precipitaciones, tales como el arroyo Yungara, el río Minas y el arroyo de la quebrada de Olaroz Chico. En el extremo austral recibe los aportes del río Salado del Sur, el arroyo de la quebrada Baya desde el este y el arroyo de la quebrada de Archibarca por el oeste, que lo hace de manera subsuperficialmente.

La pendiente regional de la Cuenca es hacia el norte. El salar se constituye en el receptáculo final de las aguas provenientes del salar de Cauchari, con el que en definitiva conforma una sola cuenca.

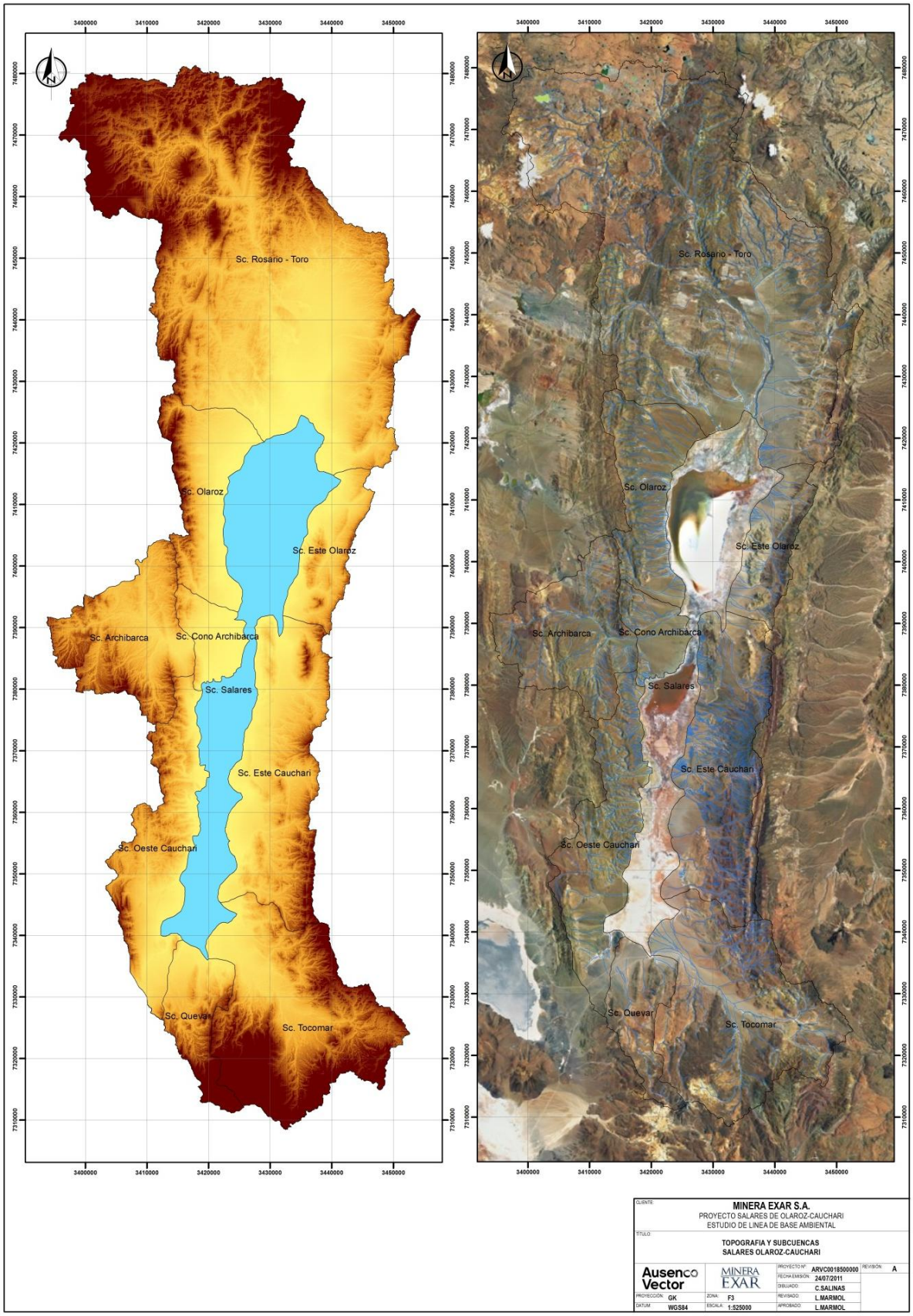

Figura 4: Divisoria de aguas de la cuenca. Fuente: ELB Hidrológico. Vector, 2011.

12. Caracterización del agua subterránea

No existen registros públicos de estudios de agua subterránea en el área de los salares de Olaroz y Cauchari. No obstante, desde el año 2009 se iniciaron muestreos periódicos realizados por personal de Exar, para conocer las características de las aguas subterráneas en la zona del proyecto. Para ello se relevaron pozos domiciliarios de abastecimiento de agua, manantiales, vegas, arroyos y ríos en toda el área de concesión, e inclusive fuera de ella.

Entre enero de 2010 y mayo de 2011, y dentro del área de influencia del proyecto se identificaron, relevaron, muestrearon y analizaron 13 manantiales y vegas, y 28 arroyos y ríos.

La presencia e identificación de manantiales en un área es de vital importancia, ya que estos recursos son fuente habitual de provisión de agua y a su vez, indicadores indirectos de las características hidrogeológicas del subsuelo.

Complementariamente al relevamiento de características superficiales presentes en el área, se realizó un censo con mediciones de nivel en los pozos domiciliarios. Entre enero de 2010 y mayo de 2011, y dentro del área de influencia del proyecto se identificaron, relevaron, muestrearon y analizaron 16 pozos.

12.1 Extracción de agua y salmuera

Actualmente Minera EXAR está perforando una serie de pozos para extracción y estudio de salmuera. Cada pozo es diferente y está específicamente diseñado para enfrentarse con el acuífero productivo de salmuera en el sitio de perforación.

EXAR comenzará a perforar pozos similares, para exploración de agua industrial, pero de una profundidad somera (alrededor de 50 m), sobre la superficie del cono aluvial de Archibarca.

12.2. Parámetros hidráulicos

Se encuentra también en pleno proceso de ejecución un programa para evaluar los parámetros hidráulicos de las unidades hidrogeológicas de los salares.

El programa se encuentra actualmente en la etapa de instalación y desarrollo de pozos de bombeo para monitoreo y primeros ensayos. Al completarse la instalación de cada pozo, se llevarán a cabo las pruebas de bombeo durante 30 días, para someter el/los acuífero/s a condiciones de estrés y medir las respuestas hidráulicas. Estos datos se usarán para calcular las reservas hidrogeológicas y para reforzar las predicciones sobre tasas de producción de salmuera, provenientes de la modelación geoquímica.

La **Figura 5** muestra las ubicaciones de los pozos instalados para la realización de los ensayos de bombeo.

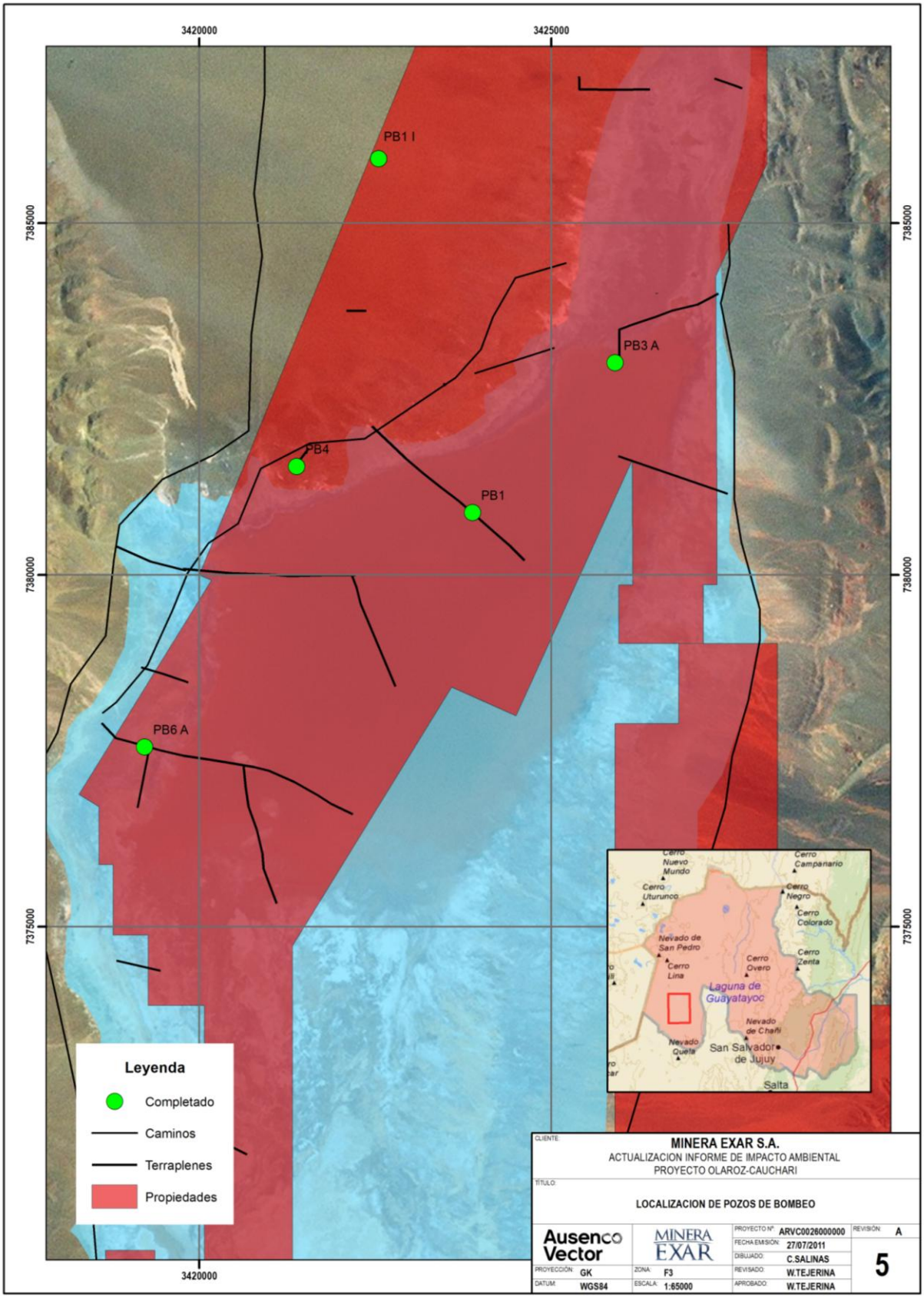

Figura 5: Localización de pozos de bombeo.

El programa de ensayos de bombeo incluye:

- Un pozo central de bombeo de 8” a 12” de diámetro, usado para imponer tensión hidráulica prolongada en el acuífero de profundidad intermedia bajo el salar;
- Dos pozos intermedios de monitoreo ubicados a diferentes distancias del pozo de bombeo, para medir la respuesta hidráulica al bombeo, y para estimar la conductividad hidráulica, la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento de las principales unidades hidroestratigráficas en el salar;
- Pozos de profundidad superficial e intermedia de monitoreo, para permitir la evaluación del grado de conexión hidráulica entre las zonas profundas, intermedias y superficiales en el salar.

A la fecha, se han instalado cinco pozos de bombeo, el PB1, PB1 I, PB3A, PB4 y PB6A. PB1 está alojado en principio en el cuerpo principal de halita, y se espera que tenga tasas de permeabilidad y de producción de salmuera relativamente bajas. Mientras que PB3A, PB4 y PB6A se alojan principalmente en mantos de arena, esperándose tasas de permeabilidad y de producción más altas.

12.3 Ensayos de bombeo

La plataforma de bombeo PB4 está localizada sobre el salar de Cauchari. En la plataforma se construyeron además del pozo de bombeo, dos piezómetros, el PP4A y el PP4B, para la medición de los niveles piezométricos durante las pruebas de bombeo (**Foto 1**).

Una vez finalizado el pozo exploratorio y alcanzada la profundidad de investigación, se realizaron perfilajes geofísicos en PB4, con registros de resistencia (SPR), resistividad normal corta y larga (RNC y RNL), potencial espontáneo (SP) y gamma.

Foto 1: Vista de los equipos de perforación e instalación del pozo PB4. Fuente: Conhidro (2011).

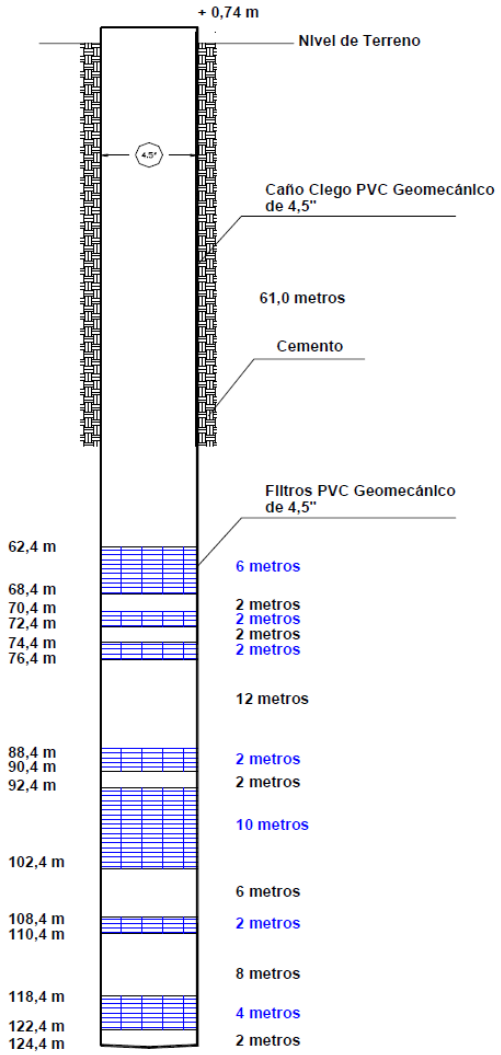

Figura 6: Diseño final de pozo PP4B. Fuente: Conhidro (2011).

