



PROYECTO CAUCHARI JV

INFORME DE MONITOREO AMBIENTAL SEMESTRAL

OCTUBRE DE 2018

INFORME DE MONITOREO AMBIENTAL SEMESTRAL

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCION	3
1.1 Ubicación	3
1.2 Monitoreo participativo	4
CAPÍTULO 2 - RESUMEN EJECUTIVO	5
CAPÍTULO 3 - MONITOREO DE COMPONENTES BIOLOGICOS	7
3.1 Introduccion	7
3.2 Area de estudio	7
3.3 Metodología	9
3.3.1 Consideraciones generales y diseño de toma de datos	9
3.3.2 Monitoreo de vegetación	11
3.3.3 Monitoreo de Fauna	14
3.3.3.1 Monitoreo de aves	14
3.3.3.2 Monitoreo de mamíferos	14
3.4 Resultados	15
3.4.1 Vegetación	15
3.4.1.1 Estepa arbustiva al Este del salar	17
3.4.1.2 Estepa arbustiva del Oeste del Salar	21
3.4.1 Fauna	27
3.4.1.1 Relevamiento de aves	27
3.4.1.2 Muestreos sistemáticos	28
3.4.1.3 Relevamiento de mamíferos	31
3.5 Conclusiones	35
CAPÍTULO 4 - MONITOREO DE AGUA	36
4.1 Introducción	36
4.2 Muestreo	36
4.3 Parámetros Analizados	37
4.4 Resultados	39
4.4.1. Vega Archibarca	39
4.4.2. Rio Tocomar	42
4.4.3. Campamento El Porvenir	44
CAPÍTULO 5 - MONITOREO DE SALMUERA	46
5.1 Introducción	46
5.2 Muestreo	47

5.3	Parámetros Analizados	47
5.4	Resultados	47
4.4.4.	Pozo 20D	47
CAPÍTULO 6 - MONITOREO DE SUELOS		49
6.1	Introducción	49
6.2	Muestreo	49
6.3	Parámetros Analizados	49
6.4	Resultados	50
4.4.5.	Plataforma Pozo 7	50
4.4.1.	Plataforma Pozo 19	51
4.4.2.	Campamento	53
4.4.3.	Plataforma Pozo 27	54
CAPÍTULO 7 - MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE		55
7.1	Introducción	55
7.2	Muestreo	55
7.3	Parámetros Analizados	55
7.4	Resultados	56
7.4.1	Plataforma Pozo 7	56
7.4.2	Plataforma Pozo 19	57
7.4.3	Campamento	58
CAPÍTULO 8 - MONITOREO DE RUIDOS		60
8.1	Introducción	60
8.2	Muestreo	60
8.3	Parámetros Analizados	60
8.4	Resultados	60
8.4.1	Plataforma Pozo 7	60
8.4.2	Plataforma Pozo 19	61
8.4.3	Campamento	61
CAPÍTULO 9 - BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA		62
CAPÍTULO 10 - ANEXOS		65

INFORME DE MONITOREO AMBIENTAL SEMESTRAL

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCION

1.1 UBICACIÓN

El Proyecto Cauchari JV se encuentra ubicado hacia el Oeste del departamento de Suques, a aproximadamente 250 km al NO de la Ciudad de San Salvador de Jujuy, Provincia de Jujuy, Argentina.

La distancia entre el Proyecto y la localidad de Susques, capital de dicho departamento, es aproximadamente 45 km hacia el Este.

El límite con la República de Chile se encuentra a 50 km, hacia el Oeste por Ruta Nacional (RN) 52, coincidente con el Paso de Jama.

El acceso al Proyecto puede realizarse desde la ciudad de San Salvador de Jujuy a través de la RN 9 (pavimentada) hasta la intersección con la RN 52 (pavimentada). Luego de transitar 130 km por dicha ruta hasta Salinas Grandes. Desde aquí se continúa hasta la localidad de Susques, desde donde se recorren 60 km aproximadamente en dirección Sudoeste por la RN 52 hasta arribar a la zona del Proyecto.

Desde la ciudad de Salta, es posible acceder al Proyecto desde la localidad de Campo Quijano, circulando por RN 51 unos 182 km aproximadamente hasta alcanzar la Ruta Provincial (RP) 70, por la cual se recorren 28 km en dirección Norte hasta arribar a la zona del Proyecto.

La región geográfica donde se encuentra ubicado el Salar Cauchari, corresponde a una meseta altiplánica del noroeste de Argentina con una altitud que ronda los 4000 m s.n.m. Desde una perspectiva geográfica, se encuentra sobre los Andes Centrales definidos como la biorregión Andes Tropicales (Simpson y Toddzia 1990), también conocida como la Puna Altiplánica. Es una altipampa cordillerana desértica de altura que se extiende entre las dos ramificaciones que la Cordillera de los Andes presenta en estas latitudes. Forman esta región extensos bolsones y llanuras, separados por cadenas montañosas, y bordeados por la Cordillera Real al este y la Cordillera de los Andes al oeste. En Argentina, ocupa las zonas montañosas y mesetas del noroeste, desde el límite con Bolivia hasta San Juan. Las altitudes medias en su porción del norte se encuentran entre los 3.400 y los 4.500 m.s.n.m. (Garreaud et al. 2003).

En 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% de las precipitaciones anuales. El resto del año el déficit hídrico es alto marcando una estación muy seca entre abril y septiembre. Las precipitaciones invernales son en forma de nevada y granizada y las estivales son básicamente pluviales. La zona en la cual se ubica el proyecto se conoce como Puna Desértica o de Atacama posee una precipitación de menos de 100 mm anuales. Se sitúa en la parte occidental y austral de la región, donde los ríos y lagunas son escasos y conforman

mayormente cuencas endorreicas. Las vegas constituyen los aportantes de agua principales a los salares.

Las fluctuaciones climáticas diarias en la temperatura proveen uno de los elementos más críticos de estrés ambiental que enfrentan las plantas de estos hábitats (Ruthsatz 1977). La frecuencia de las heladas es una fuerza selectiva clave en la adaptación a los ambientes tropicales de altura. Las especies que viven en estos sitios también tienen que soportar un estrés adicional de ciclos de congelamiento–deshielo causado por los movimientos dinámicos del suelo, que actúan como un ambiente hostil para las raíces de las plantas (Smith y Young 1987) provocando así diferencias en la fisonomía de la vegetación a lo largo de la gradiente altitudinal.

1.2 MONITOREO PARTICIPATIVO

En esta oportunidad fueron invitadas a la participación las Comunidades de Jama, Pastos Chicos, Puesto Sey, Huancar, Catua y Olaroz. Ver Anexos

Asimismo fueron invitadas las reparticiones de la Dirección Provincial de Minería, Dirección de Recursos Hídricos y Secretaría de Calidad Ambiental. Ver Anexos

Los participantes que acudieron a la invitación fueron:

- Comunidad de Huancar: Eva Maria Guitian
- Comunidad de Pastos Chicos: Estela Celesta Salva
- Comunidad de Jama: Agustin Cruz

Dirección de Minería: Magdalena de los Ángeles Guevara Osvlado Alberto Córdoba Gustavo Castro

Secretaría de Calidad Ambiental: Daniela Liebeskind

El Monitoreo de Flora y Fauna fue realizado por los Sres Claudio Ramiro Guanica y Leonor Antequera. Mientras que el monitoreo de calidad de aire, agua, suelos, ruidos y salmuera se llevó a cabo por Rodolfo M. García y Sebastián Torres por parte de INDUSER SRL.

CAPÍTULO 2 - RESUMEN EJECUTIVO

El presente Resumen Ejecutivo brinda una reseña de las tareas realizadas durante el cuarto monitoreo.

El presente monitoreo, al igual que los tres anteriores dan cumplimiento por parte de la Empresa South American Salars S.A., a lo solicitado por la Dirección de Minería y Recursos Energéticos, en su Declaración de Impacto Ambiental DIA aprobada según resolución N° 002/2017 para el Informe de Impacto Ambiental para la Etapa de Exploración del “Proyecto Salar de Cauchari”.

Los monitoreos se llevan a cabo en los meses de abril de y octubre. El monitoreo presente se realizó en el mes de octubre de 2018, donde se realiza un seguimiento de los componentes Flora y Fauna, Suelo (Físico-Químico), Calidad de Aire, Ruido, Salmuera y Agua (Superficial y subterránea).

Para los parámetros biológicos, los valores de los parámetros estimados para estudiar la vegetación y la fauna mostraron niveles acordes a los reportados para sitios similares por las publicaciones citadas. Estos mostraron variaciones leves respecto al último monitoreo (aunque ver explicación más abajo) que bien se pueden relacionar con los cambios naturales del sistema y no con cambios por un efecto antrópico. La vegetación en el lugar se mantuvo estable en términos de diversidad aunque, el incremento de una transecta adicional, incrementó notablemente las abundancias observadas aunque la riqueza aumentó relativamente poco. Los parámetros estimados para la fauna tuvieron un comportamiento similar, con aumentos importantes en las abundancias observadas aunque sin cambios en la diversidad. Con esto se puede inferir que no se hubo modificaciones en la estructura del ensamble de especies de las comunidades vegetales y de la fauna en la zona de monitoreo.

La metodología para el muestreo tanto de fauna como de vegetación fue modificada en este monitoreo en el marco de un proceso dinámico y adaptativo con el fin de aumentar la detección de especies, balancear el esfuerzo y optimizar el trabajo de campo. Por este motivo, los datos del presente monitoreo no son comparativamente equivalentes a los obtenidos en los anteriores. A pesar de esto, en la siguiente tabla donde se resumen los parámetros, se puede ver la evolución de los parámetros a lo largo del proceso adaptativo de la metodología de monitoreo. Si bien algunos parámetros (abundancias y riqueza) aumentaron, otros se mantuvieron (diversidad H') y otros mostraron fluctuaciones. El proceso adaptativo metodológico continúa bajo análisis en función de determinar el mejor balance entre el esfuerzo de muestreo y los niveles aceptables de detección de cambios en los parámetros en la zona.

Los valores obtenidos para agua superficial corresponden al periodo estacional de primavera.

La Vega Archibarca tiene un pH levemente alcalino (8 UpH) y una conductividad de 3080 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los valores obtenidos fueron comparados con las Tabla 1 “Fuentes de agua para Bebida Humana”, Tabla 5 “Para Irrigación” y Tabla 6 “Para Bebida de Ganado”, del Decreto N° 5772 de la provincia de Jujuy; de los resultados se obtiene que los Sólidos Totales Disueltos se encuentran por sobre los límites de las tablas, mientras que el Boro excede los

valores de referencia para Irrigación y Bebida de ganado y el Aluminio excede los valores para uso como agua de bebida humana.

La muestra de agua del Rio Tocomar posee un pH alcalino (8,5 UpH) y una conductividad de 2710 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los valores obtenidos fueron comparados con las Tabla 1 “Fuentes de agua para Bebida Humana”, Tabla 5 “Para Irrigación” y Tabla 6 “Para Bebida de Ganado”, del Decreto N° 5772 de la provincia de Jujuy; de los resultados se obtiene que:

- Para uso como bebida humana, el Rio Tocomar se excede en los siguientes parámetros: Aluminio, Arsénico, Berilio, Fluoruro y Niquel.
- Para Irrigación, el agua del Rio Tocomar, se excede en los parámetros Aluminio y Fluoruro
- Para Bebida de Ganado, los parámetros que exceden la normativa mencionada son Aluminio, Arsénico, Boro y Fluoruro.

Para la muestra de agua de Campamento, solamente los Solidos Totales disueltos exceden los valores de referencia.

Con respecto al Suelo, se tomaron muestras en plataformas de los Pozos 7, 19, 27 y del Campamento El Porvenir, los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros legislados

Finalmente, respecto a calidad de aire y ruidos, se tomaron mediciones en en plataformas de los Pozos 7, 19 y del Campamento El Porvenir, todos los parámetros analizados cumplen con los límites establecidos en la normativa de referencia.

CAPÍTULO 3 - MONITOREO DE COMPONENTES BIOLÓGICOS

3.1 INTRODUCCION

El monitoreo de plantas y animales es una de las actividades centrales en la rama de la biología de la conservación. Los datos del monitoreo se utilizan para identificar cambios en algunos de los parámetros poblacionales (Marsh y Rangel 2008, Shea & Mangel 2001) y para evaluar si las estrategias de gestión específicas están funcionando (Witmer 2005). El monitoreo se define como la obtención espacial y temporal de información específica sobre el estado de las variables ambientales que resulta de insumo funcional para los procesos de seguimiento y fiscalización ambiental (SENACE, 2015). Un monitoreo ambiental se realiza a efectos no sólo de medir las características ecológicas de las comunidades (fauna o vegetación), sino también su estado de conservación. Por esto para definir un plan de monitoreo ambiental se deben establecer los parámetros para el seguimiento de la calidad de los diferentes componentes ambientales que podrían ser afectados durante la ejecución del proyecto, así como los sistemas de control y medida establecidos en su Plan de Manejo Ambiental (Faúndez et al. 1995). Este plan permitirá evaluar periódicamente la dinámica de las variables ambientales, con la finalidad de determinar los cambios que se puedan generar durante el proceso de construcción y durante la operación de la planta, en este caso, de proceso de los productos minerales.

Los monitoreos ambientales permiten la evaluación periódica integrada y permanente de la dinámica de las variables ambientales, con el fin de proveer información precisa y actualizada para la toma de decisiones, orientadas a la conservación y uso sostenible de los recursos naturales y del medio ambiente durante la permanencia y operación del proyecto. En el caso particular de áreas protegidas, es recomendable tomar en cuenta los objetivos de conservación del área, los riesgos actuales y las amenazas específicas de la zona con vista a delinear los objetivos del plan de monitoreo (Perovic et al. 2008, Witney 2005). Los riesgos y las amenazas en el área se infieren del relevamiento de usos de la tierra, que definen situaciones críticas y también su ubicación espacial. Por lo tanto, un programa de monitoreo integral debe permitir la verificación del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas por las medidas de control y mitigación de impactos ambientales planteadas y emitir información periódicamente a las autoridades y entidades pertinentes, acerca de los principales logros alcanzados en el cumplimiento de las medidas ambientales, o en su defecto, de las dificultades encontradas para analizar y evaluar las medidas correctivas correspondientes. Por todo esto, se presenta en esta oportunidad los resultados del monitoreo de flora y fauna realizado en el mes de octubre del corriente año en las zonas pertenecientes a propiedades de la firma South American Salars S.A.

3.2 AREA DE ESTUDIO

El Proyecto South American Salars se ubica sobre el límite Oeste del Salar de Cauchari, en el Departamento Susques de la provincia de Jujuy. La región geográfica donde se encuentra ubicado el Salar Cauchari, corresponde a una meseta altiplánica del noroeste de Argentina con una altitud que ronda los 4000 m s.n.m. Desde una perspectiva geográfica, se encuentra

sobre los Andes Centrales definidos como la biorregión Andes Tropicales (Simpson y Toddzia 1990), también conocida como la Puna Altiplánica. Es una altipampa cordillerana desértica de altura que se extiende entre las dos ramificaciones que la Cordillera de los Andes presenta en estas latitudes. Forman esta región extensos bolsones y llanuras, separados por cadenas montañosas, y bordeados por la Cordillera Real al este y la Cordillera de los Andes al oeste. En Argentina, ocupa las zonas montañosas y mesetas del noroeste, desde el límite con Bolivia hasta San Juan. Las altitudes medias en su porción del norte se encuentran entre los 3.400 y los 4.500 m.s.n.m. (Garreaud et al. 2003).

En 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% de las precipitaciones anuales. El resto del año el déficit hídrico es alto marcando una estación muy seca entre abril y septiembre. Las precipitaciones invernales son en forma de nevada y granizada y las estivales son básicamente pluviales. La zona en la cual se ubica el proyecto se conoce como Puna Desértica o de Atacama posee una precipitación de menos de 100 mm anuales. Se sitúa en la parte occidental y austral de la región, donde los ríos y lagunas son escasos y conforman mayormente cuencas endorreicas. Las vegas constituyen los aportantes de agua principales a los salares.

Las fluctuaciones climáticas diarias en la temperatura proveen uno de los elementos más críticos de estrés ambiental que enfrentan las plantas de estos hábitats (Ruthsatz 1977). La frecuencia de las heladas es una fuerza selectiva clave en la adaptación a los ambientes tropicales de altura. Las especies que viven en estos sitios también tienen que soportar un estrés adicional de ciclos de congelamiento–deshielo causado por los movimientos dinámicos del suelo, que actúan como un ambiente hostil para las raíces de las plantas (Smith y Young 1987) provocando así diferencias en la fisonomía de la vegetación a lo largo de la gradiente altitudinal.

Estos ecosistemas presentan pastizales xéricos o arbustales por la predominancia en la fisonomía de la vegetación de gramíneas amacollados, adicionalmente también se encuentran arbustos esclerófilos, hierbas en cojín, hierbas postradas y rosetas acaulescentes (acampanadas) (Ramsay y Oxley 1997). La vegetación de la Puna xérica está notablemente diversificada, presentando varios ecosistemas restringidos a esta región geográfica. Entre ellos se destacan los grandes salares, que son probablemente los ecosistemas salinos de alta montaña más extensos de la tierra junto con las altas cabeceras de los valles interandinos, del oeste de Bolivia y Argentina.

En conjunto, la flora de la puna xerofítica tiene numerosos elementos exclusivos de ella y cobra un especial interés biológico por la presencia de estos endemismos que surgen de la adaptación al riguroso reinante (Josse et al. 2009, Rundel y Palma 2000, Ruthsatz 1977, Ruthsatz y Movia 1975).

La fauna presenta adaptaciones al medio en respuesta a la rigurosidad climática y la escasez de recursos, lo que determina la presencia de especies de gran interés para la conservación, como la vicuña (*Vicugna vicugna*), el gato andino (*Leopardus jacobita*) (Díaz y Barquez 2005), y especies de flamencos como el flamenco austral (*Phoenicopaterus chilensis*) y el flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*) (Moschione 2007). El aislamiento geográfico de la región ha

facilitado procesos de especiación, lo que resulta evidente por los numerosos endemismos descriptos (Díaz Gómez 2007, Moschione 2007).

3.3 METODOLOGÍA

Los organismos vivientes responden a cambios en las condiciones en las cuales se desarrollan. Por esto, sean estos cambios de origen natural o antrópico (de origen humano), todos los organismos susceptibles a esta influencia demostrarán cambios en alguno de los parámetros que determinan sus abundancias y distribución o, en otras palabras, sobre las características ecológicas.

En esta oportunidad, en un sentido de dinámica adaptativa, se aplicaron algunas modificaciones sobre la metodología para la realización del monitoreo biológico. Estas modificaciones se dedicaron mayormente sobre los métodos de monitoreo de la vegetación como se detalla más abajo. Se optó por el empleo de una metodología para caracterizar los ambientes presentes en las áreas de influencia del proyecto minero lo suficientemente sensible para detectar tanto variaciones naturales como las generadas por el accionar humano. Se trata de un monitoreo donde se aplicarán técnicas estándar para el relevamiento de la vegetación y de diferentes grupos de la fauna cuyos detalles se brindan más abajo.

3.3.1 Consideraciones generales y diseño de toma de datos

El trabajo de campo se desarrolló desde las primeras horas de luz de la mañana hasta el atardecer (puesta del sol) o hasta el momento con suficiente luz natural que permita la detección o movimiento de la fauna y el reconocimiento de la flora. Todos los recorridos se georreferenciaron mediante el uso de GPS y se generó un sistema de información geográfico cuyos mapas se expondrán como producto del mismo. Se empleó el Sistema de referencia de coordenadas (SRC) *Posgar 2007 Gauss Krüger*, Faja 2 acorde a los estipulado por la autoridad de aplicación. Las tareas de campo se llevaron a cabo por un equipo de trabajo constituido por personal con amplia experiencia en la zona.

Se utilizó un diseño de muestreo estratificado considerando como estratos cada unidad vegetal identificada. Para este caso, se han identificado *a priori* dos unidades vegetales, **estepa arbustiva** (al Oeste del salar) y **estepa arbustiva con *Chuquiraga atacamensis*** (al Este del salar). Teniendo en cuenta que dentro de estas existe cierta homogeneidad, en cada estrato se realizó un muestreo aleatorio o sistemático según las características del grupo a monitorear. El muestreo sistemático, a diferencia del muestreo aleatorio, es de aplicación más rápida (Mostacedo y Fredericksen 2000). A los fines de facilitar el trabajo de campo, las **unidades muestrales** se repartieron en el terreno a lo largo de una zona de un kilómetro de longitud denominada **transecta** que fue considerada como la unidad de respuesta en la cual se estimaron los parámetros ecológicos más abajo detallados (Figura 1). En algunos casos las unidades muestrales coinciden con la extensión de la transecta mientras que, en otros casos se dispondrán más de una unidad muestral dentro de ésta constituyendo un caso de submuestreo (Feinsinger 2004). Las transectas disponen de la

misma cantidad de réplicas espaciales dentro de cada unidad vegetal para equilibrar el muestreo. Todas las unidades muestrales se consideraron como **parcelas permanentes**, es decir que cada monitoreo a futuro se realizará en el mismo sitio a los fines de detectar cambios puntuales y más amplios.

Para analizar la eficiencia de los muestreos se realizará un análisis de eficiencia empleando curvas de acumulación de especies y un estimador de riqueza (Gotelli y Colwell 2001). Esto se implementa para reconocer el porcentaje de las especies detectadas respecto a las esperadas analíticamente por el estimador con el objetivo de definir si la información generada resulta apta para realizar inferencias generalizadas. Para simplificar el análisis, se seleccionó como estimador al índice *Jackknife1*, en base al cual se calculó la eficiencia del muestreo (E) como el porcentaje de especies observadas respecto al estimado por el índice. Este estimador es el más comúnmente empleado para estos casos (Gotelli y Colwell 2011). Adicionalmente, se confeccionaron gráficos de acumulación empleando el software especializado *Estimates V. 9.1.0* (Colwell 2013).

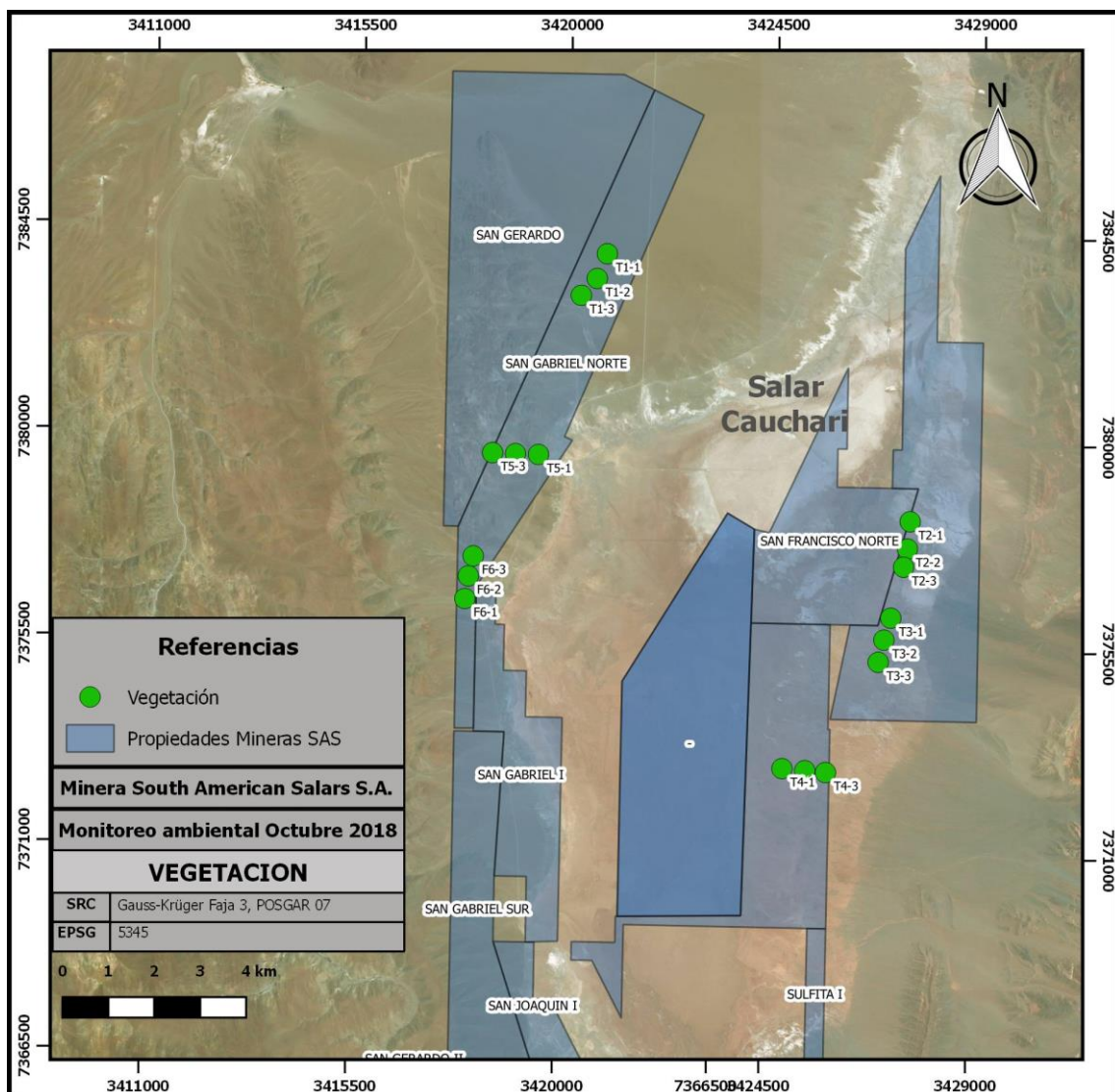


Figura 1. Ubicación de las transectas donde se estimarán los parámetros ecológicos de los componentes de flora. Sistema de Coordenadas: *Gauss Krüger*, Faja 3.

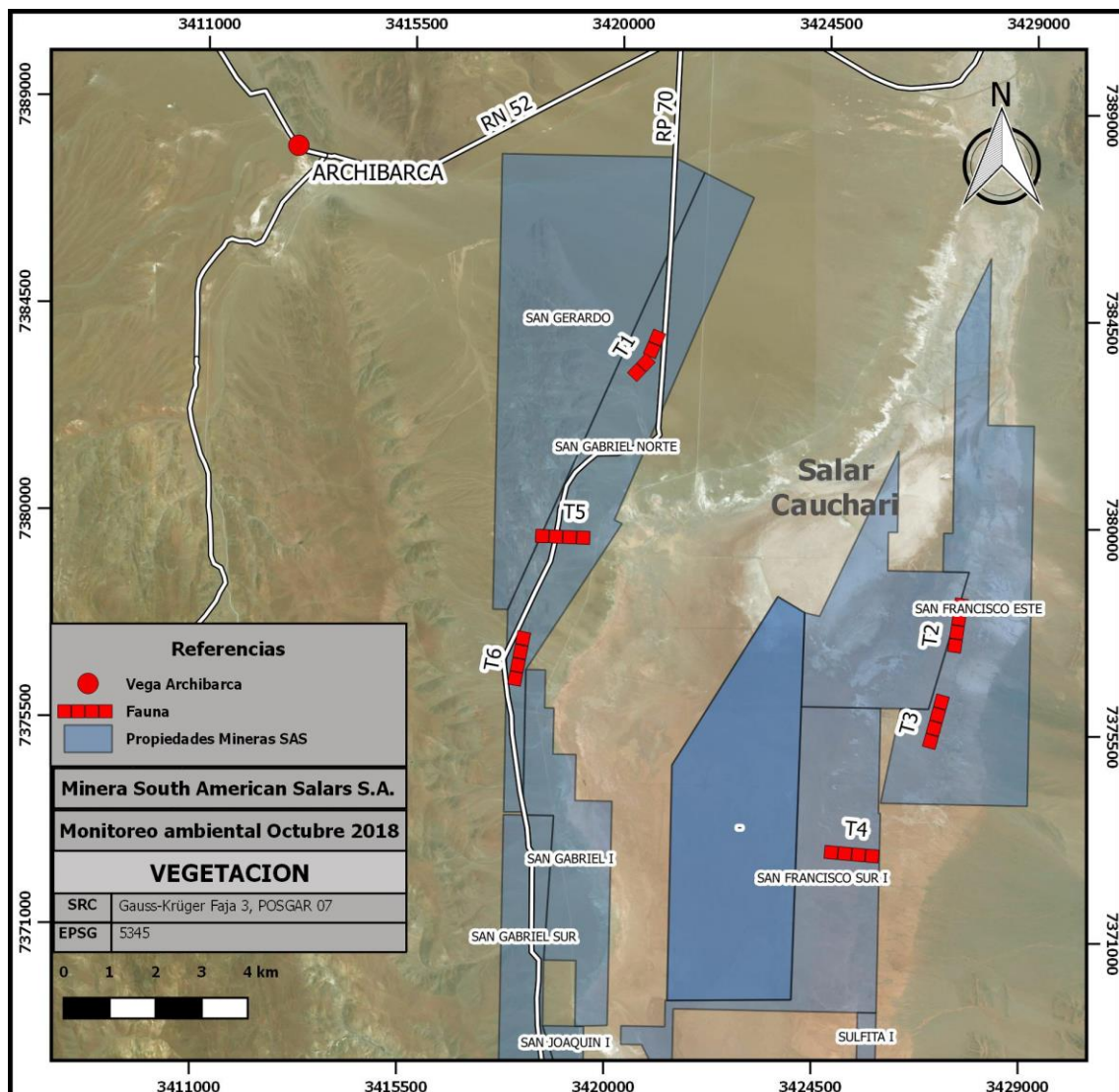


Figura 2. Ubicación relativa de la disposición de las transectas donde se estimarán los parámetros ecológicos de los componentes de fauna. Sistema de Coordenadas: Gauss Krüger, Faja 3.