De los ensayos realizados hasta el momento, se puede concluir que:

- El cuerpo salino no es homogéneo sino que está conformado por una sucesión de pelitas y sales, con psamitas subordinadas, en diferentes proporciones de mezcla. Esta tipificación hace que el manto funcione como un acuífero multicapa, con diferente grado de confinamiento y aporte. El paquete en su conjunto podría asimilarse a un ambiente pseudo-kárstico de gran potencia.

- El cono de Archibarca fue seguramente la principal vía de acceso de sedimentos y sales disueltas al salar durante las fases principales de acumulación en el Pleistoceno. Además de las evidencias sedimentológicas, su importante extensión areal, potencia y los rasgos de desactivación actual alimentan fuertemente dicha idea.

- Se considera que el pozo PB4 capta agua de acuíferos de al menos tres zonas hidrogeológicas diferentes, conformando un sistema multicapas. Tomando como referencia el pozo PB4, en la parte superior del sistema, hasta los 9 m de profundidad, se localiza un acuífero libre con agua salobre. Por debajo y hasta los 42 m se desarrolla un sistema acuífero semiconfinado con agua

salobre. Por debajo de los 42 metros y hasta los 122,4 se tiene un acuífero semiconfinado de salmuera.

- Bajo condiciones naturales, un flujo de agua fresca entró al salar por arriba de la salmuera. A medida que el agua fresca fluía hacia el centro del salar, iba disminuyendo por evaporación y se tornó más concentrada en sales. Finalmente, la invasión de agua fresca se detuvo ya que se alcanzó un equilibrio estable;
- La simulación del bombeo de salmuera causó invasión adicional de agua fresca en el salar. Los resultados de la simulación de bombeo indican que sería factible predecir la evolución de las concentraciones de salmuera y utilizar un modelo para optimizar los escenarios de bombeo;

13. Uso actual del agua

Los cuerpos de agua superficiales dentro de los límites del Proyecto son tan salobres que aún los animales no los utilizan. Existen cuerpos de aguas alejados del Proyecto (río Pastos Chicos, río Rosario, río Tocomar y algunos ojos de agua en las quebradas de las zonas altas), que son fuente de agua para los animales. Sólo el sector sur y oeste del salar de Cauchari presenta algunas vegas de agua relativamente dulces que son aprovechadas por algunos animales silvestres.

14. Suelos

Las condiciones climáticas áridas extraordinariamente severas condicionan la formación y el desarrollo de los suelos de la región, determinando la existencia de suelos incipientes del tipo esquelético de casi nulo desarrollo edáfico. En su mayoría, los suelos de la zona corresponden a los órdenes Aridisoles y Entisoles.

Generalmente, los mismos son de texturas gruesas, arenosas y/o pedregosas y con pobre contenido de materia orgánica, permeables y sensibles a la erosión sin estructura, con un escaso desarrollo de perfil. La coloración es variada presentándose con frecuencia tonalidades que varían entre las gamas de los rojos y de los amarillos.

Se determinaron las siguientes unidades cartográficas en el área de estudio:

Serie Pailas
Serie Lajita
Serie Condorhuasi
Serie Turu Tari
Serie El Carrizal
Asociación Orosmayo
Asociación Unquillar
Complejo Cauchari

De acuerdo a la clasificación taxonómica de suelos, se los puede agrupar como *Entisoles* a nivel de Orden y a nivel de sub grupo *Torrifluvent típicos y Torripsamments típicos.*

En general por las fuertes limitaciones climáticas, el área de interés no es apta para cultivos, pudiendo clasificarse como Clase VII (superficie: 18.989,5 Has.) y Clase VIII (superficie: 19.011 Has) según la clasificación por clases de capacidad de usos de suelo. La primera de ellas presenta limitaciones tan severas que no resultan apropiados los terrenos para cultivos, quedando restringido exclusivamente su uso para pasturas naturales, aprovisionamiento de agua o vida silvestre; la Clase VIII tiene tales

limitaciones para la producción económica de plantas que su uso está restringido sólo para la vida silvestre y recreación.

15. Flora

El Proyecto Salares de Olaroz y Cauchari se ubica dentro de lo que se denomina la región Puneña y Altoandina. La Puna es en líneas generales una altiplanicie compuesta por serranías altas que enmarcan a una serie de cuencas cerradas que en su gran mayoría corresponde a grandes salares como el Salar de Olaroz y el de Cauchari dentro del proyecto o el de Rincón al Oeste del proyecto, como así también el Salar de Pocitos al Sureste y las Salinas Grandes al Este del mismo.

La Puna es una región fría y árida, expuesta a una intensa radiación solar, fuertes vientos y gran amplitud térmica diaria. (Cabrera & Willink 1973). Este gran bioma tiene una extensión de 85.000 km^2 y abarca gran parte de la provincia de Jujuy, Salta y Catamarca para luego quedar pequeños relictos en La Rioja, San Juan y Mendoza.

A nivel fitogeográfico, en el área se encuentran dos ecoregiones la Altoandina y la Puna, ambas pertenecen al Dominio Andino Patagónico (Cabrera & Wilink, 1973), estando la provincia fitogeográfica de Puna relegada a los salares y sus bordes, siendo el resto una transición con mayor presencia de elementos altoandinos (Cabrera, 1971, 1976; Martínez Carretero, 1995) y zonas desnudas sin cobertura vegetal de suelos rocosos.

La Provincia Puneña tiene un predominio de arbustos de los géneros *Fabiana, Parastrephia*, *Acantholippia, Adesmia, Artemisia, Senecio, Nardophyllum, Baccharis*, entre otros. (Cabrera, 1976).

La Provincia Altoandina posee un predominio de gramíneas xerófilas de los géneros *Festuca, Deyeuxia, Stipa* y *Poa*, y endemismos de *Werneria, Nototriche, Barneoudia*, con arbustos como *Fabiana* y *Cristaria.*

En la Provincia Altoandina la cobertura no supera el 5 o 10%, el estrato superior está formado por matas de gramíneas xerófilas de hasta 50 cm de altura. En los espacios libres entre las matas y, sobre todo, al abrigo de aquellas, se desarrolla el estrato inferior constituido por especies herbáceas más tiernas (Cabrera 1968, 1971, 1976; Ruthsatz 1974, 1978; Ruthsatz & Movia 1975; Martínez Carretero, 1995).

La estructura de la vegetación en la Puna es generalmente mono-estratificada, llegando solo en pequeñas áreas a 2 estratos donde predominan los arbustos que suelen hallarse muy esparcidos, dejando grandes espacios de suelo descubierto, en los cuales crecen hierbas de escasa estatura, aisladas o formando pequeños manchones. La cobertura es siempre reducida, llegando hasta el 20 o 30%. Solo en comunidades higrófilas (vegas) se llega al 100%. La vegetación dominante está constituida por estepas herbáceas y arbustivas, hallándose además vegas y semidesierto de líquenes. En estas vegas, la vegetación suele formar un tapiz de pocos centímetros de altura interrumpido por pequeños ojos de agua (Cabrera 1957; Luebert & Gajardo, 2000).

Las unidades de vegetación se han definido a partir de la composición de florística, riqueza de especies, abundancia y cobertura vegetal. A partir de la comparación de estas variables se identificaron 5 unidades en la zona de influencia del proyecto:

1) **Estepa Arbustiva:** Dentro de la estepa arbustiva que es la unidad de vegetación que predomina en los conos aluviales se pueden diferenciar dos tipos de unidades que difieren entre sí por la ubicación espacial y la composición florística:

    a) Estepas arbustivas del Este de los salares: Se localizan sobre la margen del Este de ambos salares especialmente sobre los conos aluviales (**Foto 2**). Presentan especies arbustivas

como *Fabiana punensis, Acantholippia desertícola, Adesmia horrida, Nardophyllum armatum, Atriplex imbricata* y *Chuquiraga atacamensis*.

Entre las especies subarbustivas se encuentran *Mahiueniopsis boliviana, Hoffmansegia minor y Azorella compacta.* El estrato herbáceo no está presente.

Foto 2: Vista de la estepa arbustiva del Este de los salares.

b) Estepas arbustivas del Oeste de los Salares: Se localizan en el borde Oeste de los salares especialmente en el Cono de Archibarca y algunos conos menores ubicados al Norte y al Sur del mismo (**Foto 3**). Comparten algunas especies con las estepas arbustivas del Este como *Adesmia horrida, Nardophyllum armatum, Acantholippia desertícola, Tetraglochin cristatum, Fabiana punenesis.*

Dentro del estrato subarbustivo comparten especies como, *Mahiueniopsis boliviana* (**Foto 4**), *Hoffmansegia minor, Lupimus* sp. *y Azorella compacta.* El estrato herbáceo al igual que en las estepas arbustivas de Este, está prácticamente ausente con la excepción de algunas especies anuales registradas durante el verano y otoño.

Foto 3: Vista de la estepa arbustiva del Oeste de los salares.

Foto 4: Ejemplar de *Mahiueniopsis boliviana.*

2) **Estepa subarbustiva de Yaretas:** Está localizada principalmente en el Este del salar de Cauchari y en el SE del salar de Olaroz, en sectores que reciben algo de humedad después de las grandes lluvias del verano pero que no llegan a inundarse. El único estrato de vegetación presente es el subarbustivo y la única especie hallada en esta comunidad es *Azorella compacta* **(Foto 5)**.

Foto 5: Vistas de la estepa subarbustiva de Yaretas ubicada en el E del salar de Cauchari.

3) **Estepa herbácea de *Sporobolus* y *Stipa*:** Está localizada en el borde Oeste de ambos salares. El estrato dominante es el herbáceo y está representado por dos especies de gramíneas *Sporobolus rigens* y *Festuca orthophylla* (**Foto 6**) El otro estrato que se encuentra representado es el arbustivo con dos especies *Senecio xerophilus y Senecio viridis*.

Foto 6: Vista de la Estepa herbácea de *Sporobolus* y *Festuca* en el Oeste del salar de Cauchari.

4) **Peladares:** Se localizan dentro de la estepa arbustiva y sobre las laderas ubicadas al Este de los salares de Olaroz - Cauchari. La cobertura vegetal es prácticamente nula con excepción de las áreas de transición entre la estepa arbustiva y los peladares, aparecen algunas anuales en el verano y otoño. Las especies que se detectaron durante el verano y otoño son *Hoffmansegia minor* y *Lupimus sp*. **(Foto 7** y **Foto 8)**.

Foto 7: Vista de uno de los peladales de Cono de Archibarca.

Foto 8: Vista de un ambiente de transición entre la estepa arbustiva y un peladal.

5) **Vegas:** Si bien las vegas se localizan fuera del área del proyecto se relevaron dos sitios: la Vega de Archibarca ubicada al Oeste del proyecto (**Foto 9**) y la Vega del Taire ubicada al Este del mismo (**Foto 10**). Ambos ambientes se caracterizan por la presencia de un pequeño curso de agua permanente que genera condiciones particulares de humedad que permite la presencia de algunas gramíneas que crecen formando un tapiz más o menos continuo dependiendo de las distancia al agua. Las gramíneas más comunes relevadas en los dos sitios son *Festuca hypsophila, Distichlis humilis*, *Deyeuxia chrysantha*, *Festuca orthophylla*, otras especies comunes son *Oxychlöe andina, Triglochin concinna, Senecio altoandinus, Astragalus garbancillo y Parastrephia lucida.*

Foto 9. Vista de la Vega de Archibarca.

Foto 10: Vista de la vega del Taire con ejemplares de *Festuca orthophylla* y algunas matas de *Parastrepia lucida.*

16. Fauna

La fauna silvestre de la Puna corresponde a la *Región Zoogeográfica* denominada *"Altoandina-Puneña",* la cual se caracteriza por ser pobre en especies, comparada con otras regiones de la provincia, aunque las que se encuentran en esta región están adaptadas a condiciones climáticas extremas como: aridez, radiación solar y amplitudes térmicas diarias elevadas, bajas presiones de oxígeno, que inducen a ciertos ajustes fisiológicos, los cuales se manifiestan en características morfológicas determinando su adaptación al ambiente.

La fauna altoandina está adaptada a las duras condiciones ambientales de la montaña. Habitan esta ecoregión especies de gran interés como el cóndor (*Vultur gryphus*), la vicuña (*Vicugna vicugna*) y el gato andino (*Felis jacobita*). Muchos de sus componentes son comunes en otras unidades del Dominio Andino-patagónico.

El Dominio Andino-patagónico es rico en taxones endémicos, especialmente géneros entre las plantas. Las porciones altoandinas aisladas han facilitado procesos de especiación, habiéndose descripto muchas especies y subespecies de estirpe altoandina endémicas de los principales macizos montañosos.

Minera Exar S.A. realizó del Estudio de Línea de Base del proyecto, concretándose 4 campañas de relevamiento de fauna entre la primavera de 2010 y el invierno de 2011. El diseño del monitoreo se realizó utilizando bibliografía del sitio, análisis de imágenes satelitales e información previa relevada, y estuvo a cargo de personal de Ausenco Vector.

En la **Tabla 8**, se detalla el listado de las especies de fauna que se observaron durante las mencionadas campañas de relevamiento de fauna.

Tabla 8: Listado de especies de fauna nativa identificada durante el estudio.