3.3.2 Monitoreo de vegetación

Para determinar la riqueza de especies, asociaciones vegetales, patrones de abundancias se emplearon parcelas permanentes que se distribuyeron en cada ambiente identificado. Se usó el método de medición mediante **fajas de vegetación** (Matteucci y Colma 1982, Hernández 2000) que resulta ideal para monitoreos de áreas arbustivas ya que permiten una rápida caracterización de las mismas siendo, por lo tanto, un instrumento valioso para la elaboración de planes de manejo (Bonaventura et al. 1995, Mostacedo y Frederiksen 2000). Las fajas se distribuyeron a lo largo de las seis transectas de trabajo en las zonas de influencia directa del proyecto (ver sección anterior). En cada transecta se establecieron tres fajas de vegetación (al inicio, a 500 y al final de la transecta), de 2 m de

ancho por 25 m de largo, es decir de 50 m² de superficie. El monitoreo de vegetación se realizó en un total de **18 fajas** (Tabla 1), equivalente a 750 m² de superficie total (Figura 3).

Tabla 1. Coordenadas de las parcelas permanentes de vegetación analizadas durante la campaña octubre 2018.

Id parcela	X	Y	Coordenadas geográficas	Comunidad vegetal
T1-1	3420847.715	7384002.05	23° 39' 39,8" S 66° 46' 33,1" O	Estepa arbustiva
T1-2	3420638.121	7383459.394	23° 39' 57,4"S 66° 46' 40,6"O	Estepa arbustiva
T1-3	3420300.096	7383085.26	23° 40' 09,5"S 66° 46' 52,6"O	Estepa arbustiva
T2-1	3427564.349	7378305.011	23° 42' 46,1" S 66° 42' 37,1"O	Estepa arbustiva
T2-2	3427516.372	7377711.004	23° 43' 05,4"S 66° 42' 38,9"O	Estepa arbustiva
T2-3	3427440.513	7377310.405	23° 43' 17,6"S 66° 42' 43,4"O	Estepa arbustiva
T3-1	3427184.023	7376195.616	23° 43' 54,6"S 66° 42' 50,9"O	Estepa arbustiva
T3-2	3427044.827	7375714.912	23° 44' 10,2"S 66° 42' 55,9"O	Estepa arbustiva
T3-3	3426931.12	7375228.166	23° 44' 26,0"S 66° 43' 00,0"O	Estepa arbustiva
T4-1	3424884.277	7372870.182	23° 45' 42,3"S 66° 44' 13,7"O	Estepa subarbustiva de Yaretas
T4-2	3425381.56	7372836.086	23° 45' 43,4" S 66° 43' 56,0"O	Estepa arbustiva
T4-3	3425832.928	7372805.4	23° 45' 44,5"S 66° 43' 38,3"O	Estepa arbustiva
T5-1	3419438.06	7379600.675	23° 42' 02,6"S 66° 47' 23,7"O	Peladar - salar
T5-2	3418937.395	7379607.117	23°42'2.30"S 66°47'41.37"O	Estepa arbustiva
T5-3	3418437.827	7379619.709	23° 42' 01,8" S 66° 47' 59,0"O	Estepa arbustiva
T6-1	3417900.832	7376429.732	23°43'46.21"S 66°48'18.63"O	Estepa herbácea
T6-2	3417965.522	7376925.129	23°43'30.13"S 66°48'16.36"O	Peladar
T6-3	3418063.002	7377361.315	23°43'14.31"S 66°48'12.42"O	Estepa subarbustiva de Yaretas



Figura 3. Monitoreo de vegetación con veedores de comunidades originarias. Se puede observar el procedimiento de medición de las parcelas permanentes y medición de parámetros ecológicos.

Se determinaron cuatro parámetros para describir la vegetación en cada faja: abundancia y riqueza de especies, cobertura y altura de la vegetación cada una definidas de la siguiente manera:

- *Abundancia o densidad:* Expresada como el número de individuos contabilizados visualmente en el área determinada de la faja.
- *Riqueza:* número de especies registradas visualmente. De no ser posible su identificación a campo, se recolectaron ejemplares en un herbario con los nombres que reciben las plantas a nivel local o regional (datos aportados por los veedores de las comunidades aborígenes). Los nombres científicos se asignarán una vez que estas especies sean identificadas en gabinete.
- *Cobertura:* esta representa la proporción del terreno que es ocupada por la vegetación o por su proyección vertical. Este criterio proporciona información de la abundancia de las diferentes especies y se expresa en porcentaje respecto a la superficie total de cada faja.
- *Altura:* corresponde a la altura de la vegetación medida en un punto determinado de la faja con un centímetro. La altura se midió en seis puntos a lo largo de la línea media de la faja. Se registró la altura máxima de las plantas en cada punto.

Con la información de las transectas se calculó el Índice de diversidad *Shannon–Wiener* (H'), calculado mediante la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum P_i * \ln P_i$$

Siendo:

H' : Índice de Shannon-Wiener,

P_i : abundancia relativa y

$\ln$: Logaritmo natural.

3.3.3 Monitoreo de Fauna

3.3.3.1 Monitoreo de aves

Para la determinación de riqueza y abundancia de aves se empleó el método de puntos de conteo de radio infinito (Ralf et al. 1996). Este método es el más apropiado en la mayoría de los casos y ha sido adoptado como uno de los métodos estándar de monitoreo a nivel global por su eficacia y practicidad (Ralph et al. 1996).

Se emplearon tres puntos de conteos (submuestreo) distribuidos al inicio, en la porción media (500 metros) y al final de cada una de las transectas. Los puntos de conteos se georreferenciaron y se visitaron aleatoriamente dos veces, tanto en la mañana como en la tarde dado que diferentes especies poseen picos de actividad en diferentes horarios. En cada punto de conteo se registraron todas las especies de aves, vistas u oídas, durante 10 minutos, sin considerar a qué distancia se observarán. Con esto, se acumuló un total de **24 puntos de conteo** (3 puntos x 4 transectas x 2 visitas) que totalizaron un esfuerzo de muestreo de 240 minutos o 4 horas de observación. A esto se sumó un punto adicional, la vega Archibarca, donde se pueden observar especies de importancia que puedan sumar a los datos de riqueza de la zona. Adicionalmente, se registraron todas las especies detectadas fuera de transecta y en los desplazamientos entre punto y punto a lo largo de la transecta. Esto se realizó para complementar los datos de los puntos de conteo conforme dicta el manejo adaptativo del monitoreo.

Se emplearon binoculares de 10 x 42 de aumento y guías locales y regionales de aves para la identificación de las especies. Para minimizar los sesgos vinculados a cambios en el observador, los conteos fueron realizados por la misma persona a lo largo de los monitoreos.

En cada punto de conteo se determinaron los siguientes parámetros:

- *Riqueza específica*: como el número de especies registradas, ya sea si estas fueron observadas u oídas, posadas o en vuelo.
- *Abundancia relativa*: Expresada como el número de individuos detectados en un punto de observación determinado estandarizado a una hora (60 minutos) de observación (Ralf et al. 1996).
- *Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')*: calculado como se detalló en la sección Parámetros de monitoreo de vegetación.

3.3.3.2 Monitoreo de mamíferos

Para determinar la diversidad de mamíferos y complementar la información de vertebrados con datos de elementos faunísticos no mamíferos adicionales se realizaron recorridas sistemáticas a lo largo las transectas de 1 km de largo (Figura 1). Para esto, las transectas recorridas fueron las mismas que en monitoreos anteriores las cuales se georreferenciaron y se siguieron con un GPS. Las mismas se encontraron distanciadas

entre sí por más de cuatro kilómetros con la finalidad de mantener la independencia entre las unidades de muestreo (Feinsinger 2004). En cada transecta el operador se desplazó lentamente y silenciosamente prestando atención a diferentes indicios. Se registraron todos los avistajes directos y los datos de presencia indirectos (huellas, cuevas, ejemplares muertos, nidos o heces) para detectar la actividad de especies difíciles de observar o de comportamiento críptico o nocturno (Rabinowitz 2003, Perovic et al. 2008). Se recorrieron cuatro transectas (dos en cada ambiente) dos veces lo que totalizó **ocho recorridos** (4 transectas x 2 veces). En caso que el número de avistajes de fauna fuera muy bajo (caso común en ambientes de Puna) y esto no permita un análisis cuantitativo, se optará por definirlos en función de su presencia. Se reporta el número específico de especies registradas mediante observación directa e indirecta.

En cada transecta se determinarán los siguientes parámetros:

- *Riqueza específica*: como el número de especies registradas, ya sea si estas fueron observadas u oídas, posadas o en vuelo.
- *Abundancia relativa*: Expresada como el número de individuos detectados en un punto de observación determinado estandarizado a una hora (60 minutos) de observación.
- *Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')*: calculado como se detalló en la sección Parámetros de monitoreo de vegetación.

Estas transectas se emplearon para tomar nota de cualquier otro registro de la presencia de otros elementos de la fauna, tales como lagartos, serpientes, etc.

3.4 RESULTADOS

3.4.1 Vegetación

Se estudió la vegetación en zonas al este y al oeste del salar Cauchari mediante la medición de parámetros tradicionales para estos objetivos que permitieron un análisis descriptivo de la estructura y composición en ambas zonas. En todo el estudio se contabilizaron 971 individuos de 18 especies pertenecientes a 8 familias vegetales, siendo la más diversa la familia Asteraceae con seis especies (Tabla 2). La diversidad general de la vegetación hallada fue de 1.85 (Índice de Shannon-Wiener, H'). La riqueza observada fue la misma, 14 especies, tanto al Este como al Oeste del salar.

Los estudios de vegetación en la Puna son puntuales, esporádicos, y a menudo carecen de una visión completa de la diversidad florística. En la zona del salar Cauchari, las estepas arbustivas se desarrollan en las áreas planas en sectores puntuales, rodeados de estepas gramíneas donde la riqueza reportada por algunos estudios es de 7 familias, 13 géneros y 17 especies (Fabroni, 2015). En concordancia con este estudio, en el monitoreo se encontraron valores similares de riqueza de plantas coincidiendo en que Asteraceae resulta la familia más diversa.

Tabla 2. Lista de especies de plantas identificadas en el monitoreo. Se detalla la presencia de cada especie en la zona Este u Oeste del Salar.

Nota:

Familia	Especies	Nombre común	Este	Oeste
<i>Fabaceae</i>	<i>Adesmia horrida</i>	<i>Añagua</i>	x	x
	<i>Hoffmannseggia cf. yaviensis</i>	<i>Ajicillo</i>	x	x
<i>Solanaceae</i>	<i>Fabiana cf. punensis</i>	<i>Checal</i>	x	x
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Sarcocornia pulvinata</i>	-	x	
<i>Asteraceae</i>	<i>Baccharis incarum</i>	<i>Lejía</i>		x
	<i>Senecio filaginoides</i>	<i>Moraca blanca</i>	x	x
	<i>Chuquiraga atacamensis</i>	<i>Espina amarilla</i>	x	
	<i>Nardophyllum armatum</i>	<i>Suriyanta</i>	x	x
	<i>Patrastrephia lucida</i>	<i>Tola de río</i>	x	x
	<i>Parastrephia quadrangularis</i>	<i>Tola</i>		x
<i>Verbenaceae</i>	<i>Acantholippia deserticola</i>	<i>Rica rica</i>	x	x
<i>Frankeniaceae</i>	<i>Frankenia triandra</i>	<i>Yaretilla</i>	x	x
<i>Rosaceae</i>	<i>Tetraglochim cristatum</i>	<i>Canjia</i>	x	
<i>Poaceae</i>	<i>Pappostipa frigida</i>	<i>Paja</i>	x	x
	<i>Distichlis humilis</i>	<i>Brama</i>		x
	<i>Bouteloua simplex</i>	<i>Pelodia</i>		x
	Malva*	-		
	Cachal*	-	x	x
Riqueza			14	14

* Especies en proceso de identificación en gabinete denominadas con sus nombres comunes.

El análisis de eficiencia para la vegetación arrojó un valor de 81,2% según el estimador Jackknife1. Según este estimador, uno de los más conservadores, el número de especies potenciales en la zona alcanza a 22 por lo que habiendo detectado 18 especies, el esfuerzo invertido en el monitoreo (seis transectas con submuestreo) resulta adecuado para una representación de la vegetación de la zona. Esto se puede corroborar al ver el gráfico (Figura 4), donde la curva de acumulación de especies adopta una forma asintótica demostrando que pocas especies más podrían incorporarse con un mayor esfuerzo (Gotelli y Colwell 2001).

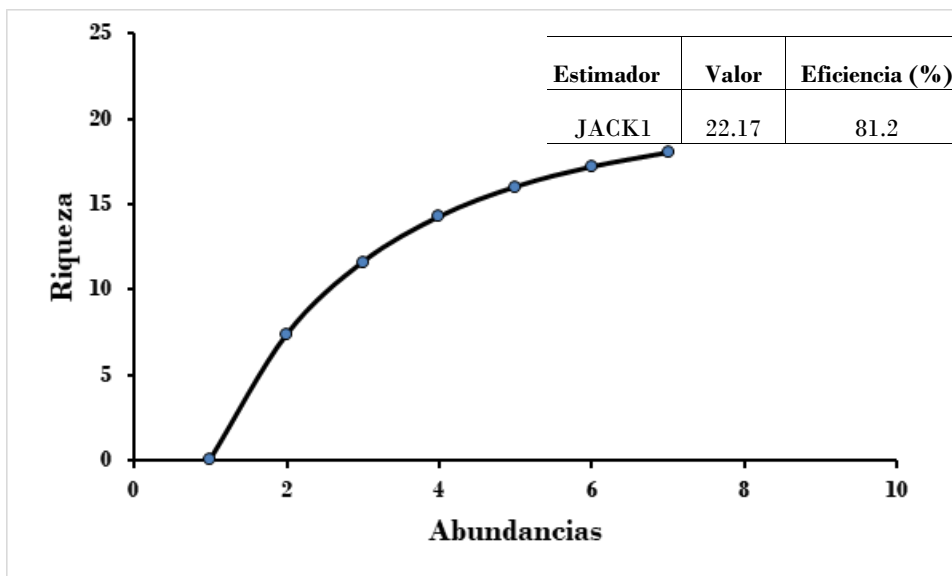


Figura 4. Análisis gráfico de eficiencia de muestreo de la vegetación. Una eficiencia del 81,2% es un valor aceptable para una representación de la vegetación.

3.4.1.1 *Estepa arbustiva al Este del salar*

El monitoreo de la vegetación se realizó en la zona Este al Salar de Cauchari en tres transectas (Transectas 2, 3 y 4) situadas sobre las áreas de estepa arbustiva contiguas al salar donde se midieron los diferentes parámetros que describen la vegetación. La zona es una estepa arbustiva baja con una dominancia de *Acantholippia punensis* y *Adesmia horrida* que representan alrededor del 10% de cobertura. En menores proporciones se encuentran especies como *Patrastrephia lucida*, *Sarcocornia pulvinata* y *Senecio filaginoides*.