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Reptiles	Squamata	Liolaemidae	*Liolaemus ornatus*	Lagartija ocelada
Reptiles	Squamata	Liolaemidae	*Liolaemus multicolor*	Lagartija multicolor
Aves	Struthioniformes	Rheidae	*Rhea pennata*	Suri
Aves	Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	*Phoenicoparrus andinus*	Flamenco andino
Aves	Anseriformes	Anátidae	*Lophonetta specularioides*	Pato Crestón
Aves	Falconiformes	Accipitridae	*Buteo polyosoma*	Aguilucho común
Aves	Charadriformes	Scolopacidae	*Calidris fuscicollis*	Playerito rabadilla blanca
Aves	Charadriformes	Tinocoridae	*Thinocorus rumicivorus*	Agachona chica
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Metriopelia aymara*	Palomita ala dorada
Aves	Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	Lechucita de las vizcacheras
Aves	Paseriformes	Furnaridae	*Geositta punensis*	Caminera puneña
Aves	Paseriformes	Tyranidae	*Muscisaxicola rufivertex*	Dormilona gris
Aves	Paseriformes	Tyranidae	*Lessonia rufa*	Sobrepuesto
Aves	Paseriformes	Tyranidae	*Serpophaga subcristata*	Piojito gris
Aves	Paseriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijerita
Aves	Paseriformes	Emberizidae	*Phrygilus alaudinus*	Yal platero
Aves	Paseriformes	Emberizidae	*Phrygilus gayi*	Comesebo andino

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Aves	Paseriformes	Emberizidae	*Phrygilus plebejus*	Oquencho
Aves	Paseriformes	Emberizidae	*Sicalis olivascens*	Jilguero oliveceo
Mamíferos	Cingulata	Dasipodidae	*Chaetophractus nationi*	Quirquincho andino
Mamíferos	Carnivora	Canidae	*Lycalopex culpaeus*	Zorro colorado
Mamíferos	Carnivora	Felidae	*Puma concolor*	Puma
Mamíferos	Artiodactyla	Camelida	*Vicugna vicugan*	Vicuña
Mamíferos	Rodentia	Ctenomidae	*Ctenomys opimus*	Oculto
Mamíferos	Rodentia	Cricetidae	*Eligmodontia puerulus*	Laucha colilarga
Mamíferos	Rodentia	Cricetidae	*Phyllotis xanthopygus*	Pericote panza gris

Foto 11: Lagartija ocelada (*Liolaemus ornatus*).

Foto 12: Caminera puneña *Geositta punenesis.*

Foto 13: Ejemplar de *Ctenomys opimus* en una madriguera activa en el Cono de Archibarca.

La región puneña posee un alto valor biológico por la cantidad de especies endémicas (principalmente aves). La fauna altoandina está adaptada a las duras condiciones ambientales de montaña. Se trata en su mayoría de especies incluidas en alguna categoría de protección *Oreailurus jacobita* (Gato andino) (vulnerable IUCN)[2], *Vicugna vicugna* (Vicuña) riesgo bajo IUCN, CITES II[3]), dentro de las aves encontramos a *Phoenicoparrus andinus* (Flamenco andino) (vulnerable IUCN).

Foto 14: Grupo de *Vicugna vicugna* en el área de estudio.

En la **Tabla 9** se presenta un listado de las especies animales amenazadas y su grado de conservación en este ambiente (UICN, 2010).

Tabla 9: Listado de especies amenazadas y su grado de conservación.

Especie	Nombre vulgar	Estado de conservación
Pterocnemia pennata	Choique	Vulnerable
Buteo puecilochorus	Aguilucho puneño	Rara
Phygilus dorsalis	Comesebo puneño	Rara
Phrygilus atriceps	Comesebo cabeza negra	Rara
Geositta punensis	Caminera puneña	Rara
Geositta tenuirostris	Caminera picuda	Rara
Muscisaxicola alpina	Dormilona cenicienta	Rara
Muscisaxicola flavinucha	Dormilona fraile	Rara
Muscisaxicola frontalis	Dormilona frente negra	Rara

[2] IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza.
[3] CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre.

Especie	Nombre vulgar	Estado de conservación
Asthenes steinbachi	Canastero castaño	Rara
Carduelis uropigialis	Cabecita negra andino	Vulnerable
Falco peregrinus	Halcón peregrino	Vulnerable
Lama guanicoe	Guanaco	Vulnerable
Lynchailurus colocolo	Gato del Pajonal	Vulnerable
Lagidium viscacia	Vizcacha	Vulnerable
Vicugna vicugna	Vicuña	Vulnerable
Pseudolopex culpaeus	Zorro colorado	En peligro
Akodon andinus	Ratón andino	Indeterminado
Neotomis ebriosus	Ratón ebrio	Raro

Tabla 10: Listado de mamíferos de la Puna incluidos en CITES y su categoría de conservación.

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Categoría
Chinchilla grande	*Chichilla brevicaudata*	**I**
Gato andino	*Oreailurus jacobita*	**I**
Gato de pajonal	*Oncifelis colocolo*	**II**
Guanaco	*Lama guanicoe*	**II**
Puma	*Puma concolor*	**II**
Vicuña[4]	*Vicugna vicugna*	**I/II**
Zorro colorado	*Peudalopex culpaeus*	**II**

De acuerdo a los resultados de las campañas se identificaron 26 especies de las cuales 2 pertenecen a la clase reptiles, 17 a la clase aves y 7 a la clase mamíferos. Todas las especies de mamíferos son residentes ya que fueron censadas a lo largo de las 4 campañas, los reptiles se observaron solo durante la época de mayor temperatura que coincide con la época de mayor actividad metabólica de los reptiles y por lo tanto es más fácil observarlos.

Dentro de la clase aves, la Caminera puneña (*Geosita punensis*) y la Agachona chica (*Thinocorus rumicivorus*) parecen ser las especies que residen en el área todo el año, ya que fueron observadas en las cuatro estaciones. La Palomita de ala dorada (*Metriopelia aymara*) fue una de las especies que se observaron en el verano, el otoño y el invierno por lo que se supone su presencia está relacionada a la disponibilidad de agua en algunos ambientes. Se detectó un nido con huevos en la campaña de otoño por lo que se supone que esta especie se reproduce en el área del proyecto. El Oquencho (*Phrygilus plebejus*) también se observó solo en el verano y en el otoño y su presencia siempre se detecto próximo a pequeños charcos de agua o en el borde del salar. El resto de las especies de aves, solo fueron identificadas en alguna de las campañas de relevamiento, aunque esto no indicaría que son especies migratorias. Es probable que las especies que fueron observadas en una sola campaña como la lechucita de las vizcacheras, (*Athene cunnicularia*), el Aguilucho común (*Buteo polyosoma*) y el Piojito común (*Serpophaga subcristata*) presenten una baja densidad poblacional dentro del proyecto, pero sean residentes del área.

En las vegas se pudieron identificar cuatro especies de aves, de las cuales solo una: el Pato crestón (*Lophoneta specularioides*) parece ser residente del área ya que su presencia fue detectada en las campañas de primavera, verano y otoño. Las otra tres: el sobrepuesto (*Lesonia ruffa*), el playero rabadilla blanca (*Calidris fuscicolis*) y el flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*), probablemente usen las vegas como sitio de alimentación o descanso en sus rutas migratorias.

4 La vicuña fue transferida del Apéndice I al II. Se trata de las poblaciones de la Provincia de Jujuy y los ejemplares en cautiverio de las Provincias de Jujuy, Catamarca, Salta, la Rioja y San Juan.

Respecto a los mamíferos, las vicuñas son residentes en el área ya que se las pudo observar en todas las campañas de relevamiento. La densidad por lo general es mayor en los peladales ubicados dentro del Cono de Archibarca.

Los ocultos (*Ctenomys opimus*) fueron muy abundantes en el Cono de Archibarca, especialmente en los peladales. Se observó mayor actividad en las madrigueras durante época estival.

De las dos especies de roedores capturados con las trampas Sherman, los micromamíferos más abundantes presentes en el área corresponden a la especie *Eligmodontia puerulus.* En todas las campañas de relevamiento se capturaron ejemplares de esta especie. *Phyllotis xanthopygus* solo se capturó en la Vega del Taire, por lo que se supone que vive exclusivamente en ambientes con mayor disponibilidad de agua.

17. Identificación de áreas naturales protegidas

La provincia de Jujuy cuenta en conjunto con 16 áreas protegidas declaradas formalmente por diferentes instancias institucionales (internacional, nacional, provincial o municipal), que en conjunto reúnen más de 2.025.000 ha, lo que constituye un 38% del total del territorio (Malizia, *et al*., 2010).

El Proyecto Minero Salares de Olaroz - Cauchari se encuentra dentro de la Reserva de Flora y Fauna Olaroz - Cauchari, por lo que se detallan las características de dicha reserva.

17.1. Reserva Provincial de Fauna y Flora Olaroz-Cauchari

La Reserva Provincial de Fauna y Flora Olaroz - Cauchari se ubica al Sudoeste de la Provincia de Jujuy, en el departamento de Susques. Ocupa una superficie de 205.721 ha. Esta reserva fue creada el 13 de Octubre de 1981 mediante la Ley Provincial 3.820.

Por su sistema de manejo esta reserva se clasifica como Área Protegida con Recursos Manejados. Se la incluye dentro de la categoría VI: Uso múltiple de los recursos naturales. Área protegida manejada (UICN). El objetivo de la misma es proteger los ecosistemas naturales, las poblaciones de vicuñas y usar los recursos naturales de forma sostenible, cuando la conservación y el uso sostenible pueden beneficiarse mutuamente.

La Secretaria de Gestión Ambiental es la encargada de manejar la reserva al ser tierras de dominio fiscal. Esta reserva abarca sectores correspondientes a las ecorregiones de la Puna y de los Altos Andes; protegiendo ambientes de estepa herbácea, estepa arbustiva y humedales.

18. Centros poblados más cercanos

Los centros poblacionales más próximos son al área del proyecto son: Susques, Huáncar, Pastos Chicos, Puesto Sey, Catua, Olaroz Chico.

Tabla 11: Población por sexo en poblaciones cercanas - Año 2011.

Localidades	Población	Varones	Mujeres
Puesto Sey	167	78	89
Pastos Chicos	191	92	99
Huáncar	363	168	195

Localidades	Población	Varones	Mujeres
Catua	502	225	277
Olaroz Chico	233	120	113
Susques	1442	713	729

Fuente: Atención Primaria de la Salud- Hospital de Susques, Año 2011.

18.1. Entorno Socio-Económico

La economía local se desarrolla en torno a tres actividades, dos de ellas productivas: la cría de ganado en pequeña escala, mayoritariamente camélido y ovino, el empleo estatal y percepción de subsidios, y la actividad minera.

La ganadería sigue siendo el principal medio de sustento para los pobladores, incluso aquellos que tienen otros empleos siguen manteniendo su hacienda bajo el cuidado de algún miembro de la familia o de otra persona. La cría de animales constituye un resguardo ante las inseguridades del medio económico, pero al mismo tiempo es de gran importancia para las comunidades atacameñas ya que se autodefinen como “familias que pastorean la hacienda”. Mientras los hombres trabajan en las empresas privadas o en la función pública, las mujeres y otros miembros de la familia se dedican al cuidado de los rebaños.

La elaboración de artesanía en fibra animal (tejido) es una actividad económica importante para los ingresos familiares, los hombres y las mujeres de la zona son reconocidos como destacados tejedores. Esta producción es comercializada en baja escala a nivel local y en la localidad de Volcán, donde concurren artesanos nucleados en una Asociación de Artesanos para vender sus productos.

La presencia de operadoras mineras en la zona es reconocida por los pobladores como fuentes laborales de suma importancia. La introducción de la minería en la zona produjo modificaciones en la vida de las comunidades debido a la continuidad de los contratos de trabajo y la percepción de un salario. Algunos integrantes del sector de la población que se desempeña como personal de estas empresas invierten en la construcción y/o en el mejoramiento habitacional propio y en otros ítems que contribuyen a elevar la calidad de vida en general de las familias directamente beneficiadas.

19. Centro médico más cercano al área de exploración

Todo el sistema de salud de la población del área, depende del Hospital ubicado en la localidad de Susques, el cual es el único establecimiento con servicio de internación en el lugar y principal centro de derivación.

El Hospital de Susques es el hospital base del Departamento cuyo inicio de obra se remonta al año 2004 y la inauguración se realizó hace dos años. Está construido con materiales de la zona, además cuenta con innovaciones tecnológicas y administración de recursos energéticos que responden al concepto de “hospital bioclimático” dado que su arquitectura está orientada a “lograr un máximo confort dentro del edificio con un mínimo gasto energético. Para ello aprovecha las condiciones climáticas de su entorno, transformando los elementos climáticos externos en confort interno gracias al diseño”.

Es un hospital de Nivel II de complejidad, aunque también brinda servicios de Nivel III: atención ambulatoria, visita médica periódica ambulatoria, vacunación, atención permanente de enfermería (24 horas), medicina preventiva, medicina general aplicada a visitas domiciliarias y consultorios externos, servicios de diagnóstico y tratamiento para exámenes y terapéutica de rutina.

Las especialidades con que cuenta el establecimiento son las siguientes: clínica, tocoginecología, odontología, psicología, nutrición, bioquímica. El plantel de enfermeros se compone de 12 profesionales, 5 de ellos se desempeñan en obstetricia. El personal de Atención Primaria de la Salud cuenta con 15 agentes sanitarios. El recurso humano se completa con personal administrativo, maestranza, choferes y cocineros.

Brinda los servicios de enfermería, diagnóstico por imágenes, radiología, laboratorio de análisis clínicos, farmacia, asistencia social, educación sanitaria, atención primaria de la salud, cirugía menor, enfermería, atención de partos, neonatología, guardia las 24 horas todos los días del año e internación.

En cuanto a la infraestructura del hospital la disponibilidad de camas en el servicio de internación es de 12 en total distribuidas en 6 habitaciones con 2 camas cada una, una cama de partos y dos incubadoras. También posee quirófano completo, instrumental quirúrgico, equipos de enfermería, odontología, tocoginecología y rayos X.