En esta zona se registraron 14 especies vegetales pertenecientes a ocho familias vegetales (ver Tabla 2). La familia mejor representada fue Asteraceae con cuatro especies. La diversidad de la vegetación en esta zona fue de 1.42 (Índice de Shannon-Wiener, H'). La cobertura de la vegetación alcanzó un promedio de 7.6% y se observó gran porcentaje de suelo desnudo (88,5%) mientras que la cobertura de materia orgánica fue baja, de un 3,9%. Se contabilizaron 559 individuos en total donde se pudo observar un promedio de entre 1 y 22 individuos según la zona considerada (Tabla 4). La densidad de plantas fue mayor en la zona de la transecta 3 donde se estimó la existencia de 1476 individuos por hectárea. La menor densidad se presentó en la zona de la transecta 4; esta se situó en una zona de borde del salar con una estepa su arbustiva de yaretas en un sector que podría acumular agua después de las grandes lluvias del verano pero que no llegan a inundarse (Figura 5). Esta porción se área presenta un alto porcentaje de suelo desnudo y el mantillo está ausente y claramente mostró muy poca vegetación. Hubo una clara dominancia de *Acantholippia punensis* y *Adesmia horrida* que juntas sumaron el 82% del total de individuos contabilizados. El resto de las especies mostraron menos de 20 individuos por cada una.

Tabla 3. Abundancias de especies vegetales registradas en las diferentes transectas. Se presentan los valores totales, promedios por transecta y densidades estimadas por hectárea.

ESPECIE	T2	T3	T4	Total
<i>Acantholippia punensis</i>	120	149	0	269
<i>Adesmia horrida</i>	61	131	0	192
<i>Parastrephia lucida</i>	15	5	0	20
<i>Senecio filaginoides</i>	11	5	0	16
<i>Cachal</i>	0	6	6	12
<i>Sarcocornia pulvinata</i>	10	0	1	11
<i>Frankenia triandra</i>	0	0	10	10
<i>Nardophyllum armatum</i>	5	3	0	8
<i>Fabiana cf. punensis</i>	0	5	0	5
<i>Chuquiraga atacamensis</i>	0	4	0	4
<i>Pappostipa frigida</i>	4	0	0	4
<i>Hoffmannseggia cf. yaviensis</i>	3	0	0	3
Malva	3	0	0	3
<i>Tetraglochim cristatum</i>	0	2	0	2
Promedio	16.6	22.1	1.2	559
Abundancia relativa (ind./ha)	1104.8	1476.2	81.0	



Figura 5. Mosaico de imágenes mostrando la apariencia de las zonas de monitoreo del Este del salar. De arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, vista general de las transectas 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

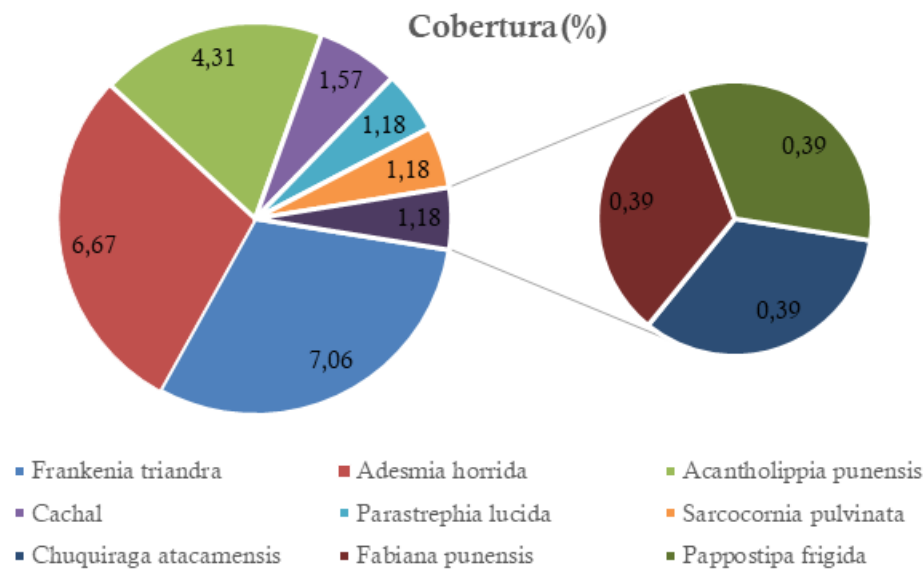


Figura 6. Cobertura de las especies registradas en al Este del salar. Los valores se expresan en porcentaje respecto al total de cobertura vegetal.

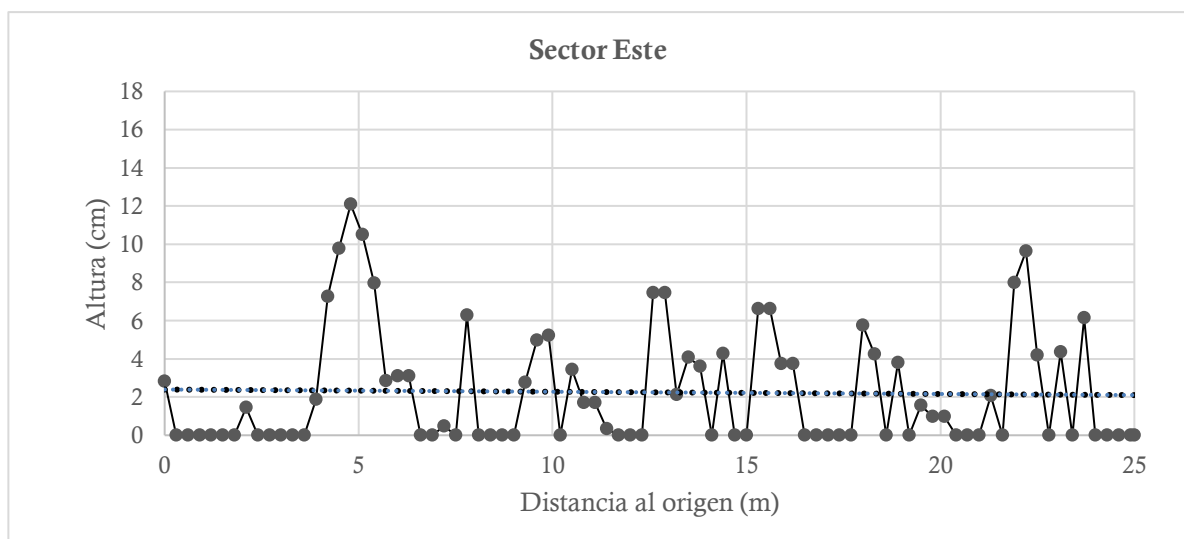


Figura 7. Gráfico de la altura promedio de la vegetación registrada en la zona Este al Salar. La tendencia (línea de puntos) en los valores de altura se muestra regular a lo largo de las parcelas.

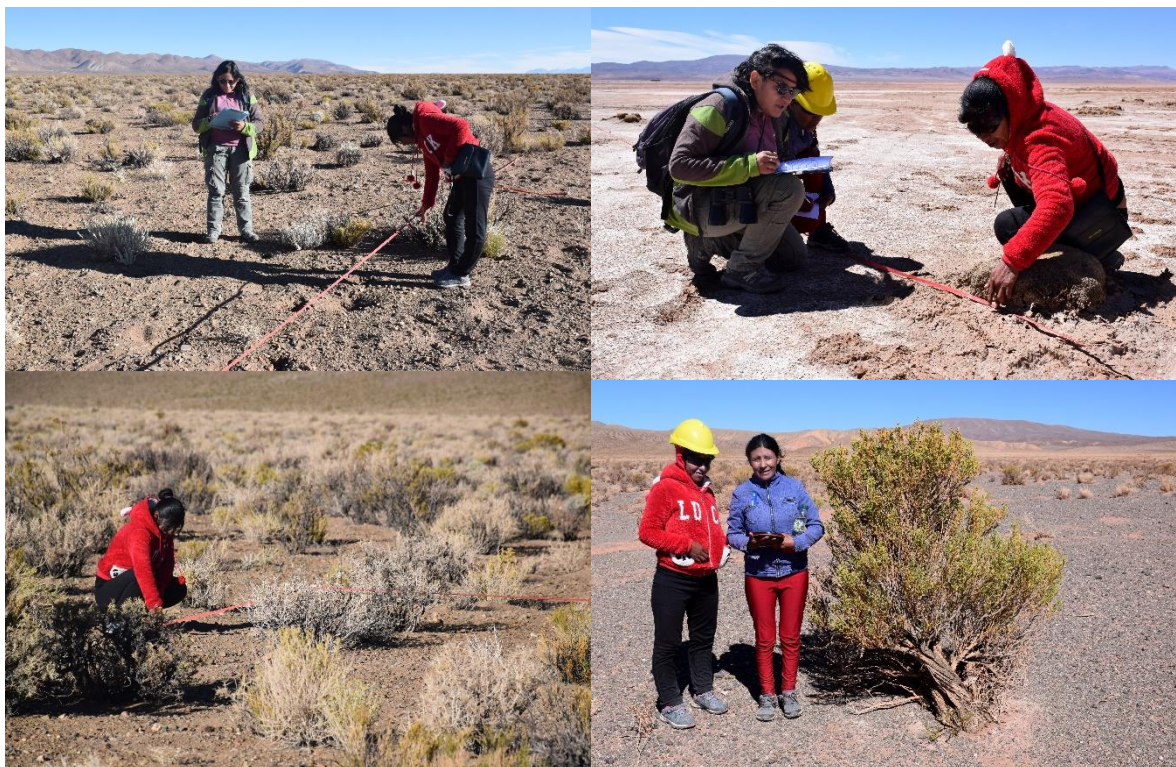


Figura 8. Proceso de medición de la vegetación con colaboración de los veedores de las comunidades acompañantes. Abajo a la derecha, ejemplar adulto de *Parastrephia lucida* o tola de importante altura.

3.4.1.2 *Estepa arbustiva del Oeste del Salar*

El estudio de la vegetación en el sector Oeste se realizó en las transectas 1, 5 y 6 situadas sobre un área ocupada por una estepa arbustiva. La estructura de la vegetación en esta zona es generalmente biestratificada y hasta triestratificada, llegando solo en pequeñas áreas a tres estratos. Predominan los arbustos, de 30 a 60 cm de altura como *Acantholippia*, *Fabiana* y *Adesmia*, en el estrato herbáceo se observan *Senecio*, *Nardophyllum* y en el estrato subarbustivo *Frankenia triandra* y *Pappostipa*. También presenta grandes espacios de suelo descubierto.

En esta zona, al igual que en la zona Este, se registraron 14 especies vegetales pertenecientes a seis familias vegetales (ver Tabla 2). La familia mejor representada fue Asteraceae con cinco especies. La diversidad de la vegetación en esta zona fue de 2.00 (Índice de Shannon-Wiener, H'). La cobertura promedio de la vegetación fue de 14,6%, el doble que en la zona Este donde alcanzó el 7.6%. El suelo desnudo representó gran porcentaje de la superficie (82,4%) mientras que la cobertura de materia orgánica fue de un 3 %. Se contabilizó menor cantidad de individuos, un total de 412 ejemplares, donde se pudo observar que el promedio de las abundancias resultó más uniforme entre las transectas con entre 6 y 9 individuos según la zona considerada (Tabla 4).

Tabla 4. Abundancias de especies vegetales registradas en las diferentes transectas del sector Oeste ordenadas según sus abundancias totales. Se presentan los valores totales, promedios por transecta y densidades estimadas por hectárea.

ESPECIE	T1	T5	T6	Total
<i>Acantholippia punensis</i>	44	25	22	91
<i>Fabiana punensis</i>	28	51	2	81
<i>Adesmia horrida</i>	24	36	15	75
<i>Pappostipa frigida</i>	0	0	57	57
<i>Senecio filaginoides</i>	56	0	0	56
<i>Frankenia triandra</i>	0	5	15	20
<i>Patrastrepchia lucida</i>	0	0	10	10
<i>Distichlis humilis</i>	0	0	5	5
<i>Bouteloua simplex</i>	3	2	0	5
<i>Baccharis incarum</i>	2	1	0	3
<i>Nardophyllum armatum</i>	3	0	0	3
<i>Parastrepphia quadrangularis</i>	3	0	0	3
<i>Hoffmannseggia cf. yaviensis</i>	2	0	0	2
<i>Cachal</i>	1	0	0	1
Promedio	9.2	6.7	7.0	412
Abundancia relativa (Ind./ha)	614.8	444.4	466.7	

Este sector presentó algunas especies exclusivas como *Baccharis incarum*, *Distichlis humilis*, *Parastrepphia quadrangularis* y *Bouteloua simplex* que se no encontraron en el sector Este y, viceversa, estuvieron ausentes tres especies *Chuquiraga atacamensis*, *Sarcocornia pulvinata*, *Tetraglochim cristatum* y la Malva, las que se registraron en el sector Este.

La densidad de especies vegetales fue mayor en la zona de la transecta 1 donde se estimó la existencia de 614.8 individuos por hectárea. Las zonas de las transectas 5 y 6 mostraron densidades similares. Las especies dominantes fueron *A. punensis* y *A. horrida*, aunque aparecen dos especies entre las más representativas en términos de abundancias que son *Fabiana punensis* y *Pappostipa frigida*, un arbusto y una gramínea, respectivamente, que no fueron registrados en el sector Este. Las abundancias de las cuatro especies mencionadas acumulan el 73% de todos los individuos contabilizados en esta área.

El valor de cobertura vegetal, como se mencionó antes, fue mayor que en el sector Oeste y sobre éste se calculó la cobertura por especie y la distribución de las coberturas por especies que se pueden ver graficadas en el Figura 8. La especie con mayor cobertura fue *B. simplex*, seguida por *A. punensis* y *P. frigida* lo que resulta un cambio en el orden de las especies respecto a lo observado en el sector opuesto del salar. La primera de estas, *B. simplex*, es un pasto de pequeño porte que resulta abundante puntualmente pero que no aporta a la biomasa vegetal de este ambiente.