Los vehículos disponibles son una ambulancia donada por las empresas Sales de Jujuy y Toyota Tsusho Argentina S.A. y una camioneta 4x4 entregada por el Ministerio de Salud de la Provincia de Jujuy.

En las comunidades vinculadas existe un agente sanitario el cual cumple un régimen constante para prestar asistencia primaria en salud a los pobladores del lugar, sus actividades están relacionadas a la prevención de los daños a la salud y a la promoción de conductas saludables.

Se implementaron en el hospital planes y programas de salud dependientes del Ministerio de Salud de la Nación como el programa Remediar mediante el cual provee gratuitamente de medicamentos, el Plan Nacer está orientado a reducir la mortalidad materna e infantil y el Programa de Salud Sexual y Reproductiva que garantiza a la población información y prestaciones referidos a la salud sexual y procreación responsable.

Los servicios de APS del hospital de Susques se brindan en las localidades del Departamento a través de los puestos sanitarios desde donde son trasladados los pacientes críticos.

En la siguiente tabla se presentan las distancia y la duración de viaje desde cada puesto sanitario hasta Susques.

Tabla 12: Distancia de las localidades vinculadas al hospital de Susques.

Puestos de Salud	Distancias (km)	Duración del viaje
Puesto Sey	80	2 horas
Pastos Chicos	60	1:30 horas
Huáncar	30	45 minutos
Catua	120	2:30 horas
Olaroz Chico	75	1:20 horas
El Toro	85	2 horas
San Juan de Quillaques	40	1 hora
Barrancas	45	50 minutos

En Puesto Sey funciona un puesto sanitario a cargo de un agente sanitario. El Puesto de Salud de Pastos Chicos es uno de los más completos de la zona, además de brindar atención primaria de la salud a la comunidad, cuenta con un consultorio odontológico, una sala de internación con 4 camas y una sala de parto. En Huáncar existe una posta sanitaria para brindar asistencia a la comunidad. Dentro de los servicios que presta se encuentra el de odontología, ginecología y análisis clínicos. El puesto sanitario de

Catua está a cargo de una enfermera que brinda atención en primeros auxilios. Olaroz Chico tiene un puesto sanitario a cargo de un agente sanitario.

Foto 15: Hospital de Susques.

20. Sitios de valor histórico, cultural, arqueológico y paleontológico.

Pocos son los investigadores que produjeron información sistemática en la región. La arqueología ha demostrado la existencia de poblaciones humanas durante el Holoceno Temprano dentro del ámbito puneño fechados entre el 10.000 y 9.000 A.P. La Puna seca de Jujuy cuenta con los siguientes sitios registrados hasta el momento: cueva de Yavi, Pintoscayoc, Inca Cueva 4/2, Hornillos 2 (HT) y Huachichocana III/E3 (Yacobaccio, 2007). Este panorama pone en relieve a la región de la Puna como un lugar donde los seres humanos estuvieron permanentemente interactuando y aprovechando sus recursos naturales.

Los estudios realizados en la región de la Puna dan cuenta de la presencia cultural Inka a través de restos arqueológicos localizados en las montañas de los alrededores de la cuenca del salar Olaroz - Cauchari y conocidos como adoratorios de altura. Entre los más conocidos y estudiados se encuentran el volcán Tuzgle, Quewar, Quironcolo, Tul Tul, Pocitos, Rincón, Collaguaima, Granada, San Pedro, Acay y Chañi (Beorchia Nigris, 1987; Reinhard, 1997; Vitry, 1996 y 1997; Ceruti, 1997; Reinhard y Ceruti, 2000).

El Registro Arqueológico identificado en esos estudios, a excepción de los adoratorios de altura incaicos, corresponde principalmente a sitios asociados con ocupaciones temporales de sociedades cazadoras-recolectoras, tales como talleres de fabricación de artefactos líticos, pequeñas estructuras pircadas que funcionaron como abrigos o escondrijos, para refugiarse o camuflarse con fines estratégicos en la cacería.

Existe una continuidad temporal en la ocupación del espacio, razón por la cual se encuentran restos arqueológicos pertenecientes a diferentes culturas y momentos superpuestos en el territorio.

La importancia patrimonial de los sitios localizados en las áreas de los salares radica en la antigüedad atribuida a partir de análisis comparativos de patrones de asentamiento y tecnología artefactual.

III. Descripción de los trabajos a realizar

21. Objeto de la exploración

Los programas que se llevarán a cabo tienen como objeto la exploración del subsuelo, el cual posee depósitos de salmueras ricas en Litio; Potasio y boratos, para evaluar las concentraciones y volúmenes existentes.

La actividad principal a desarrollar es la exploración y reconocimiento detallado de depósitos de minerales útiles o económicamente valiosos.

22. Acceso al sitio

El acceso a los diferentes sitios de exploración se realizará en camionetas 4x4 desde la oficina base en Susques. Los caminos utilizados serán las vías principales existentes y los caminos construidos para acceder a las diferentes áreas de exploración.

En caso de modificaciones de las actividades programadas o incorporación de nuevas actividades al plan de exploración, se comunicará a la autoridad de aplicación en forma pertinente.

23. Actividades previas desarrolladas

23.1. Actividades de exploración

Desde el año 2009 Minera Exar S.A. ha realizado diversas tareas en las propiedades a su cargo en los salares de Olaroz y Cauchari, con la finalidad de lograr un adecuado conocimiento del subsuelo del salar.

Entre las actividades de exploración realizadas se incluyen:

23.1.1. Estudios geofísicos mediante el método de sísmica de reflexión.

Fueron los primeros trabajos realizados por Minera Exar en el proyecto. Se realizaron líneas rectas demarcadas mediante la colocación de estacas de madera de 0,3 m de largo separadas cada 5 m metros. Dichos trabajos fueron ejecutados manualmente, existiendo a la fecha doce líneas sísmicas distribuidas de la siguiente forma: dos en el Salar de Olaroz (líneas 2 y 4) y diez en el Salar de Cauchari.

El análisis de los datos obtenidos permitió confeccionar los cortes 2D de las líneas analizadas, y lograr información detallada de la geología de la misma.

En la **Figura 7** se presenta la ubicación de las líneas sísmicas realizadas en los salares Olaroz – Cauchari.

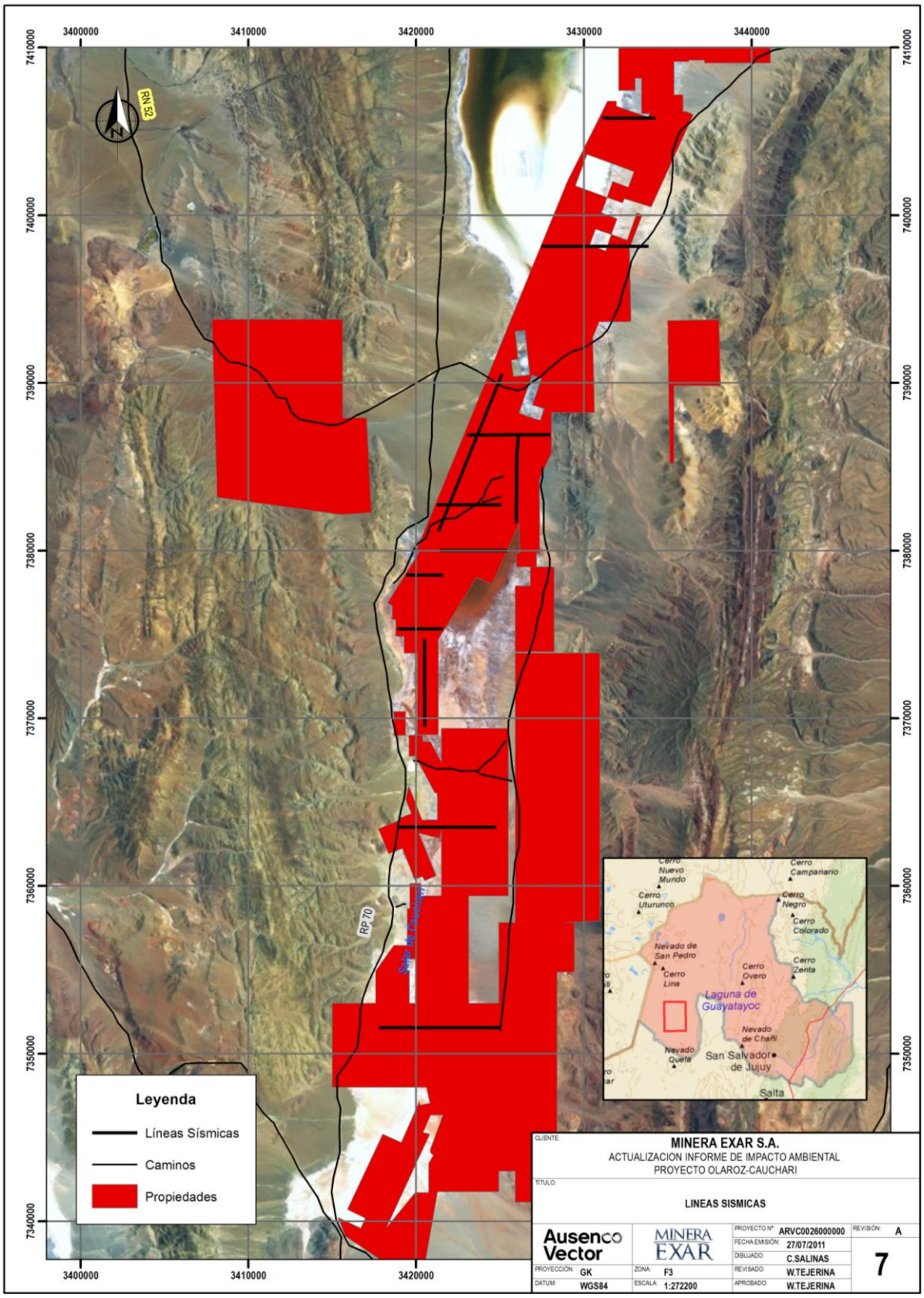

Figura 7: Ubicación de líneas sísmicas en el área del proyecto.

Foto 16: Vista de las tareas realizadas durante los estudios de sísmica de reflexión.

Actualmente, se mantienen las estacas de todas líneas como referencia para trabajos futuros. En las líneas realizadas sobre la superficie del salar, no se observan impactos residuales relevantes de la ubicación de geófonos y de los equipos de emisión y recepción de ondas sonoras; mientras que en los sectores periféricos se mantienen en uso los caminos de acceso generados.

Foto 17: Vista actual de las estacas que conforman una línea sísmica en el salar de Cauchari y en el cono de Archibarca.

23.1.2. Estudios de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV)

Estos estudios de prospección geofísica se efectuaron en:

- Extremo oriental del Cono Aluvial de Archibarca.
- Márgenes Oriental y Occidental del Salar de Cauchari.
- Extremo sur-oriental del Salar de Olaroz.

El estudio se realizó para determinar la presencia y distribución de los acuíferos, y sus características hidrogeológicas de manera de evaluar las posibilidades de aprovechamiento de agua dulce y salmuera. La metodología utilizada fue la de Sondeo Eléctrico Vertical (SEV), cuyos resultados fueron correlacionados en perfiles Geoeléctricos. A continuación se presenta un plano con la distribución de los SEVs realizados:

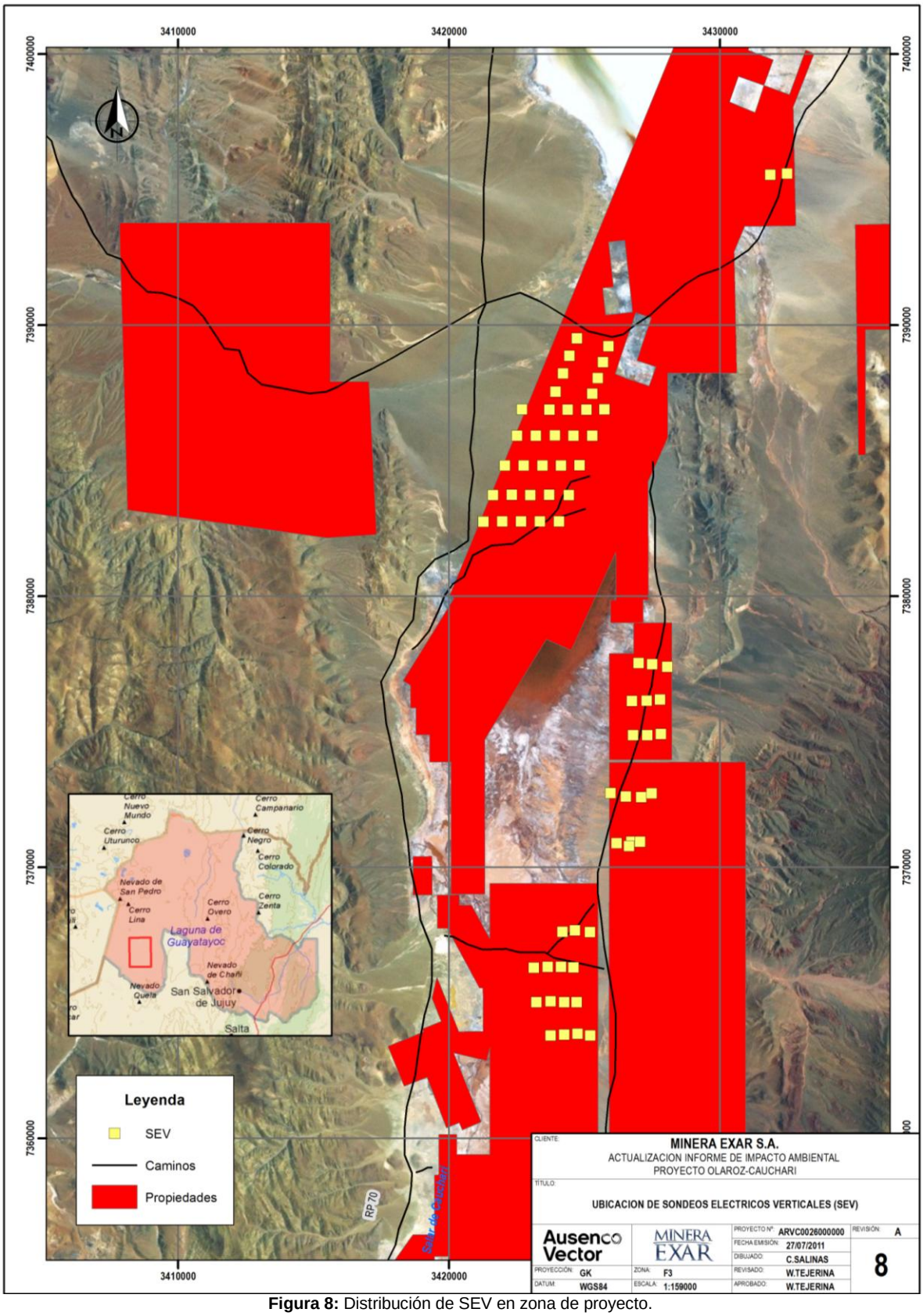

Figura 8: Distribución de SEV en zona de proyecto.

23.1.3. Ejecución de trincheras

Se efectuaron 79 trincheras de exploración para exploración geofísica y geológica. El procedimiento constructivo consistió en la excavación de zanjas de 4 metros de profundidad y extracción de muestras de cada una de las trincheras. La ubicación de los sitios de realización de las trincheras se detalla en la **Figura 9**. Cumplido los objetivos de muestro, se procedió a cerrarlas dejando una estaca de señalización, siendo el impacto residual irrelevante o de escasa visibilidad.

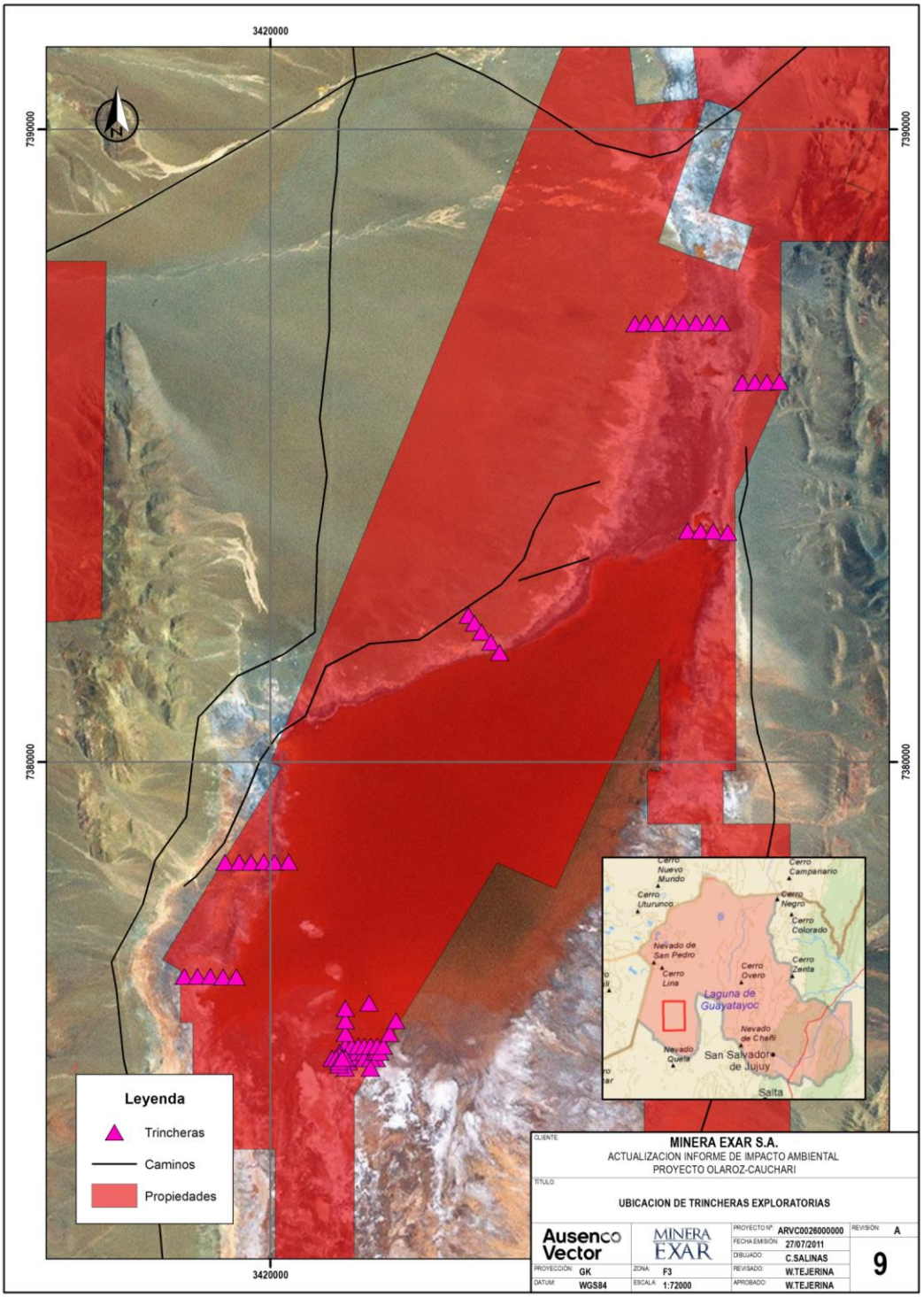

Figura 9: Ubicación de trincheras de exploración.

23.1.4. Construcción de terraplenes, caminos auxiliares y plataformas de perforación.

Seleccionados los sitios de perforación, se construyeron terraplenes de acceso a los mismos, aunque sólo en aquellos sectores en donde la superficie resultó frágil o con características de inundabilidad, es decir, sitios con baja capacidad técnica para soportar el tránsito requerido para dichas actividades.

Los terraplenes de acceso construidos tienen alturas cercanas a los 0,8 metros, ancho próximo a los 2,5 metros apropiado para permitir la circulación en un solo sentido y longitudes variables según las necesidades o distribución de los pozos. Los terraplenes contemplan la construcción de bolsillos para giros o paso de dos vehículos. En todo el proyecto se construyeron aproximadamente 16 km de caminos (8 km del acceso interno Este y 8 km de un línea sísmica empleada como camino) y 34 km de terraplenes. Simultáneamente, se construyeron las plataformas de perforación con alturas de 0,8 metros y superficies de trabajo del orden de 400 m^2 para cada perforación (20 m x 20 m).

Como vías de acceso principales a los sitios de trabajo del proyecto se usaron los caminos preexistentes. Es decir, durante la ejecución de las tareas y en la actualidad, se hace uso de la Ruta Nacional Nº 52, Provincial Nº 70 y caminos auxiliares. En la **Figura 10** se muestran los caminos construidos en el marco del proyecto para acceder a las zonas de trabajo en el Salar.

Foto 18: Vista de superficie del Salar extremadamente blanda o con necesidad de terraplén (Ampliación IIA, 2009).

Foto 19: Vista del terraplén de acceso a PB3 terminado.

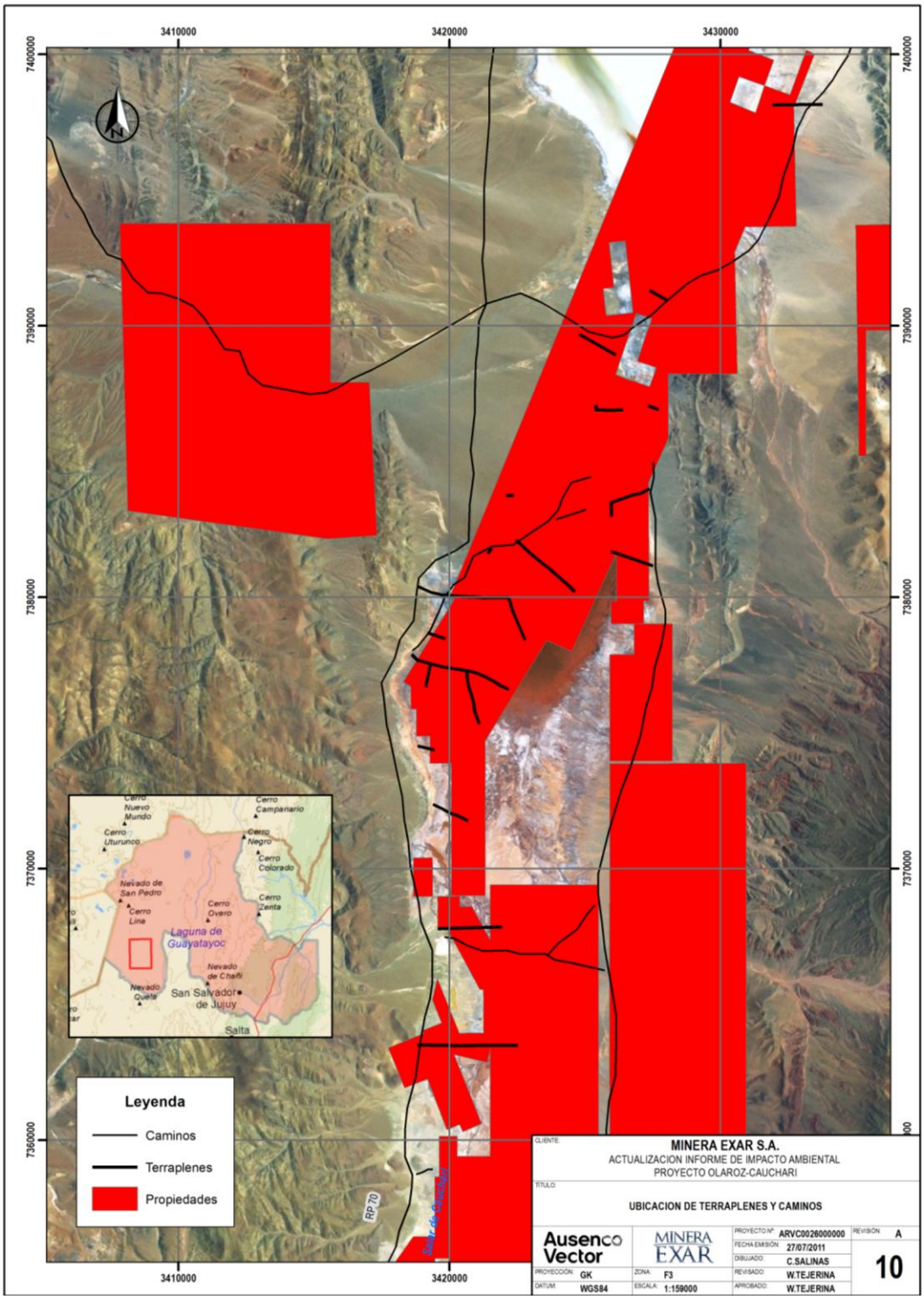

Figura 10: Caminos existentes y terraplenes realizados.

Cabe mencionar que para la construcción de los terraplenes se utilizó material de préstamo proveniente de una cantera preexistente, ubicada en las coordenadas Gauss Krugger X: 7.380.371; Y: 3.418.865 empleada por Vialidad de la provincia para el mantenimiento de la Ruta Provincial N° 70.

Asimismo, se ha obtenido el permiso de la Comunidad Aborigen Manantiales – Pastos Chicos para la apertura de una cantera de préstamos ubicada en el borde oriental del Salar de Cauchari, cuyas coordenadas centrales son X: 7.380.019; Y: 3.427.890.

Foto 20: Vista general de la cantera ubicada en la Ruta Provincial N° 70 (X: 7.380.371; Y: 3.418.865).

23.1.5. Perforación de pozos

Desde el año 2009 a la fecha, Minera EXAR realizó la perforación de 28 pozos por el sistema Diamantina mediante una máquina del tipo DDH (Diamond Drill Hole), con la finalidad de sacar muestras testigos. Asimismo, se efectuaron 8 pozos piezométricos y 4 freatímetros. La ubicación e identificación de los mismos se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 13: Pozos de perforación Diamantina.

ID_Sondaje	Coord_N	Coord_E
DDH-01	7398395,38	3428588,06
DDH-02	7385598,52	3425983,87
DDH-03	7363470,95	3420270,57
DDH-04	7377243,38	3421092,74
DDH-04A	7377242,51	3421101,64
DDH-05	7367859,79	3421964,60
DDH-06	7383777,95	3424289,26
DDH-06A	7383807,68	3424274,00
DDH-07	7388929,00	3426163,00
DDH-08	7383998,79	3426498,69
DDH-08A	7384001,59	3426514,12
DDH-09	7386921,68	3427293,01
DDH-09A	7386928,90	3427292,90
DDH-10	7380858,69	3423891,00
DDH-10B	7380808,06	3423968,89
DDH-11	7381646,00	3425457,00
DDH-12	7381594,89	3421401,89
DDH-12A	7381602,21	3421402,23
DDH-13	7375315,70	3421087,20
DDH-13A	7375317,47	3421033,58
DDH-13B	7375312,65	3421135,04
DDH-13C	7375363,50	3421089,93
DDH-13D	7375266,32	3421082,41
DDH-14	7371761,04	3420682,12

ID_Sondaje	Coord_N	Coord_E
DDH-15	7375340,13	3419252,61
DDH-16	7408816,54	3433071,24
DDH-17	7343261,96	3418305,10
DDH-18	7387082,74	3425407,06
PF1A	7380852,71	3423894,80
PF1B	7380848,90	3423901,25
PF3A	7382974,41	3425960,55
PF3B	7382974,45	3425968,61
PP1A	7380850,94	3423897,67
PP1B	7380917,64	3423863,53
PP1C	7380867,82	3423936,36
PP2A	7376581,13	3422144,88
PP3B	7383017,09	3425898,19
PP3C	7383009,33	3425989,58
PP4A	7381607,55	3421349,44
PP4B	7381648,93	3421381,55

También se perforaron 23 pozos mediante el método Aire Reverso, cuya ubicación se detalla en la **Tabla 14**. Para estos trabajos se utilizó una máquina perforadora del tipo Schramm y apoyo logístico de vehículos 4 x 4.