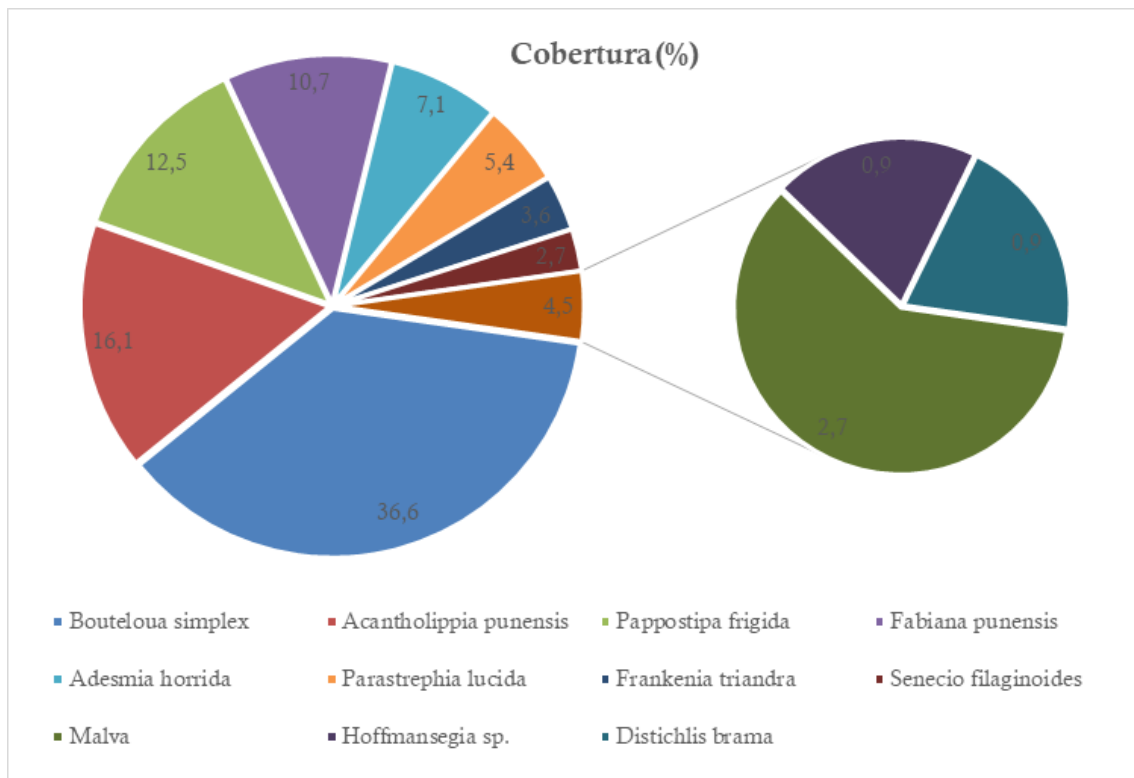


Figura 9. Cobertura de las especies registradas en al Oste del salar. Los valores se expresan en porcentaje respecto al total de cobertura vegetal.

La altura de la vegetación en este sector fue muy variable a lo largo de las parcelas. Los valores máximos de altura registrados estuvieron en el orden de 75 cm y 74 cm dados por *Acantholippia punensis* y *Parastrephia lucida*, respectivamente. En esta zona, la altura de la vegetación mostró, como se puede ver por la línea de tendencia graficada, una tendencia a aumentar conforme se incrementó la muestra tomada (Figura 10). Se pudo observar ejemplares de gran porte en sitios fuera de las parcelas, como uno de *P. lucida* que se encontró de 1,56 m de altura (Figura 11).

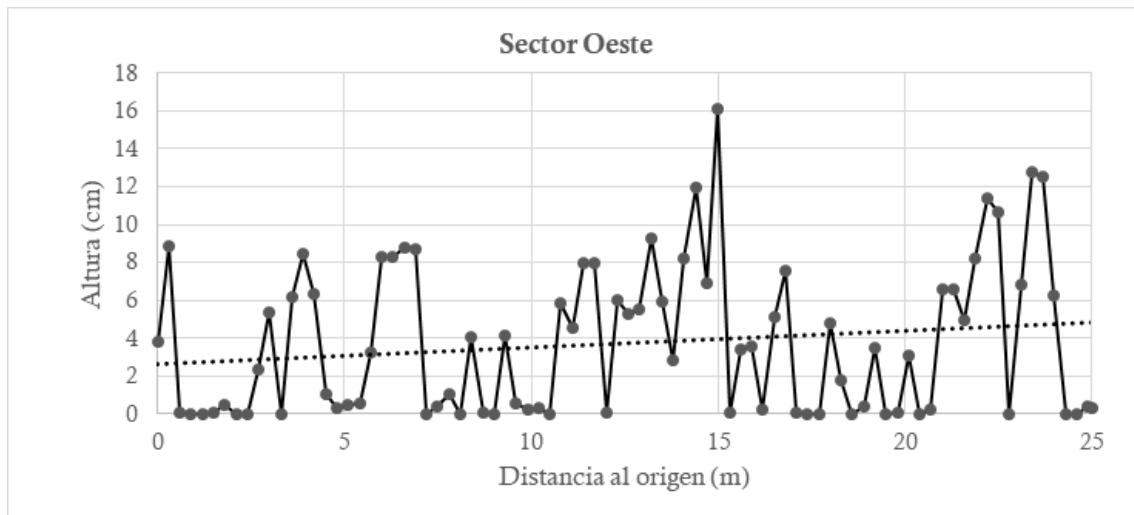


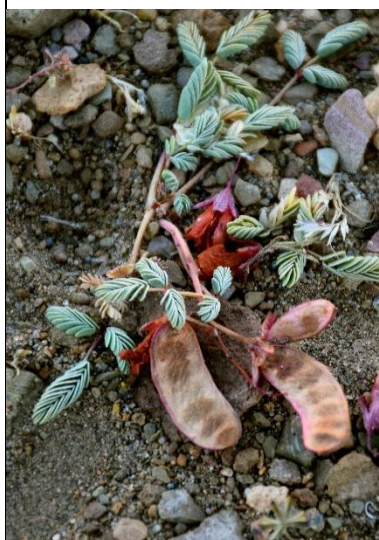
Figura 10. Gráfico de la altura promedio de la vegetación registrada en la zona Oeste al Salar. La tendencia (línea de puntos) de los valores de altura muestra un leve aumento a lo largo de las parcelas.



Figura 11. *Parastrephia lucida* o tola de río que se encontró de 1,56 m de altura. Resultan raros ejemplares de este porte en la zona.



Adesmia horrida
Añagua



Hoffmannseggia sp.
Musquete



Nardophyllum armatum
Suriyanta



Fabiana cf. *punensis*
Checal



Acantholipia deserticola
Rica-rica



Senecio filaginoides
Moraca blanca



Distichlis humilis
Brama



Frankenia triandra
Yaretilla



Sarcocornia pulvinata



Figura 12. Especies de plantas registradas en el monitoreo. Se detalla nombres científicos y vulgares.

3.4.1 Fauna

3.4.1.1 Relevamiento de aves

En todo el estudio se detectaron 17 especies de aves pertenecientes a 12 familias. La familia más representativa fue Thraupidae con cuatro especies, seguida por Furnariidae con tres y Tyrannidae con dos. Algunas de estas fueron detectadas únicamente fuera de los muestreos sistemáticos y en la Vega Archibarca (Tabla 5).

Tabla 5. Lista de especies de aves registradas en el monitoreo.

Familia	Especies	Nombre común
Thinocoridae	<i>Thinocorus rumicivorus</i>	Agachona
Tyrannidae	<i>Agriornis montana</i>	Gaucho serrano
	<i>Lessonia oreas</i>	Sobrepuesto puneño*
Anatidae	<i>Lophonetta specularioides</i>	Pato Crestón*
Rheidae	<i>Rhea pennata</i>	Suri
Strigidae	<i>Speotyto cunicularia</i>	Lechucita vizcachera
Charadriidae	<i>Calidris bairdii</i>	Playerito unicolor*
Furnariidae	<i>Asthenes modesta</i>	Canastero
	<i>Geositta punensis</i>	Caminera
	<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>	Bandurria pico recto
Columbidae	<i>Metriopelia aymara</i>	Paloma dorada
Thraupidae	<i>Phrygilus plebejus</i>	Yal chico
	<i>Phrygilus atriceps</i>	Comesebo cabeza negra*
	<i>Phrygilus fruticeti</i>	Yal negro
	<i>Phrygilus unicolor</i>	Yal plumizo
Emberizidae	<i>Sicalis uropygialis</i>	Jilguero cara gris
	<i>Sicalis lutea</i>	Jilguero puneño

Nota:

* indica las especies detectadas únicamente en la Vega Archibarca.

El análisis de acumulación de especies correspondiente al muestreo de aves reveló gráficamente que, si bien la curva no se estabilizó en su porción final, sí mostró una tendencia desacelerada de acumulación, una leve horizontalización total en su final (Figura 13). El valor del estimador de riqueza utilizado indica una existencia (teórica) de 13 especies de aves con lo cual, al haber detectado empíricamente 10 especies la eficiencia del presente muestreo alcanza el 76,9% (ver detalle en Figura 13).

Con esto se resalta la calidad del muestreo para este monitoreo aunque hay que realizar algunas consideraciones al respecto. En zonas como estas los valores de riqueza pueden alcanzar hasta 15-25 especies en época de verano, donde las temperaturas son más benignas y existe mayor disponibilidad de alimento (Cajal 1998a). Los ambientes altoandinos son fuertemente estacionales con marcadas épocas "favorables" y "desfavorables" (Halloy 1985) y en el período en que se realiza este monitoreo es una

transición entre ambas épocas. Las temperaturas aún son bajas en octubre y los vientos intensos lo que limita la actividad de algunas aves mientras que otras, tales como las migradoras, aún no arriban a esos lugares desde otras regiones. Por esto, una riqueza baja, aunque dentro de los valores esperables, es natural para esta época.

El esfuerzo de muestreo fue relativamente suficiente para esta época del año aunque en muestreos subsiguientes probablemente se requiera intensificarlo en la misma época con el objetivo de mejorar los valores de eficiencia, es decir superar el 80%. Los análisis deben acompañarse con un nuevo monitoreo para confirmar los datos y complementar la información de diversidad de aves.

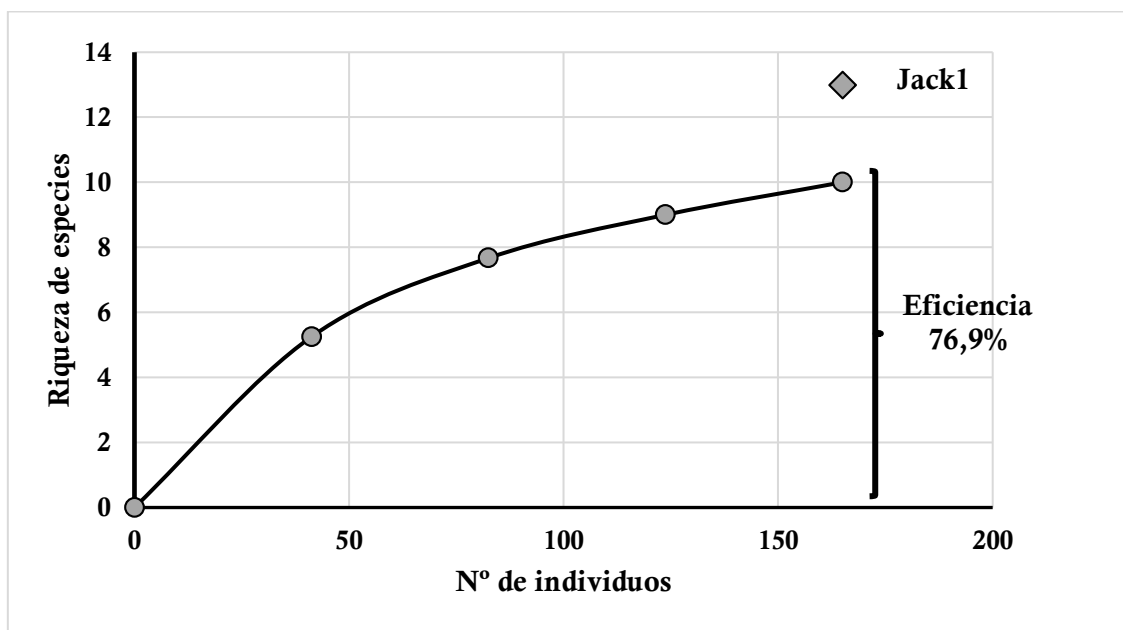


Figura 13. Gráfico de acumulación de especies. Se detalla el nivel de eficiencia que alcanzó el muestreo respecto al estimador de riqueza Jack1.

3.4.1.2 Muestreos sistemáticos

Con la realización de 24 puntos de conteo que sumaron 240 minutos de observación se avistaron 165 aves de 10 especies. Se detectaron sensiblemente más aves en horas de la mañana, cuando se observaron 90 individuos, mientras que en horas de la tarde se observaron 75. El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') fue de 1.74.

En la zona Este se detectaron siete especies con un índice de diversidad (Shannon H') de 1,32. Una sola especie fue dominante, *Geositta punensis*, que representó el 64,3 % de todos los individuos observados. Esta es una de las especies más comunes por su distribución que abarca la región del altiplano andino desde el sur de Perú hasta Catamarca en el noroeste de Argentina (Ridgely y Tudor 2009). En Jujuy es una especie típica de zonas altiplánicas donde es residente a lo largo de todo el año y de las más abundantes y activas (de la Peña, 2016). De las demás especies se registraron

pocos individuos, entre 1 y 3 (Tabla 6). *Metriopelia aymara* es una de las especies endémicas junto con *G. punensis*, *Ochetorhynchus ruficaudus*, *Phrygilus plebejus* y *Thinocorus rumicivorus* y, por ende, constituyen especies de valor de conservación (de la Peña 2016).

Tabla 6. Resumen de los parámetros poblacionales estimados en la zona Este del Salar (transectas 2 y 4).

Riqueza (S)	7
Diversidad Alfa	1,83
Shannon H'	1,32

Zona Este	Mañana	Tarde	Abundancias	Promedio
<i>Geositta punensis</i>	16	2	18	3,50
<i>Sicalis uropygialis</i>	3		3	0,50
<i>Metriopelia aymara</i>	2		2	0,33
<i>Phrygilus plebejus</i>	2		2	0,33
<i>Agriornis montana</i>	1		1	0,17
<i>Asthenes modesta</i>	1		1	0,17
<i>Phrygilus fruticeti</i>		1	1	0,17
Total general	25	3	28	

En sector opuesto del salar, se detectaron nueve especies siendo el índice de diversidad $H' = 1,7$, un poco mayor que en el sector Este (Tabla 7). La diversidad alfa determinada por el promedio de las riquezas específicas de cada punto de observación si fue mayor que la observada en la zona Este. En este caso se detectaron en total 137 individuos, cinco veces más aves que en el Este, que mayormente se registraron en horas de la tarde. Al Oeste, la especie dominante fue *Phrygilus plebejus* que, por tratarse de una especie gregaria (que se agrupa en bandadas) el avistaje de una bandada elevó notablemente sus abundancias relativas. En orden de abundancias, siguieron *M. aymara*, *G. punensis* y *Sicalis uropygialis*, lo que demuestra ciertas diferencias en la organización de los ensambles a ambos lados del salar Cauchari. *Metriopelia aymara* y *Sicalis uropygialis* son especies típicas de la región y, según algunos autores, de las más comúnmente registradas en estos ambientes (Cajal 1998a).

Tabla 7. Resumen de los parámetros poblacionales estimados en la zona Oeste del Salar (transectas 1 y 5).

Riqueza (S)	9
Diversidad Alfa	3,83
Shannon H'	1,7

Zona Oeste	Mañana	Tarde	Abundancias	Promedio
<i>Phrygilus plebejus</i>	26	20	46	7,7
<i>Metriopelia aymara</i>	14	12	26	4,3
<i>Geositta punensis</i>	17	6	23	3,8
<i>Sicalis uropygialis</i>	3	20	23	3,8
<i>Sicalis lutea</i>		13	13	2,2
<i>Phrygilus fruticeti</i>	2		2	0,3
<i>Phrygilus unicolor</i>	2		2	0,3
<i>Asthenes modesta</i>		1	1	0,2
<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>	1		1	0,2
Total general	65	72	137	

En el sector de la Vega Archibarca se registraron 53 individuos pertenecientes a siete especies de aves (Tabla 8). Nuevamente, predominó en términos de abundancias *G. punensis*, aunque en este sitio se incorporaron especies no registradas en los puntos de conteos, como *Lessonia oreas*, *Lophonetta specularioides* y *Calidris bairdii* (Tabla 8). Las dos últimas justamente son especies vinculadas a ambientes acuáticos y han sido registradas en estos sitios anteriormente. Este sitio representa un lugar interesante por constituir un humedal y por ende aportar a la heterogeneidad ambiental y con especies que incrementan la diversidad de la zona (Figura 14).

Tabla 8. Lista de especies y abundancias de aves registradas en el sitio Vega Archibarca.

Especies	Abundancias
<i>Geositta punensis</i>	19
<i>Lessonia oreas</i>	12
<i>Phrygilus plebejus</i>	10
<i>Sicalis uropygialis</i>	4
<i>Lophonetta specularioides</i>	3
<i>Phrygilus atriceps</i>	3
<i>Calidris bairdii</i>	2



Figura 14. Vega Archibarca. Sitio donde se registraron diferentes aves acuáticas de importancia.

Respecto a los datos obtenidos para aves fuera de las transectas y en forma no sistemática se pudieron observar 103 individuos de siete especies. Con estos registros se incorporaron tres especies adicionales, *Rhea pennata*, *Thinocorus rumicivorus* y *Speotyto cunicularia*. Además, se observaron especies ya contabilizadas en los otros sitios, como *Metriopelia aymara*, *Geositta punensis*, *Phrygilus plebejus* y *Sicalis uropygialis* (Ver Anexo Flora).

3.4.1.3 Relevamiento de mamíferos

El monitoreo de fauna se realizó en cuatro transectas (T1, T2, T4 y T5, en Figura 1) coincidentes con las transectas de aves y las parcelas permanentes de vegetación en torno a la zona de influencia directa del proyecto. El diseño fue realizado a los fines de concentrar información íntimamente relacionada y de optimizar recursos disponibles. En estas se midieron las diferentes variables de respuesta y se estimaron los parámetros establecidos en la metodología. En esta sección se reporta también las observaciones de otros vertebrados identificados en el presente monitoreo.

En el presente monitoreo se registraron tres especies de mamíferos (Tabla 9). Estos fueron identificados mediante avistaje directo con el método de recorridas. La riqueza de mamíferos no fue elevada en relación a lo reportado por otros estudios en esta región Cajal et al. (1998b) reportó diez especies para la zona que rodea Laguna de los Pozuelos. En la realización de los monitoreos se considera que por diversas causas (sistema de registro, esfuerzo de muestreo y otros imponderables), no todas las especies realmente presentes pueden ser registradas. En el presente caso las especies registradas

coinciden con las previamente detectadas en monitoreos anteriores siendo incluso similar la riqueza a la observada en el monitoreo de octubre del año previo.

Tabla 9. Mamíferos identificados en el monitoreo. El asterisco indica las especies más probables de roedores registrados por medios indirectos (huellas).

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Rodentia	Ctenomyidae	<i>Ctenomys opimus</i>	Tojo
	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i> *	Ratón vientre blanco
		<i>Eligmodontia hirtipes</i> *	Laucha colilarga
Carnivora	Canidae	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Zorro colorado
Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña

Las abundancias de mamíferos observados no permiten, en este caso, realizar un análisis más profundo, aunque se pueden realizar algunos comentarios al respecto. Se avistaron *Ctenomys opimus* en la zona Oeste solamente, en horas de la mañana, cuando estos animales se ubican en la entrada de sus madrigueras para tomar sol (Tabla 10). Sin embargo, la cantidad de rastros indirectos de presencia, cuevas para el caso, contabilizados de esta especie fue mayor en la zona Este donde hubo 102 cuevas versus las 75 del Oeste (Tabla 11). Lo mismo ocurrió con las vicuñas (*Vicugna vicugna*) que solo fueron avistadas visualmente en la zona Oeste aunque la zona contraria también presentó rastros.

Especies como el zorro (*Pseudalopex culpaeus*) son comunes y siempre están presentes en la zona, aunque no sean avistadas directamente sino por rastros como huellas o heces como fue el caso de este monitoreo.

Los roedores son de los mamíferos más comunes en la zona, aunque rara vez se avistan durante el día. A pesar de esto, se registraron numerosos rastros de estos en las recorridas y se estima que se trata de dos especies más probablemente *Akodon albiventer* y *Eligmodontia hirtipes*, que constituyen las especies avistadas en monitoreos anteriores.

Tabla 10. Avistaje de vertebrados en el monitoreo según la zona considerada.

Especies	Oeste		Este		Total general
	1	5	2	4	
<i>Ctenomys opimus</i>	4				4
<i>Liolaemus ornatus</i>	5	2	2	2	11
<i>Vicugna vicugna</i>	11				11
Total general	20	2	2	2	26

Tabla 11. Resumen de rastros indirectos registrados en las zonas de las diferentes transectas.

Sitio	Rastros	Especies	Cantidad
T1	Cuevas	<i>Ctenomys opimus</i>	94
	Huellas	<i>ratones</i>	30
	Fecas	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	1
	Huellas	<i>Vicugna vicugna</i>	1
T5	Huellas	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	1
	Cuevas	<i>Ctenomys opimus</i>	8
	Restos	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	1
	Nidos	---	1
T2	cuevas	<i>Ctenomys opimus</i>	62
	Heces	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	3
	Heces	<i>Vicugna vicugna</i>	1
	Restos	<i>Vicugna vicugna</i>	2
T4	Huellas	<i>Vicugna vicugna</i>	1
	Huellas	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	1
	Cuevas	<i>Ctenomys opimus</i>	13

Las vicuñas prefieren ambientes abiertos (Cajal 1998b) como sitios de forrajeo siendo común verlas en las estepas arbustivas y pajonales de Cauchari. Si bien en el estudio sistemático sólo se contabilizaron 11 individuos, fuera de este se observaron más de 100 individuos, específicamente 104 individuos (Tabla 12). Nueve grupos fueron avistados, seis de estos fueron grupos familiares integrados por entre 1 y 3 teques (crías). Los demás, fueron tropillas de machos solteros que, por el tipo de comportamiento, se agrupan para deambular por la zona. El rango de integrantes de los grupos varió entre 4 y 36 individuos que fueron observados mayormente al norte del Salar Cauchari, en la zona de las transectas 1 y 2 (Figura 15). No se detectó restos de vicuñas muertas lo cual podría tomarse como un buen indicador de las prácticas de conservación tomadas en la zona. Las vicuñas constituyen uno de los grupos por los cuales la Reserva Olaroz-Cauchari fue creada y es una de las figuras de fauna emblemática de la zona.

Tabla 12. Conteos de grupos de vicuñas y composición.

Grupos	Cantidad	Composición
1	5	4+1 teque
2	4	3+1 teque
3	7	6+1 teque
4	12	9+3 teques
5	6	5+1 teque
6	7	no identificado

Grupos	Cantidad	Composición
7	9	8+1 teque
8	36	tropilla
9	18	tropilla



Figura 15. Grupos de vicuñas observados en la zona norte del Salar Cauchari.

Entre otros vertebrados registrados se puede mencionar la presencia de lagartijas. En este caso los individuos avistados corresponden a la especie *Liolaemus ornatus*, que estuvo presente en todos los sitios de muestreo. Se trata de una de las especies endémicas de esta región (Díaz Gómez 2007), es diurna, principalmente herbívora, aunque posee tendencias omnívoras y llamativamente tiene modo de reproducción vivíparo (Abdala y Lobo 2006). Estas lagartijas son comunes en la zona y las temperaturas benignas de los días de trabajo hicieron que sean fácilmente observadas por su notable actividad.

El grupo de los artrópodos también fue registrado, aunque no sistemáticamente debido a las dificultades que este presenta en cuanto a su identificación. Sin embargo, se tomó nota de la presencia de dípteros (moscas), himenópteros (avispa, abejas y hormigas), coleópteros (escarabajos) y arañas a lo largo de los recorridos (Ver Anexo Artropodos). Los artrópodos resultan un grupo indicador interesante para tomar en cuenta a monitorear por la pronta respuesta que tienen a ciertos impactos humanos. Se recomienda incorporarlos como un grupo focal a evaluar con una metodología adecuada.

3.5 CONCLUSIONES

El monitoreo se realizó en el mes de octubre respetando las fechas planificadas para el mismo. Los valores de los parámetros estimados para estudiar la vegetación y la fauna mostraron niveles acordes a los reportados para sitios similares por las publicaciones citadas. Estos mostraron variaciones leves respecto al último monitoreo (aunque ver explicación más abajo) que bien se pueden relacionar con los cambios naturales del sistema y no con cambios por un efecto antrópico. La vegetación en el lugar se mantuvo estable en términos de diversidad aunque, el incremento de una transecta adicional, incrementó notablemente las abundancias observadas aunque la riqueza aumentó relativamente poco. Los parámetros estimados para la fauna tuvieron un comportamiento similar, con aumentos importantes en las abundancias observadas aunque sin cambios en la diversidad. Con esto se puede inferir que no se hubo modificaciones en la estructura del ensamble de especies de las comunidades vegetales y de la fauna en la zona de monitoreo.

La metodología para el muestreo tanto de fauna como de vegetación fue modificada en este monitoreo en el marco de un proceso dinámico y adaptativo con el fin de aumentar la detección de especies, balancear el esfuerzo y optimizar el trabajo de campo. Por este motivo, los datos del presente monitoreo no son comparativamente equivalentes a los obtenidos en los anteriores. A pesar de esto, en la siguiente tabla donde se resumen los parámetros, se puede ver la evolución de los parámetros a lo largo del proceso adaptativo de la metodología de monitoreo. Si bien algunos parámetros (abundancias y riqueza) aumentaron, otros se mantuvieron (diversidad H') y otros mostraron fluctuaciones. El proceso adaptativo metodológico continúa bajo análisis en función de determinar el mejor balance entre el esfuerzo de muestreo y los niveles aceptables de detección de cambios en los parámetros en la zona.

		Parámetros	Abril 2017	Octubre 2017	Abril 2018	Octubre 2018
VEGETACIÓN		Abundancias	70 individuos	42 individuos	114 individuos	971 individuos
		Riqueza	12 especies	13 especies	15 especies	18 especies
		Índice de diversidad (H')	1,41	1,7	2,04	1,85
		Cobertura de vegetación *	12,95%	12,95%	24,1%	11,1%
		Altura*	----	----	----	2,2 cm
FAUNA	Aves	Abundancias	152	143	104	165
		Riqueza	7	10	10	10
		Índice de diversidad (H')	1,28	1,77	1,39	1,74
	Mamíferos	Abundancias	97 individuos	111 individuos	148 individuos	26 individuos
		Riquezas	3 especies	2 especies	5 especies	3 especies

* Valor promedio

CAPÍTULO 4 - MONITOREO DE AGUA

4.1 INTRODUCCIÓN

La campaña de monitoreo de calidad de agua se llevó a cabo el día 18 de octubre de 2018, la ubicación de los sitios se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 13. Coordenadas de los sitios de monitoreo de las muestras de agua (Octubre 2018).

Identificación	Lugar	Coordenadas GK	
		X	Y
CAU 001 MA-AG-ARCH	Vega Archibarca	3412922,0823	7388055,1480
CAU 001 MA-AG-CAMP	Campamento/Agua para servicios domésticos	3419794,8425	7367554,1715
CAU 001 MA-AG-OLAC	Rio Olacapato	3427216,4288	73301570,9190

4.2 MUESTREO

El muestreo fue realizado por personal del Laboratorio INDUSER SRL y se ejecutó en base a los lineamientos de las siguientes normas:

- ISO 5667-1 / IRAM 29012-1 / IRAM 29012-2 – Directivas generales para el diseño de programas de muestreo y técnicas de muestreo.
- ISO 5667-3 / IRAM 29012-3 – Guía para la preservación y manipuleo de las muestras.
- ISO 5667-5 / IRAM 29012-5 – Guía sobre el muestreo de aguas potables y aguas utilizadas para el proceso de alimentos y bebidas
- ISO 5667-6 / IRAM 29012-6 – Directivas para el muestre en ríos y cursos de agua.
- ISO 5667-14 / IRAM 29012-14 – Directivas sobre el aseguramiento de la calidad del muestreo y manipulación de agua.

Con estos procedimientos se asegura que la muestra mantendrá, al momento del ingreso al laboratorio, su identificación, preservación de analitos y representatividad.

Durante la toma de muestras se utilizaron los siguientes elementos de protección:

- Ropa de Trabajo.
- Calzado de Seguridad (Botines y/o Botas de Goma).
- Protector Ocular.
- Guantes de látex (descartables) o nitrilo.

La toma de las muestras se realizó desde el punto de muestreo. Se utilizó una jarra, la cual fue enjuagada antes de llenar los envases del set de muestreo. Cada envase fue rotulado y guardado en conservadora para asegurar la cadena de frío hasta su envío al laboratorio; finalmente se elaboró la cadena de custodia, que acompañó las muestras hasta su ingreso al laboratorio.

4.3 PARÁMETROS ANALIZADOS

Los parámetros analizados corresponden a los detallados en el Anexo V, Tabla 1 “Fuentes de agua para Bebida Humana”, Tabla 5 “Para Irrigación” y Tabla 6 “Para Bebida de Ganado”, del Decreto N° 5772 de la provincia de Jujuy, con las que se compararon las muestras analizadas

Para las aguas superficiales, además de la medición de caudal, se determinaron los analitos que se detallan en la siguiente Tabla:

Tabla 14. Parámetros analizados para agua superficial.

Parámetro	Método	Unidad
pH	SM 4500-H B Ed. 23 (#)	UpH
Sólidos Disueltos Totales 180 °C	SM 2540 C Ed. 23 (#)	µg/l
Oxígeno Disuelto	SM 4500-O G Ed. 23 (#)	µg/l
Aluminio	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Antimonio	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Arsénico	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Bario	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Berilio	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Boro	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Cadmio	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Cianuro Total	SM 4500-CN C/E Ed. 22 (#)	µg/l
Zinc	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Cobalto	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Cobre	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Cromo Total	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Cromo Hexavalente	EPA 7196 A	µg/l
Fluoruro	SM 4110 B Ed. 23 (#)	µg/l
Mercurio	EPA 7470 A	µg/l
Molibdeno	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Níquel	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Nitrato	SM 4110 B Ed. 23 (#)	µg/l
Nitrito	SM 4500-NO2 B Ed. 23 (#)	µg/l
Paladio	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Plata	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Plomo	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Selenio	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Uranio	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Vanadio	EPA 3015 A/6020 B	µg/l

Parámetro	Método	Unidad
Hidrocarburos Totales de Petróleo	EPA 418.1	µg/l
Calcio	ISO 14911: 1998	µg/l
Sodio	ISO 14911: 1998	µg/l
Magnesio	ISO 14911: 1998	µg/l
Potasio	ISO 14911: 1998	µg/l
Cloruro	SM 4110 B Ed. 23 (#)	µg/l
Alcalinidad de Carbonato	SM 2320 B Ed. 22 (#)	µg/l
Alcalinidad de Bicarbonato	SM 2320 B Ed. 22 (#)	µg/l
Sulfato	SM 4110 B Ed. 23 (#)	µg/l
Conductividad a 25 °C	SM 2510 B Ed. 23 (#)	µS/cm

Mientras que para el agua de campamento, la cual se utiliza para tareas de limpieza y servicios sanitarios, se determinaron los parámetros que se informan a continuación:

Tabla 15. Parámetros analizados para agua subterránea (campamento).