Foto 21: Equipo de perforación ingresando a través del terraplén al pozo PE4_09 (Fuente: Ampliación IIA, 2009).

Tabla 14**:** Pozos de perforación con Aire Reverso.

ID_Sondaje	Coord_N	Coord_E
PE-01	7398146,06	3428570,58
PE-02	7398146,12	3428616,31
PE-03	7398147,20	3431913,28
PE-04	7379986,85	3422220,13

ID_Sondaje	Coord_N	Coord_E
PE-05	7398344,91	3428568,27
PE-06	7381651,63	3425959,58
PE-07	7385606,19	3425982,33
PE-08	7363500,37	3422504,38
PE-09	7374363,92	3419453,13
PE-10	7388919,82	3426158,84
PE-11	7391300,92	3427395,04
PE-12	7379990,00	3421304,00
PE-13	7383755,48	3422096,92
PE-14	7382200,72	3423178,58
PE-15	7376655,27	3419086,36
PE-16	7381634,00	3425911,00
PE-17	7378470,09	3419863,36
PE-17A	7378425,64	3419861,31
PE-18	7376597,56	3422181,64
PE-19	7380198,92	3424620,38
PE-20	7380875,92	3423915,93
PE-21	7382986,34	3425972,68
PE-22	7378461,62	3422756,40

Finalmente, en función de los resultados logrados, se realizó la perforación de 6 pozos y sus piezómetros mediante el sistema Rotary Convencional:

Tabla 15: Pozos efectuados con sistema rotary convencional.

ID_Sondaje	Coord_N	Coord_E
PB1	7380861,37	3423907,28
PB1 I	7385911,60	3422454,67
PB2	7376592,86	3422151,05
PB2A	7376594,88	3422141,47
PB3	7382991,15	3425965,64
PB3A	7383015.18	3425965.69
PB4	7381604,24	3421378,53
PP4A	7381607,55	3421349,44
PP4B	7381648,93	3421381,55
PB6	7378454.94	3419863.25
PB6A	7377554.80	3419220.47
PP6	7377611.86	3419213.77

En la **Figura 11** se presenta la ubicación de todos los pozos efectuados hasta la fecha.

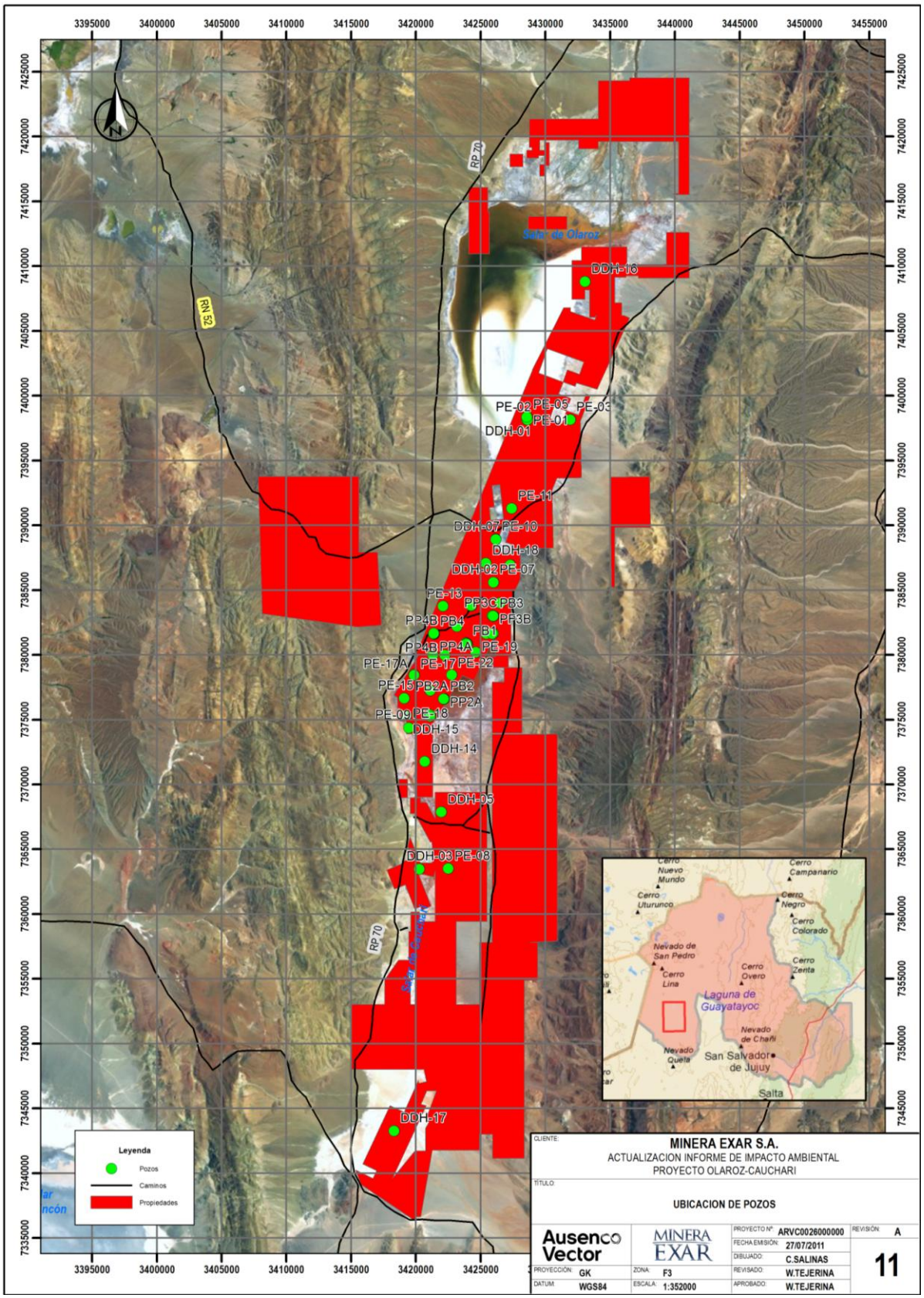

Figura 11: Ubicación de los pozos efectuados en el Proyecto Olaroz-Cauchari.

Cabe resaltar que una vez terminadas las tareas de perforación, las plataformas fueron saneadas recolectándose todos los residuos superficiales y fracciones de suelo contaminado. Todos los pozos fueron terminados con base de hormigón, identificación metálica, tapa de cierre y porta candados para asegurar la integridad de los mismos.

Foto 22: Vista del estado terminado de los pozos PE-07 y DDH-02.

Foto 23: Vista de la identificación metálica colocada en las tapas de los pozos.

23.2. Construcción de instalaciones para ensayos

En forma paralela a las tareas de exploración se inició la construcción o instalación de infraestructura de apoyo o complementaria. Estas incluyen facilidades habitacionales e infraestructura para realización de ensayos a escala laboratorio y piloto.

23.2.1. Instalaciones habitacionales y de ensayos

Con la finalidad de disponer de un área de trabajo en la zona del salar de Cauchari para el inicio de las actividades a escala piloto, se instaló un campamento habitacional modular y desarmable consistente de 12 casillas con estructura autoportante.

El área destinada a campamento y ensayos se ubica en las coordenadas Gauss Krugger X: 3424098; Y: 7382915, ocupando un área de una hectárea. Dicho emplazamiento fue informado y consensuado con la Comunidad de Pastos Chicos.

Cinco casillas fueron destinadas para habitaciones (habitaciones y baño, con capacidad para 15 personas), las otras fueron habilitadas como oficinas, comedor, sala de recreación y dos módulos fueron acondicionados como laboratorio de análisis químicos de salmuera. En éste último se realizarán determinaciones de pH, conductividad, Mg y Ca, Li, K, etc. Todos los módulos logran muy buenas condiciones de confort térmico y acústico.

Previo a la instalación, el área de emplazamiento fue nivelada empleando material proveniente de la cantera existente utilizada por Vialidad de la Provincia de Jujuy para mantenimiento de la Ruta Provincial N° 70.

Foto 24: Módulo de comedor (izquierda) y sala de recreación (derecha).

Foto 25: Vista de los módulos correspondientes a oficinas (izquierda) y planta de tratamiento de agua (derecha).

Foto 26: Vista externa e interna del laboratorio.

Foto 27: Equipamiento disponible y mesadas de trabajo.

23.2.2. Sistema de tratamiento de efluentes

Para el tratamiento de los efluentes generados en el campamento, se instaló un sistema de depuración consistente en un reactor aeróbico, cámara séptica secundaria y lecho de infiltración subsuperficial. Cabe mencionar que éste sistema trata los efluentes de baños, cocina y el agua de lavado del material del laboratorio.

Debido a la baja eficiencia del sistema de tratamiento, en forma periódica se contrata un camión atmosférico para limpieza o desagote de la cámara séptica. Esta actividad es efectuada por una empresa autorizada para la recolección y disposición final de residuos cloacales.

Foto 28: Sistema de tratamiento de efluentes cloacales.

23.2.3. Ensayos en planta piloto y en laboratorio.

A continuación se describen de manera general los ensayos que se realizan en la planta piloto instalada.

La salmuera que se extrae de los pozos exploratorios del salar de Cauchari es enviada a un tanque de 10.000 litros que se encuentra en el galpón habilitado como planta de tratamiento. La salmuera del tanque se emplea para alimentar a ensayos que se realizan en bateas metálicas de evaporación externas (pans).

Foto 29: Galpón de planta de tratamiento y tanque de almacenamiento de salmuera.

En el interior del predio se enterraron 7 bateas o pans de 2 m de diámetro y 0,6 m de alto para realizar las pruebas de evaporación de la salmuera y del producto obtenido. Las bateas son de acero recubiertas con pintura epoxi.

Foto 30: Vista de las bateas de evaporación para ensayos a escala laboratorio.

El trasvase de salmuera desde el tanque de 10000 litros a los pans se efectúa mediante bomba. Los pans metálicos o bateas concentran la salmuera mediante evaporación solar, la diferencia entre ellas es que unas están más concentradas que otras, siguen un orden predeterminado que permite cosechar diferentes tipos de sales en cada etapa de evaporación. Se realiza un control químico periódicamente para conocer el avance de la evaporación en cada pan metálico. Alcanzados los objetivos en las bateas iniciales, la salmuera se trasvasa a la etapa siguiente.

Durante el proceso de trasvase de salmuera entre bateas de evaporación y cosecha de sales, se extraen muestras líquidas y sólidas que se envían a laboratorio para análisis químicos, y se realizan mediciones en el momento previo y posterior al bombeo que incluyen.

- Nivel logrado por la evaporación de la salmuera y al que llega luego de cargada la batea.
- pH inicial y final de la salmuera.
- Temperatura
- Peso de sales cosechadas y peso de la salmuera remanente.

La cosecha de sales, se efectúan con la ayuda de una pala y se las depositan en bandejas para que escurra la salmuera de la misma. Una vez logrado el contenido de humedad requerido se procede al cuarteo de la muestra. La fracción seleccionada se envía para análisis químico y rayos-x. El resto de las sales se almacenan en depósito, mientras que la salmuera remanente en las bandejas se reintegra a la batea de evaporación. Las salmueras finales o concentradas se bombean a barriles de almacenamiento.

Foto 31: Vista de sales formadas en la superficie para cosecha (izquierda) y depósito de sales (derecha).

23.2.4. Bateas de evaporación y piletas de evaporación

En instalaciones de Planta Piloto existen cinco piletas, destinadas para actuar como piletas de evaporación. La primera poza denominada P1 es la de mayor superficie y se ubica fuera del predio. Las dimensiones de esta pileta son 100 m x 100 m y 2,5 m de profundidad.

Foto 32: Pileta de evaporación.

La misma fue construida empleando material de préstamo de una cantera ubicada en las coordenadas Gauss Krugger X: 7.380.371; Y: 3.418.865, mientras que la impermeabilización se realizó con geomembranas de HDPE de 1,5 mm con sistema de anclaje y soldadura térmica de acuerdo a procedimientos recomendados por el fabricante.

A esta pileta se envió mediante bombeo salmuera desde el pozo PB1 y actualmente se envía desde el pozo PB3A para evaluar la evaporación natural y concentraciones logradas.

Foto 33: Vista del pozo de bombeo y extracción de la salmuera desde PB3A hacia la pileta de evaporación.

En el interior del predio de planta piloto se ubican las siguientes pozas en donde continúa el proceso de concentración de sales, las cuales fueron identificadas como P-2 y luego se tienen las pozas P3 Sur, P3 Norte y finaliza con las pozas P4 Sur y P4 Norte. Todas se encuentran impermeabilizadas mediante PEAD de 1,5 mm de espesor.

Las dimensiones de la poza P-2 son 43 m de largo por 12 m de ancho y 0,5 m de profundidad. Las dimensiones de las pozas P3S y P3N es de aproximadamente 17 m x 14 m y 0,5 m de profundidad, mientras que las pozas P4N y P4S tienen 18 m x 18m x 1metro de profundidad aproximadamente.

Las pozas P4N y P4S ubicadas adyacente a las piletas de evaporación preexistentes se emplearán como pileta de almacenamiento de sales.

En total la superficie abarcada por las pozas es 1800 m^2.