Parámetro	Metodología	Unidad
pH	SM 4500-H B Ed. 23 (#)	UpH
Sólidos Disueltos Totales 180 °C	SM 2540 C Ed. 23 (#)	µg/l
Oxígeno Disuelto	SM 4500-O G Ed. 23 (#)	µg/l
Aluminio	EPA 6020 B	µg/l
Antimonio	EPA 6020 B	µg/l
Arsénico	EPA 6020 B	µg/l
Bario	EPA 6020 B	µg/l
Berilio	EPA 6020 B	µg/l
Boro	EPA 6020 B	µg/l
Cadmio	EPA 6020 B	µg/l
Cianuro Total	SM 4500-CN C/E Ed. 22 (#)	µg/l
Zinc	EPA 6020 B	µg/l
Cobalto	EPA 6020 B	µg/l
Cobre	EPA 6020 B	µg/l
Cromo	EPA 6020 B	µg/l
Cromo Hexavalente	EPA 7196 A	µg/l
Fluoruro	SM 4110 B Ed. 23 (#)	µg/l
Mercurio	EPA 7470 A	µg/l
Molibdeno	EPA 6020 B	µg/l
Níquel	EPA 6020 B	µg/l
Nitrato	SM 4110 B Ed. 23 (#)	µg/l
Nitrito	SM 4500-NO2 B Ed. 23 (#)	µg/l
Paladio	EPA 6020 B	µg/l
Plata	EPA 6020 B	µg/l
Plomo	EPA 6020 B	µg/l
Selenio	EPA 6020 B	µg/l
Uranio	EPA 6020 B	µg/l
Vanadio	EPA 6020 B	µg/l
Hidrocarburos Totales de Petróleo	EPA 418.1	µg/l
Calcio	ISO 14911: 1998	µg/l

Parámetro	Metodología	Unidad
Sodio	ISO 14911: 1998	µg/l
Magnesio	ISO 14911: 1998	µg/l
Potasio	ISO 14911: 1998	µg/l
Cloruro	SM 4110 B Ed. 23 (#)	µg/l
Alcalinidad de Carbonato	SM 2320 B Ed. 22 (#)	µg/l
Alcalinidad de Bicarbonato	SM 2320 B Ed. 22 (#)	µg/l
Sulfato	SM 4110 B Ed. 23 (#)	µg/l
Conductividad a 25 °C	SM 2510 B Ed. 23 (#)	
Bacterias Aerobias Totales	SM 9215 B Ed. 23 (#)	
Bacterias Coliformes Totales	SM 9221 B/C Ed. 22 (#)	
Bacterias Coliformes Fecales	SM 9221 B/C/E Ed. 22 (#)	
Pseudomonas aeruginosa	SM 9213 E Ed. 22 (#)	

4.4 RESULTADOS

4.4.1. Vega Archibarca

Como se mencionó, se realizó una extracción de muestra de agua en el arroyo formado por Vega Archibarca (CAU-001 MA-AG-ARCH), sobre la ruta N 52. En las siguientes fotografías se observan las tareas de toma de muestra con el veedor de Jama y medición de caudal.

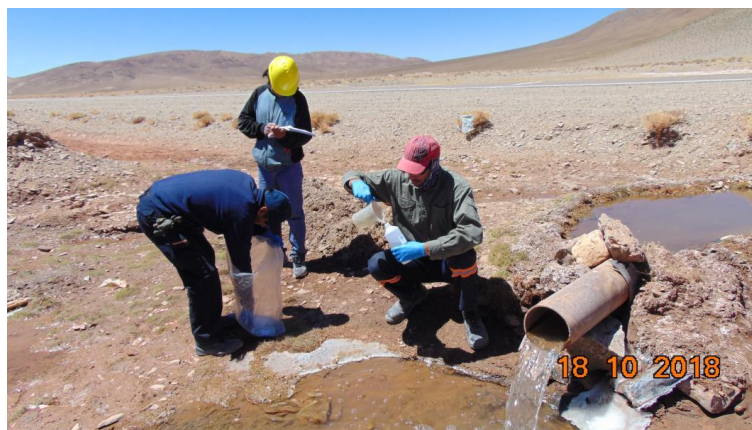


Figura 16. Toma de muestra de agua en Vega Archibarca (a la vera de la ruta N° 52).



Figura 17. Medición de ancho del curso.



Figura 18. Medición del flujo del curso.

En la siguiente tabla se detallan los valores obtenidos en los monitoreos previos y los de este periodo. Se observa claramente que se ha aumentado la cantidad de analitos monitoreados, incluyendo Hidrocarburos Totales.

Tabla 16. Resultado de los análisis de agua en Vega Archibarca.

Parámetro	Unidad	12/4/2017	9/10/2017	17/4/2018	18/10/2018
pH	UpH	7,7	8,3	8	7,7
Sólidos Disueltos Totales 180 °C	µg/l	2380000	2440000	2620000	3288000
Oxígeno Disuelto	µg/l				2180
Aluminio	µg/l				530
Antimonio	µg/l				< 10
Arsénico	µg/l				64
Bario	µg/l				< 100
Berilio	µg/l				< 0,039
Boro	µg/l				77400
Cadmio	µg/l				< 0,2
Cianuro Total	µg/l	<10	No detectado	No detectado	< 10
Zinc	µg/l	<20	<20	<20	40

Parámetro	Unidad	12/4/2017	9/10/2017	17/4/2018	18/10/2018
Cobalto	µg/l				< 5
Cobre	µg/l	8	53	5	4
Cromo Total	µg/l				< 2
Cromo Hexavalente	µg/l	<10	<10	<10	< 10
Fluoruro	µg/l	1000	<1000	1000	< 2500
Mercurio	µg/l				< 0,001
Molibdeno	µg/l				< 10
Níquel	µg/l	<10	<10	<10	< 10
Nitrato	µg/l				< 5000
Nitrito	µg/l				< 20
Paladio	µg/l				< 10
Plata	µg/l				< 0,1
Plomo	µg/l	<1	<1	18	6
Selenio	µg/l				< 10
Uranio	µg/l				< 1
Vanadio	µg/l				< 50
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/l				< 500
Calcio	µg/l				155000
Sodio	µg/l				432000
Magnesio	µg/l				36600
Potasio	µg/l				23700
Cloruro	µg/l				510000
Alcalinidad de Carbonato	µg/l				Ausencia
Alcalinidad de Bicarbonato	µg/l				263000
Sulfato	µg/l				479000
Conductividad a 25 °C	µS/cm				3080
Caudal	m³/h				11,4

La Vega Archibarca tiene un pH levemente alcalino (8 UpH) y una conductividad de 3080 µS/cm. El valor de Plomo disminuyó desde el monitoreo anterior (18 a 6 µg/l), sin embargo no puede emitirse conclusión alguna de los valores obtenidos ya que no existen datos suficientes para conocer si existe una tendencia estacional.

Los valores obtenidos fueron comparados con las Tabla 1 “Fuentes de agua para Bebida Humana”, Tabla 5 “Para Irrigación” y Tabla 6 “Para Bebida de Ganado”, del Decreto N° 5772 de la provincia de Jujuy; de los resultados se obtiene que los Sólidos Totales Disueltos se encuentran por sobre los límites de las tablas, mientras que el Boro excede los valores de referencia para Irrigación y Bebida de ganado y el Aluminio excede los valores para uso como agua de bebida humana.

De acuerdo al Diagrama de Piper, el agua de Vega Archibarca puede caracterizarse como Tipo Clorurada Sódica (ver Figura 19).

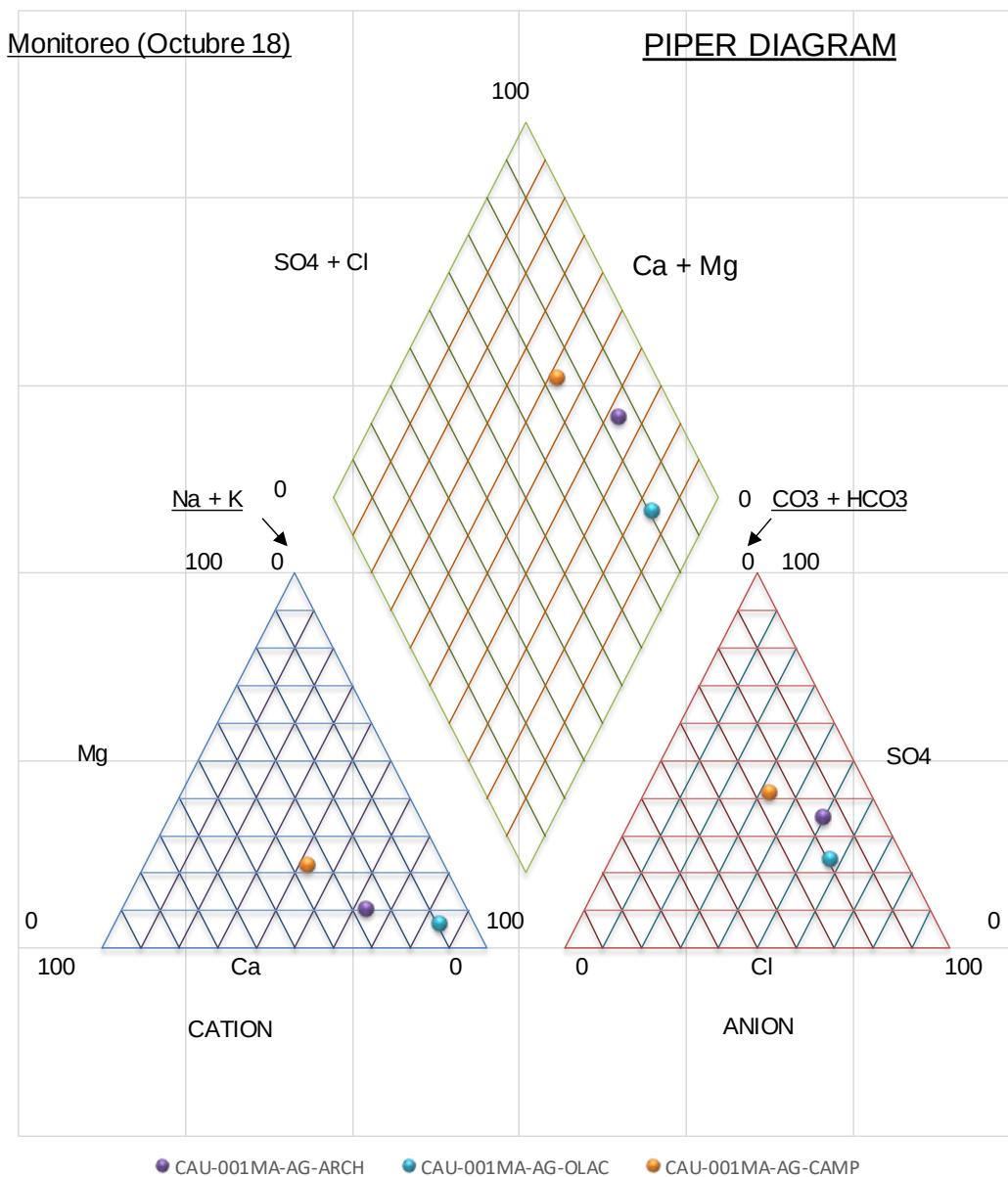


Figura 19. Diagrama de Piper para las muestras de Vega Archibarca, Rio Tocomar y Campamento.

4.4.2. Rio Tocomar

La muestra denominada CAU-001 MA-AG-OLAC fue extraída del Rio Tocomar, en la siguiente tabla se detallan los valores obtenidos en los monitoreos previos y los de este periodo. Se observa claramente que se ha aumentado la cantidad de analitos monitoreados, incluyendo Hidrocarburos Totales.

Tabla 17. Resultado de los análisis de agua en Rio Tocomar.

Parámetro	Unidad	12/4/2017	9/10/2017	17/4/2018
pH	UpH	8,9	8	8,5
Sólidos Disueltos Totales 180 °C	µg/l	2.590.000	1.360.000	1.728.000
Oxígeno Disuelto	µg/l			1840
Aluminio	µg/l			17400
Antimonio	µg/l			< 10
Arsénico	µg/l			596
Bario	µg/l			110
Berilio	µg/l			1,5
Boro	µg/l			29100
Cadmio	µg/l			0,8
Cianuro Total	µg/l	No detectado	No detectado	< 10
Zinc	µg/l	<20	60	50
Cobalto	µg/l			8
Cobre	µg/l	67	7	10
Cromo Total	µg/l			8
Cromo Hexavalente	µg/l	<10	<10	< 10
Fluoruro	µg/l	2100	3100	< 2500
Mercurio	µg/l			< 1
Molibdeno	µg/l			< 10
Níquel	µg/l	<10	41	32
Nitrato	µg/l			< 5000
Nitrito	µg/l			< 20
Paladio	µg/l			< 10
Plata	µg/l			< 0,1
Plomo	µg/l	<1	25	23
Selenio	µg/l			< 10
Uranio	µg/l			< 1
Vanadio	µg/l			< 50
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/l			< 500
Calcio	µg/l			43500
Sodio	µg/l			466000
Magnesio	µg/l			18000
Potasio	µg/l			44300
Cloruro	µg/l			452000
Alcalinidad de Carbonato	µg/l			52000
Alcalinidad de Bicarbonato	µg/l			258000
Sulfato	µg/l			251000
Conductividad a 25 °C	µS/cm			2710
Caudal	m³/h			43

< menor a: el valor corresponde al límite de detección de los equipos de laboratorio. Por lo tanto, la concentración del elemento se encuentra entre 0 y el valor del LD del equipo.

En función de los valores obtenidos, se puede decir que el Rio Tocomar posee un pH alcalino (8,5 UpH) y una conductividad de 2710 µS/cm. El valor de Plomo disminuyó desde el monitoreo anterior (25 a 23 µg/l), al igual que los valores de Níquel (41 a 32 µg/l) y Zinc (60 a 50 µg/l); sin embargo, no puede emitirse conclusión alguna de los valores

obtenidos ya que no existen datos suficientes para conocer si existe una tendencia estacional. De acuerdo al Diagrama de Piper, el agua del Rio Tocomar puede caracterizarse como Tipo Clorurada Sódica (ver Figura 19).