Foto 34: Pozas de evaporación para ensayos a escala piloto.

24. Actividades a desarrollar

Los trabajos exploratorios a llevarse a cabo en el Proyecto Olaroz Cauchari son:

- Muestro geoquímico
- Pozos de exploración

La duración estimada del proyecto será de 2 años, con inicio de actividades previsto para noviembre de 2011.

24.1. Muestreos geoquímicos

Comprenderán la realización de pozos manuales no mayores a 0,50 m de diámetro y hasta 1 m de profundidad, tendientes a obtener muestras de las salmueras superficiales del salar, para la determinación de elementos químicos, donde se analizarán preferentemente los cationes Litio, Potasio, Magnesio, Calcio, Sodio y otros elementos como Sulfatos y Boro. Además, se procederá a medir in-situ los valores físico-químicos de pH, conductividad, densidad, temperatura, entre otros.

La grilla de muestreo será extensa en una primera etapa, reduciendo la distancia en caso de resultados alentadores en la zona de mayor interés.

24.2. Pozos de exploración

Se efectuarán 10 pozos con una profundidad variable y diámetros comprendidos entre 8 y 12”, incluidos los pozos piezométricos correspondientes.

Para los pozos se prevé la construcción de terraplenes de acceso y plataformas de apoyo de la maquinaria e infraestructura anexa de la perforación.

La ubicación de los pozos está supeditada a los resultados de la exploración básica.

25. Campamento e instalaciones accesorias

En la actualidad, la empresa emplea la oficina base ubicada en la localidad de Susques. Esta incluye principalmente espacios para oficinas, acopio de materiales y muestras. También dispone de un taller para mantenimiento básico y asistencia de los vehículos que permanecen en el proyecto.

Adicionalmente, en el área del proyecto la empresa dispone de un campamento modular con casillas de oficinas, habitaciones y baños, cocina-comedor, sala de recreación, laboratorio y un galpón cubierto para ensayos de tratamiento e instalaciones de servicios auxiliares como generación de energía, tanques de almacenamiento de agua, sitio de disposición de residuos, sistema de tratamiento de efluentes, etc.

Foto 35: Vista del campamento de Susques (izq.) y en salar de Cauchari (der.).

26. Personal. Número de personas

La cantidad de trabajadores involucrados a las tareas de exploración en esta etapa se estima en 13 personas. No se prevé la ampliación del campamento actual con contenedores habitacionales para estas tareas, ya que actualmente la empresa cuenta con personal suficiente en proyecto y cuando se requiera se destinará parte de los empleados a dichas actividades.

Las características del personal asociado a las tareas de exploración es la siguiente:

Tabla 16: Personal asociado a las áreas de exploración.

Personal	Cantidad
Gerente de operaciones	1
Jefes de área	1
Supervisores	2
Topógrafo	1
Operarios	6
Perforistas	2

En caso de requerir incorporación temporal de mano de obra, se dará prioridad a habitantes de las localidades de Susques, Puesto Sey, Olaroz Chico, Huancar, Pastos Chicos y Catua.

Cabe mencionar que actualmente existen 37 empleados de las localidades mencionadas, realizando tareas vinculadas al proyecto Salares de Olaroz – Cauchari.

27. Agua. Fuente, calidad y usos

El agua a utilizar para las necesidades del campamento será acarreada en camiones desde la Vega de Archibarca y/o Vega del Taire. El agua empleada en el campamento será clorada antes de su uso en baños, grifos y laboratorio. El consumo estimado para las necesidades de las instalaciones actuales es de 30.000 litros/semana.

Se cuenta con el permiso del superficiario y de Recursos hídricos de la provincia de Jujuy en donde se hace el pago del canon anual por el uso de este recurso.

El agua para consumo humano es agua embotellada comercial transportada en bidones y botellas desde la ciudad de San Salvador de Jujuy o de la localidad de Susques. El consumo estimado es de 4 litros/día por persona.

Para los trabajos de perforación se prevé un consumo de 30.000 lts/día de agua salada durante el periodo de perforación.

Cabe mencionar que, actualmente se encuentra en etapa de instalación un equipo de osmosis inversa para tratamiento y potabilización del agua de uso domiciliario en el campamento del proyecto.

Foto 36: Planta de osmosis inversa para purificación y potabilización del agua de consumo.

28. Energía. Tipo y Consumo

En el campamento se utilizará energía eléctrica generada por dos grupos electrógenos John Deere de 100 KVA. Se dispone de un chulengo con capacidad para 3.000 litros para abastecimiento del grupo electrógeno. El sitio de estacionamiento del mismo se encuentra delimitado, impermeabilizado y cuenta con dique de contención para pérdidas eventuales.

Para las necesidades de bombeo de salmuera se cuenta con tres grupos electrógenos, dos Palmero de 139 KVA y un Perkins de 100 KVA. Para las operaciones de perforación se dispone de tres grupos de 6,5 KVA para iluminación de las casillas de logeo y carpas.

Foto 37: Vista de grupos electrógenos del campamento y sitio de estacionamiento del chulengo (izq.) y grupo de abastecimiento de energía de pozos de bombeo (der.).

29. Insumos químicos, combustibles y lubricantes. Consumo

Durante el periodo de vigencia de esta actualización se continuarán realizando análisis de caracterización de las salmueras. Dichas determinaciones se realizarán en el laboratorio instalado aplicando las técnicas volumétricas y de absorción atómica implementadas. Los reactivos químicos y las cantidades mensuales que se emplean son:

- Cloruro de Amonio, 1 litro.
- Hidróxido de Amonio (28-30%), 1 litro.
- Cloruro de Bario di hidratado, 5 kilos.
- Solución Buffer: pH= 7.00, pH= 10.00, y pH= 4.00, 1 litro de cada uno.
- Carbonato de Calcio, 1 kilo.
- Acido Clorhídrico (36,5 – 38 %), 2 litros.
- EDTA di hidratado, 4 kilos.
- Cloruro de Magnesio hexahidratado, 100 gr.
- Sulfato de Magnesio heptahidratado, 100 gr.
- Cloruro de Sodio, 1 kilo.
- Sulfato de Sodio anhidro, 1 kilo en stock.
- Hidróxido de Sodio, 5 kilos.
- Indicadores, 50 gr.

Todos los reactivos mencionados son empleados en calidad analítica y por lo tanto manipulados en pequeñas cantidades.

En referencia al consumo de combustible, para la ejecución de las actividades proyectadas el consumo diario de gasoil se estima en 1000 litros. Se aclara que en esta cantidad se incluyen los requerimientos para operación de las maquinarias de perforación, equipos para preparación de plataformas, equipos de generación de energía y vehículos para transporte de personal.

El mantenimiento y las reparaciones preventivas de los vehículos de traslado de personal se efectuarán en talleres autorizados o en concesionarios de la ciudad de San Salvador de Jujuy. Así, los lubricantes y refrigerantes serán empleados sólo en caso de ser necesarios algunos mantenimientos o cambios de aceite de los vehículos en la zona del proyecto.

En la **Tabla 17** se detallan las estimaciones de consumo de combustibles, lubricantes y aditivos para la perforación.

Tabla 17: Insumos químicos, combustibles y lubricantes.

Insumo	Tipo	Almacenamiento	Consumo aproximado
Combustible	Gasoil	Cisterna	1000 litros/día
Lubricante	Aceite	Tachos (200 litros)	Variable
Aditivos	Detergente/espesantes (naturales e inorgánicos)	Según estado	Dependiente del sustrato

30. Descargas al ambiente

Las principales fuentes de emisiones a la atmósfera estarán asociadas al movimiento de suelo, la combustión de diesel de los vehículos y equipos de generación de energía y otros empleados durante estas tareas.

En lo que respecta a los líquidos de perforación o barros de perforación de base acuosa, se admite que la mayor parte del agua utilizada se insumirá durante la actividad. Se prevé la construcción de diques de contención para los excedentes de barros del sondeo con capacidades próximas a los 20 m^3 para garantizar la contención en caso de incidente y para posibilitar el reuso de los líquidos con aditivos. Cabe aclarar que, los aditivos que se emplearán son naturales y/o degradables, de modo que eventuales infiltraciones en suelos no causen trastornos ambientales.

Foto 38: Vista de un dique de contención y reuso de los fluidos.

En cuantos a los residuos sólidos, se prevé la generación de residuos de tipo domiciliarios como ser bandejas de papel, cartón, botellas plásticas, restos de comida, envoltorios, etc. Los mismos serán dispuestos en recipientes cerrados e identificados, de acuerdo al Programa de Gestión de Residuos implementado por Exar, y serán retirados periódicamente por personal de la empresa para su disposición final en el vertedero de la ciudad de San Salvador de Jujuy.

Considerando las características de las tareas a realizar se estima que el volumen de residuos oscilará entre 0.6 y 1.0 Kg/día/persona.

Foto 39: Vista de container de almacenamiento de residuos domiciliarios en oficina de Susques (izq.) y de contenedores diferenciados en campamento de Salar de Cauchari (der.)

Se generará también pequeñas cantidades de residuos peligrosos debido a pérdidas o arreglos ante emergencias o desperfectos de maquinarias y vehículos utilizados en la zona. Todos los residuos peligrosos son almacenados en un sitio perimetrado y con acceso restringido ubicado en X: 7381980; Y: 3422393.

Estos residuos incluyen básicamente restos de suelo contaminados, filtros, trapos y estopas contaminadas. Estos son depositados en recipientes habilitados e identificados y luego transportados por una empresa autorizada para su disposición final, cumpliendo los lineamientos establecidos en el Programa de Gestión de Residuos implementado por Exar. En este sitio, también se almacenan otros residuos voluminosos generados por la actividad tales como neumáticos y maderas, cables o recipientes con posibilidades de reuso.

Los excedentes generados en los análisis químicos son dispuestos en recipientes herméticos y acopiados hasta su transporte y disposición final.

Foto 40: Vista del patio de acopio de residuos en el área del proyecto.

Foto 41: Recipientes herméticos con residuos de laboratorio y material contaminado con hidrocarburos.

El residuo generado en los ensayos en planta piloto, consistente principalmente en hidróxido de magnesio ($Mg(OH)_2$), sulfato de calcio ($CaSO_4$), arena y arcillas, son enterrados en el salar, debido a que durante esta etapa no se generan cantidades apreciables.

IV. Descripción de los Impactos Ambientales

El impacto sobre el ambiente natural o social de un proyecto o actividad, es el efecto ocasionado por determinadas actividades humanas sobre el mismo. Dicho de otra manera, el impacto ambiental es la alteración neta, positiva o negativa, en la calidad de los distintos sistemas, componentes o factores del medio y en la calidad de vida del ser humano, todo ello como resultado de la actuación considerada.

A partir de las tareas a desarrollar descriptas anteriormente y su probable interacción con el entorno, se identificaron impactos potenciales sobre el medio.

A continuación se realiza la descripción de los impactos potenciales generados por la ejecución de las tareas proyectadas a fin de proponer medidas para la minimización o eliminación de los impactos negativos.

30.1 Impacto sobre la Geomorfología y el Paisaje

Se realizó un importante movimiento de suelo para la construcción de los terraplenes y caminos hacia las plataformas de perforación y de las trincheras de exploración, además de la nivelación del sector donde se instalaron los módulos del campamento.

Para los próximos dos años está prevista la excavación de algunas trincheras para continuar con las tareas de exploración y la perforación de hasta 10 pozos con sus respectivas plataformas y acceso.

Las mencionadas acciones dejan alteraciones visibles sobre la geomorfología y el paisaje de la zona, generando un efecto negativo. Se considera como un efecto de intensidad media debido a los terraplenes construidos y a construirse y a la permanencia prevista en el tiempo.

De cualquier manera, la extensión del efecto se considera puntual en base a la superficie acotada de los terraplenes, plataformas y trincheras estimándose que el impacto se limitará a los sectores afectados por las tareas y por el movimiento de los equipos.

El tiempo de duración del efecto será permanente en el caso de los terraplenes y pozos, y fugaz en el caso de las trincheras, debido a que una vez finalizadas las pruebas necesarias las mismas serán tapadas.

En términos generales el impacto se considera **Moderado** por lo que resulta necesaria la implementación de medidas de mitigación y prevención.

30.2. Impacto sobre el Agua

Las actividades de perforación de pozos implican el uso de agua para el funcionamiento de los equipos. El agua que se utilizará para las perforaciones será agua salobre o salada y será trasladada por camiones cisternas hasta las plataformas.

Por otro lado, la descarga de lodos de perforación (mezcla de agua y aditivos degradables), serán contenidos en piletas que se construyen en cercanías a cada plataforma de perforación y cuando lograda la evaporación del agua, se procederá a tapar las mismas.

La extracción de agua para otro uso así como el bombeo de salmuera se consideran como efectos negativos, aunque de intensidad baja debido a los volúmenes que se utilizarán ya que se trata de pocos pozos y ensayos a escala piloto. Por otro lado se trata de un efecto directo sobre el recurso y de manifestación inmediata apenas se inicie la extracción del recurso.

Debido a los volúmenes de extracción previstos y a la importancia del recurso, se considera como un impacto de carácter **Moderado**.

30.3. Impacto sobre el Aire

Las actividades vinculadas a la circulación de vehículos, el movimiento de suelo y de los equipos, generarán emisiones gaseosas y polvo en suspensión que pueden deteriorar la calidad ambiental normal del aire. Teniendo en cuenta las características de las operaciones se considera un efecto negativo pero de intensidad baja por la densidad de equipos afectados (una retroexcavadora, una pala cargadora y un camión).

El área de influencia del impacto será puntual debido a que tanto las emisiones como el polvo en suspensión sólo podrán ser percibidos en el área inmediata y mientras dure la acción que la genera.

Se considera que la calidad original del aire retornará a los niveles normales cuando cesen las acciones impactantes, debido a la rápida dilución de los gases y polvo en el entorno, resultando con ello en un impacto fugaz.

Por lo descripto anteriormente es que se considera que este impacto es de carácter **Irrelevante** y no precisa de la implementación de medidas correctoras.

30.4. Impacto sobre el Suelo

La realización de los terraplenes, pozos de perforación, trincheras y movimiento vehicular causarán una perturbación en los suelos por compactación y modificación de la estructura superficial de los mismos.

Otro aspecto que se considera está relacionado con la contaminación de los suelos por posibles pérdidas y/o derrames accidentales de hidrocarburos de los diferentes equipos que se utilizarán para las actividades previstas.

Debido a esto, se considera como un impacto de carácter negativo y de intensidad baja por la superficie afectada ya que, desde el punto de la productividad se trata de suelos con fuertes limitaciones climáticas y no aptos para cultivos. La ocurrencia de un derrame es una contingencia de baja probabilidad de ocurrencia, y en el caso de ocurrencia se seguirán los lineamientos establecidos en el Plan de Contingencias que Exar S.A.

El área de influencia del impacto es puntual ya que se limitará a los sitios en donde se realizarán los trabajos. Se contempla que las trincheras serán cerradas y los pozos de exploración serán saneados.

El efecto de la modificación del componente es directo con respecto a las actividades que se realizarán y el momento de aparición del efecto es inmediato ya que se inician en el mismo instante en que se introducen los equipos para iniciar la tareas descriptas. La duración del efecto será permanente en los sitios donde se construya infraestructura y fugaz en el caso de producirse algún derrame accidental.

Se considera que el impacto sobre el suelo será **Moderado**.

30.5. Impacto sobre la Fauna y la Flora

Considerando los sitios en donde se realizarán los trabajos (zona del salar, cono de Archibarca y dentro del campamento de la planta piloto) no se producirá eliminación sustancial de la vegetación. Mientras que se espera que no exista interacción entre la realización de las tareas y la fauna de la zona.

Debido a esto es que se considera que la interacción de las tareas previstas con los componentes mencionados será **Irrelevante**.

30.6. Impacto sobre el Medio Social

Está prevista la contratación de una empresa para la realización de las perforaciones, la cual realiza los trabajos con personal propio. La realización de los muestreos, pozos y trincheras se llevará a cabo con personal de Exar, parte de los cuales pertenecen a las comunidades del área de influencia del proyecto.

Considerando estas actividades, es que el impacto sobre el medio social será positivo pero de una intensidad baja dada la escasa magnitud del personal a emplear.

La extensión se considera extensa ya que la empresa mantiene un vínculo estable con las localidades cercanas a través del personal incorporado.

Debido a esto es que se considera como un impacto positivo pero de carácter **Irrelevante**.

V. Medidas de Protección Ambiental

Las medidas de protección ambiental que se implementarán describen las prácticas a realizar tanto a mediano como a largo plazo para los impactos negativos que surgen como consecuencia de las acciones previstas para el desarrollo del proyecto.

Las medidas pueden ser de prevención, control, mitigación y compensación de acuerdo al efecto causado por la acción.

La correcta implementación de estas permitirá preservar la calidad del ambiente, cumplir con la legislación ambiental vigente y la Política de Minera Exar S.A. con respecto al cuidado del medio ambiente.

A continuación se detallan las medidas para los componentes que recibirán efectos negativos de carácter **Moderado**. Es de suma importancia que estas consideraciones sean comunicadas formalmente a todo el personal involucrado y de manera previa al inicio de cualquier actividad.

31.1. Medidas sobre los Componentes Geomorfología y el Paisaje

En este caso la implementación de las medidas están orientadas a evitar la generación de procesos erosivos, modificación de la geomorfología del sitio, la alteración de la escorrentía natural y efectos significativos sobre el paisaje.

- ✓ Optimizar el movimiento de suelos en las zonas afectadas de manera de evitar modificaciones significativas sobre las geoformas, procurando que los movimientos resulten similares a su entorno y estables en el tiempo.
- ✓ Estimar los volúmenes de material a remover, identificando áreas de corte y áreas de relleno o nivelación.
- ✓ Optimizar el balance de material a movilizar buscando una relación corte/relleno cercano a 1 (uno), en el caso de que el material a remover sea mayor al material a usar en rellenos, se deberá identificar y acondicionar sitios de acopio para su futura utilización si fuere necesario.
- ✓ Todo el material removido será acopiado en sectores planos, cuidando de no interrumpir los drenajes naturales y que no quede expuesto a posibles contaminaciones por derrame de hidrocarburos.
- ✓ Evitar la apertura de nuevos caminos de manera de evitar la perturbación innecesaria de sitios.

31.2. Medidas sobre el Componente Agua

La implementación de medidas sobre este componente tiene como objetivo evitar la disminución del nivel estático de los acuíferos y la mezcla de agua dulce con agua salada debido a la extracción de salmuera para los ensayos.

- ✓ Se optimizará el uso del recurso respetando la recarga anual estimada de los acuíferos.
- ✓ En el caso de demostrarse a través de ensayos, la depresión de él ó los acuíferos, Minera Exar S.A. prospectará nuevos posibles sitios de aprovisionamiento de agua, a fin de garantizar la sustentabilidad del recurso en el tiempo, eso se logrará respetando la recarga anual estimada.

- ✓ Se continuará con la realización periódica de los análisis físico-químicos del agua extraída para llevar un control sobre la calidad de las mismas.

31.3. Medidas sobre el Componente Suelo

Para el componente suelo se proponen medidas para evitar la pérdida y contaminación del suelo aún cuando los mismos se tratan, desde el punto de vista productivo, de suelos no aptos para agricultura, pero sí resultan importantes como sustento de la vegetación de la zona y como sitios de alimento y refugio para la fauna silvestre.

- ✓ Optimizar el movimiento de suelos en las zonas afectadas, evitando modificaciones sobre las geoformas.

- ✓ Evitar el contacto directo de materiales contaminantes (hidrocarburos, aceites y residuos) con el suelo. Prever la construcción de bateas de contención para las cisternas de almacenamiento de combustible y para los contenedores de residuos tanto peligrosos como domiciliarios.

- ✓ Contar con material absorbente para el caso de ocurrencia de derrames accidentales.

VI. Recomendaciones generales

Si bien las mismas no tienen carácter obligatorio para la empresa, se proponen como una serie de medidas generales a tener en cuenta al momento de la realización de las tareas previstas.

- No se obstruirá en ningún momento los caminos de acceso y/o de circulación.
- Los vehículos circularán por las zonas debidamente habilitadas y la velocidad de circulación será entre 40 y 60 km/h dependiendo de la zona.
- Se evitará afectaciones de la propiedad que vayan más allá de las mencionadas para el desarrollo las actividades proyectadas.
- Se realizarán controles a todos los equipos a fin de verificar el estado de los mismos y evitar pérdidas de hidrocarburos o aceites.
- Se cuidará que se apaguen los motores de los vehículos cuando no se estén utilizando.
- Se prohibirá la caza, la pesca y cualquier otra actividad que interfiera con el normal desenvolvimiento de la fauna del lugar.
- No se realizarán tareas de mantenimiento de vehículos en el área del proyecto.
- Al término del programa de las actividades programadas todos los equipos, estructuras temporarias, herramientas y materiales serán retirados del sitio.
- Bajo ninguna circunstancia se volcarán efluentes líquidos o residuos sólidos en cuerpos de agua. Se deberá comunicar al personal la prohibición de lavado de vehículos, equipos o elementos contaminados en las fuentes de agua de la zona.
- Se priorizarán las compras de insumos y la contratación de mano de obra en las localidades del área de influencia directa del proyecto.

Límites y excepciones

Este Informe de Impacto Ambiental se circunscribe al alcance de los trabajos oportunamente solicitados y ejecutados hasta el momento de emitir el presente informe. Las conclusiones incluidas en el presente reporte representan opinión y juicio profesional basado en la información estudiada en el transcurso de esta evaluación, no certezas científicas. Con las limitaciones del alcance de servicio acordado, este IIA se emprendió y ejecutó de manera profesional, de acuerdo con las reglas del buen arte y prácticas habitualmente aceptadas, utilizando el nivel de habilidad y precaución normalmente ejercitado por consultores ambientales respetables en condiciones similares. No se otorga ningún otro tipo de garantía, explicita ni implícita.

Este informe sólo debe utilizarse en forma completa. Se basa en el alcance de los servicios y está sujeto a los Límites y Excepciones y otras restricciones aquí definidas. Ha sido elaborado para uso exclusivo de Minera Exar S. A., las Autoridades de Aplicación y sus asesores legales. Ninguna otra persona ni organización está autorizada para difundir, ni basarse en ninguna de sus partes sin el previo consentimiento por escrito de Vector Argentina S.A.(Ausenco Vector) o su representante legal de ceder o autorizar la cesión a terceros, de una o la totalidad de las partes del presente informe. Sin embargo, todo tercero que utilice o se base en este informe sin el permiso de Vector expreso por escrito, acuerda y conviene que no tendrá derecho legal alguno contra Vector, o contra su sociedad matriz o sus filiales/subsidiarias, ni contra sus consultores y subcontratistas, e indemnizará y mantendrá indemne de y contra toda demanda que pudiera surgir de o en conjunción con dicho uso o cesión.

Bibliografía

- Alonso, R.N. 1986. Ocurrencia, Posición Estratigráfica y Génesis de los Depósitos de Boratos de la Puna Argentina. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta. Tesis doctoral, 197 pp., inédita. Salta.

- Alonso, R.N. 1999b. Los salares de la Puna y sus recursos evaporíticos, Jujuy, Salta y Catamarca. En: Zappettini, E. (Ed.), Recursos Minerales de la República Argentina. Subsecretaría de Minería de la Nación. SEGEMAR. IGRM, II: 1907 – 1922. Buenos Aires.

- Hoja Geológica Susques (2566-I) (Preliminar) del Servicio Geológico y Minero de Argentina (SEGEMAR),

- Jordan, T.E. y R. Alonso. 1987. Cenozoic stratigraphy and basin tectonics of the Andes Mountains, 20º-28º South latitude. American Association of Petroleum Geologist, Bulletin, 71 (1): 49-64.

- Schwab, K. y H. Lippolt. 1974. K/Ar mineral ages and late Cenozoic history of the Salar Cauchari area (Argentine Puna). Proceedings of Symposium on Andean and Antartic Volcanology, 693-714. Santiago.

- Schwab, K. 1973. Die Stratigraphie in der Umgebung des Salar de Cauchari (NW Argentinien). Ein Beitrag zur erdgeschichtlichten Entwicklung der Puna. Geotektonische Forschungen, 43 (I, II): 1-168.

- Bianchi, A., & Yánez, C. 1992. Las Precipitaciones en el Noroeste Argentino. INTA.

- ARA Worley Parson. 2011. “Evaluación preliminar y económica del Proyecto de Litio Cauchari-Olaroz” NI 43 - 101 Informe Técnico. Preparado para Lithium Americas (Toronto, Canadá), preparado por ARA WorleyParson. 195 pp., inédito.

- Ausenco Vector. 2011. “Estudio hidrológico del salar de Cauchari, Departamento Rinconada, Provincia de Jujuy. Preparado para Minera EXAR S.A., preparado por Vector Argentina S.A. 53 pp., inédito.

- López Vazques, G. 2010. “Prospección geofísica en el cono de Archibarca, salar de Cauchari”. Preparado para Minera EXAR S.A. 121 pp., inédito.

- Cabrera, A. L. 1957. La vegetación de la puna argentina. Rev. In-vestig. Agrie. 11(4):317-412. Buenos Aires.

- Cabrera, A.L. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 14, 1-42.

- Cabrera, A. L. 1973. Biogeografía de América Latina. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington D.C.

- Cabrera, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Acme, Buenos Aires. 85 pp. (Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería; Tomo 2 fasc. 1)

- Ruthsatz, B. 1974. Los arbustos de las estepas andinas del noroeste argentino y su uso actual. Bol. Soc. Argent. Bot.16:27-45.

- Ruthsatz, B. y C. Movia, 1975. Relevamiento de las estepas andinas del noroeste de la Provincia de Jujuy. FECIC Ed. Buenos Aires.

- Martínez Carretero, E. 1995. La Puna argentina: delimitación general y división en distritos florísticos. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 31(1-2): 27-40 + 1 mapa.

- IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2011.1. <www.iucnredlist.org>. Revisado el 11 de Junio de 2011.

- Ceruti, M.C. 1997. Arqueología de Alta Montaña. Ed. Milor. Salta, Argentina

- Reinhard, J. y M. Ceruti, 2000. Investigaciones arqueológicas en el volcán Llullaillaco. Complejo ceremonial incaico de alta montaña. EUCASA. Universidad Católica de Salta. Argentina.

- Vitry, C. 1996. Arqueología de alta montaña en la provincia de Salta. Arqueología Argentina. 72 p.

- Vitry, C. 1997 “Arqueología de alta montaña”. En YACHAYRUNA Revista de divulgación científica. Grupo de Estudios de Ciencias Sociales. Facultad de Humanidades. UNSa. Año 1, Nº 1.

- Reinhard, J., 1997. Llullaillaco: Investigación del yacimiento arqueológico más alto del mundo. Anales de Arqueología y Etnología. (49/49): 105-129, años 1993/1994. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.

- Yacobaccio, H. D. 2007. Complejidad Social, Especialización y Domesticación de Camélidos en Cazadores-Recolectores Surandinos. En: Sociedades Precolombinas Surandinas. Temporalidad, Interacción y dinámica Cultural del NOA en el Ámbito de los Andes Centro-Sur, TANOA. Williams, V. L., B. N. Ventura, A. B. M. Callegari & H. D. Yacobaccio. Pp:305-315. Buenos Aires. ISBN 978-987-05-3282-8.