Los valores obtenidos fueron comparados con las Tabla 1 “Fuentes de agua para Bebida Humana”, Tabla 5 “Para Irrigación” y Tabla 6 “Para Bebida de Ganado”, del Decreto N° 5772 de la provincia de Jujuy; de los resultados se obtiene que:

- Para uso como bebida humana, el Rio Tocomar se excede en los siguientes parámetros: Aluminio, Arsénico, Berilio, Fluoruro y Niquel.
- Para Irrigación, el agua del Rio Tocomar, se excede en los parámetros Aluminio y Fluoruro
- Para Bebida de Ganado, los parámetros que exceden la normativa mencionada son Aluminio, Arsénico, Boro y Fluoruro.

4.4.3. Campamento El Porvenir

Se extrajo agua del Campamento El Porvenir (CAU-001 MA-AG-CAMP), la cual proviene de un pozo somero ubicado en el mismo sector del campamento. El agua es utilizada en los sanitarios y para limpieza de pisos.

Tabla 18. Resultado de los análisis de agua en Campamento.

Parámetro	Unidad	12/4/2018	20/9/2017	18/4/2018	18/10/2018
pH	UpH	7,7	7	8,3	7,8
Sólidos Disueltos Totales 180 °C	µg/l	890000	760000	988000	868000
Oxígeno Disuelto	µg/l				2200
Aluminio	µg/l	<100	<1200	–	< 100
Antimonio	µg/l	<10	<1260	–	<10
Arsénico	µg/l	28	<2100	<10	< 0,010
Bario	µg/l	<500	<60	–	< 500
Berilio	µg/l	<0,5	<180	–	< 0,5
Boro	µg/l				< 200
Cadmio	µg/l	<0,5	<60	–	< 0,5
Cianuro Total	µg/l	<10	50	–	< 10
Zinc	µg/l	<50	<120	–	< 50
Cobalto	µg/l				< 5
Cobre	µg/l	<50	<180	–	< 50
Cromo	µg/l	6	<240	–	< 5
Cromo Hexavalente	µg/l	<10	-	–	< 10
Fluoruro	µg/l	700	484	<500	< 500
Mercurio	µg/l	<1	<600	–	< 1
Molibdeno	µg/l				< 10
Níquel	µg/l	<10	<600	–	< 10
Nitrato	µg/l	<5000	1655	6200	< 5000
Nitrito	µg/l	<20	<200	<20	< 20

Parámetro	Unidad	12/4/2018	20/9/2017	18/4/2018	18/10/2018
Paladio	µg/l				< 10
Plata	µg/l	<50	<420	–	< 50
Plomo	µg/l	<10	<1680	–	<10
Selenio	µg/l	<10	<3000	–	< 10
Uranio	µg/l	<10	<9000	–	< 10
Vanadio	µg/l				< 50
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/l	-	<20000	–	< 500
Calcio	µg/l				90,5
Sodio	µg/l				124
Magnesio	µg/l				34,2
Potasio	µg/l				6,2
Cloruro	µg/l				143
Alcalinidad de Carbonato	µg/l				Ausencia
Alcalinidad de Bicarbonato	µg/l				195
Sulfato	µg/l				245
Conductividad a 25 °C	µS/cm				1311
Bacterias Aerobias Totales	NMP				5200
Bacterias Coliformes Totales	NMP				< 1,1
Bacterias Coliformes Fecales	NMP				< 1,1
Pseudomonas aeruginosa	NMP				Ausencia

< menor a: el valor corresponde al límite de detección de los equipos de laboratorio. Por lo tanto, la concentración del elemento se encuentra entre 0 y el valor del LD del equipo.

Como se mencionó el agua no es utilizada para bebida humana, irrigación o bebida de ganado, sin embargo, siguiendo los lineamientos anteriores se comparan los valores obtenidos con las Tabla 1 “Fuentes de agua para Bebida Humana”, Tabla 5 “Para Irrigación” y Tabla 6 “Para Bebida de Ganado”, del Decreto N° 5772 de la provincia de Jujuy.

De esto se puede mencionar que los Solidos Totales disueltos exceden los valores de referencia. Por otro lado, los análisis bacteriológicos arrojan la presencia de Bacterias Aerobias Totales, para lo cual, la medida a implementar es la limpieza y desinfección del pozo y/o tanque de almacenamiento y distribución de agua.

Finalmente, de acuerdo al Diagrama de Piper, el agua del campamento puede caracterizarse como Tipo Sulfatada Cálcica Magnésica (ver Figura 19).

CAPÍTULO 5 - MONITOREO DE SALMUERA

5.1 INTRODUCCIÓN

Se extrajo una muestra de salmuera del Pozo 20 D, el día 18 de octubre de 2018, la ubicación del pozo se detalla en la siguiente tabla:

Cabe aclarar que los pozos de salmuera que posee la empresa no se encuentran en producción, es decir no poseen sistema de bombeo, por lo que la muestra fue extraída por medio de purga del pozo con obturadores (*Packer*) (ver **Figura 20** y **Figura 21**).

Tabla 19. Coordenadas del sitio de extracción de salmuera (Octubre 2018).

Identificación	Lugar	Coordenadas*	
		Este	Norte
CAU 001 MA-SLM-PZ20D	Pozo 20D	3420584.996	7385406.996



Figura 20. Equipo packer para extracción de muestra de salmuera.



Figura 21. Extracción de salmuera desde el pozo 20D.



Figura 22. Equipo de INDUSER, SOUTH AMERICAN SALARS y Veedores durante la extracción de muestra de salmuera.

5.2 MUESTREO

El muestreo fue realizado por personal del Laboratorio INDUSER SRL y se ejecutó en base a los lineamientos mencionados anteriormente.

5.3 PARÁMETROS ANALIZADOS

Los parámetros analizados corresponden a los detallados en el Anexo V, Tabla 1 “Fuentes de agua para Bebida Humana”, Tabla 5 “Para Irrigación” y Tabla 6 “Para Bebida de Ganado”, del Decreto N° 5772 de la provincia de Jujuy, sin embargo para este caso no se comparan con los valores mencionados debido a que la salmuera no se encuentra disponible para estos usos.

5.4 RESULTADOS

4.4.4. Pozo 20D

Como se mencionó, se realizó una extracción de muestra de salmuera en el Pozo 20D. A continuación, se presentan los resultados de los análisis de laboratorio de la muestra.

Tabla 20. Resultados de los análisis de salmuera -Pozo 20 D- (Octubre 2018).

Parámetro	Unidad	Valor
pH	UpH	7,1
Sólidos Disueltos Totales 180 °C	µg/l	310350000
Oxígeno Disuelto	µg/l	1040
Aluminio	µg/l	< 10000
Antimonio	µg/l	< 10000
Arsénico	µg/l	< 10000
Bario	µg/l	< 10000

Parámetro	Unidad	Valor
Berilio	µg/l	< 10000
Boro	µg/l	731000
Cadmio	µg/l	< 10000
Cianuro Total	µg/l	< 10,0
Zinc	µg/l	< 10000
Cobalto	µg/l	< 10000
Cobre	µg/l	< 10000
Cromo	µg/l	< 10000
Cromo Hexavalente	µg/l	< 10000
Fluoruro	µg/l	< 25000
Mercurio	µg/l	< 1000
Molibdeno	µg/l	< 10000
Níquel	µg/l	< 10000
Nitrato	µg/l	< 50000
Nitrito	µg/l	< 20
Paladio	µg/l	< 10000
Plata	µg/l	< 10000
Plomo	µg/l	< 10000
Selenio	µg/l	< 10000
Uranio	µg/l	< 10000
Vanadio	µg/l	< 10000
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/l	< 500
Calcio	µg/l	1645000
Sodio	µg/l	105430000
Magnesio	µg/l	1080000
Potasio	µg/l	4180000
Cloruro	µg/l	165800000
Alcalinidad de Carbonato	µg/l	Ausencia
Alcalinidad de Bicarbonato	µg/l	293000
Sulfato	µg/l	16450000
Litio	µg/l	642000
Hierro	µg/l	< 10000
Conductividad a 25 °C	µS/cm	> 200000

< menor a: el valor corresponde al límite de detección de los equipos de laboratorio. Por lo tanto, la concentración del elemento se encuentra entre 0 y el valor del LD del equipo.

El pH del Pozo 20D es neutro (UpH 7,1) y con una Conductividad mayor a 200000 µS/cm. Posee una concentración de Boro de 731.000 µS/cm. Por otro lado, la determinación de metales es menor al límite de detección del equipo utilizado.

CAPÍTULO 6 - MONITOREO DE SUELOS

6.1 INTRODUCCIÓN

Se realizaron muestreos de suelos en diferentes sectores del Proyecto, la ubicación de los sitios de monitoreo se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 21. Coordenadas de los sitios de muestreo de suelos (Octubre 2018).

Identificación	Lugar	Coordenadas GK	
		X	Y
CAU 001 MA-S-PZ 7 (COMPUESTA)	Plataforma Pozo 7 (no operativo)	3421284,655	7383912,8795
CAU 001 MA - S - PZ 19 (COMPUESTA)	Plataforma Pozo 19 (operativo)	3421780,058	7388241,4598
CAU 001 MA - S - C (COMPUESTA)	Campamento	3419862,085	7367478,0762
CAU 001 MA - S - PZ 27 (COMPUESTA)	Plataforma Pozo 27 (no operativo)	3427015,352	7375946,2872

6.2 MUESTREO

El muestreo fue realizado por personal del Laboratorio INDUSER SRL. La metodología seguida para la toma de muestras de suelos se denomina por “cuarteo”, que consiste en, una vez ubicado el punto de extracción de la muestra, se traza un cuadrado imaginario de 14 m de lado y se toma muestra en los diferentes vértices a las profundidades de 10cm, 20cm, 30cm y 40cm respectivamente. De este modo se obtiene una muestra compuesta, representativa del sitio.

6.3 PARÁMETROS ANALIZADOS

Los parámetros analizados corresponden a los detallados en el Anexo V, Tabla 7 “Niveles guía para Calidad de Suelos” del Decreto N° 5772 de la provincia de Jujuy.

Tabla 22. Parámetros analizados para suelos.

Parámetro	Método	Unidad
Antimonio	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Arsénico	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Bario	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Benceno	EPA 5021 A/8015 C	µg/g
Berilio	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Boro	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Cadmio	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Cianuro Libre (extraíble en medio alcalino)	EPA 9013 / EPA 9014	µg/g
Cianuro Total	EPA 9010 C/ 9014	µg/g
Zinc	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Cobalto	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Cobre Total	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Compuestos Fenólicos No Clorados	EPA 3550 C/ 8270 D	µg/g
Cromo	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Cromo Hexavalente	EPA 3060 A / 7196 A	µg/g
Estaño	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g

Parámetro	Método	Unidad
Fluoruro Soluble en Medio Acuoso	USDA LMM 4D2a2/ SM 4110 B(#)	µg/g
Mercurio	EPA 7471 B	µg/g
Molibdeno	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Níquel	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Plata	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Plomo	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Selenio	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Sulfuro Total	EPA 9030 B/ 9034	µg/g
Talio	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Vanadio	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Hidrocarburos Totales	EPA 3550 C/ 418,1	µg/g
Humedad	SM 2540 G Ed, 23 (#)	%p/p

6.4 RESULTADOS

4.4.5. Plataforma Pozo 7

La muestra denominada CAU 001 MA-S-PZ 7, fue extraída de la plataforma del Pozo 7, como puede observarse en las siguientes fotografías no es un área operativa.



Figura 23. Sitio de toma de muestra de suelo en P7.



Figura 24. Cuarteo de muestra de suelo.

En la siguiente tabla se detallan los resultados obtenidos del muestreo de suelos para el sector de referencia:

Tabla 23. Resultados de los análisis de suelos en Plataforma Pozo 7 (Octubre 2018).

Parámetro	Unidad	12/4/2017	9/10/2017	17/4/2018	22/10/2018
Antimonio	µg/g	<20,0	<20,0	<20,0	< 20,0
Arsénico	µg/g	12,8	<10	<10	13,4
Bario	µg/g	53,1	76,5	61,6	< 50,0
Benceno	µg/g	<0,05	<0,05	< 0,05	< 0,05
Berilio	µg/g	<1,0	<1,0	<1,0	< 1,0
Boro	µg/g	150	<2,0	<2,0	< 2,0
Cadmio	µg/g	<1,0	<1,0	<1,0	< 1,0
Cianuro Libre (extraíble en medio alcalino)	µg/g	<0,5	<0,5	<0,5	< 0,5
Cianuro Total	µg/g	<5,0	<5,0	<0,5	< 5,0
Zinc	µg/g	29,2	34,6	24,5	24,5
Cobalto	µg/g	<5,0	7	<5,0	< 5,0
Cobre Total	µg/g	8,2	10,2	16,8	6,1
Compuestos Fenólicos No Clorados	µg/g	<0,05	<0,05	<0,05	< 0,05
Cromo	µg/g	8,5	21,3	14,2	8,6
Cromo Hexavalente	µg/g	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0
Estaño	µg/g	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0
Fluoruro Soluble en Medio Acuoso	µg/g	<25,0	<25,0	<25,0	< 25,0
Mercurio	µg/g	<0,8	<0,8	<0,8	< 0,8
Molibdeno	µg/g	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0
Níquel	µg/g	7,1	13,1	10,3	6,3
Plata	µg/g	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0
Plomo	µg/g	-	-	-	< 20,0
Selenio	µg/g	<2,0	<2,0	<2,0	< 2,0
Sulfuro Total	µg/g	<50,0	<50,0	<50,0	< 50,0
Talio	µg/g	<1,0	<1,0	<1,0	< 1,0
Vanadio	µg/g	<100	<100	<100	< 100,0
Hidrocarburos Totales	µg/g	-	<50,0	<50,0	< 50,0
Humedad	%p/p	0,4	1,5	3,1	2,5

< menor a: el valor corresponde al límite de detección de los equipos de laboratorio. Por lo tanto, la concentración del elemento se encuentra entre 0 y el valor del LD del equipo.

Los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros legislados. Puede observarse que el Arsénico ha aumentado su concentración desde valores no detectables por la metodología hasta 13,8 µg/g, valor similar al obtenido en abril del 2017.

4.4.1. Plataforma Pozo 19

La muestra denominada CAU 001 MA-S-PZ 19, fue extraída de la plataforma del Pozo 19, el cual se encontraba en proceso de perforación.



Figura 25. Plataforma Pozo 19.

En la siguiente tabla se detallan los resultados obtenidos para esta muestra:

Tabla 24. Resultados de los análisis de suelos en Plataforma Pozo 19 (Octubre 2018).

Parámetro	Unidad	16/10/18
Antimonio	µg/g	< 20,0
Arsénico	µg/g	107,1
Bario	µg/g	102,6
Benceno	µg/g	< 0,05
Berilio	µg/g	< 1,0
Boro	µg/g	1590
Cadmio	µg/g	< 1,0
Cianuro Libre (extraíble en medio alcalino)	µg/g	< 0,5
Cianuro Total	µg/g	< 5,0
Zinc	µg/g	52,6
Cobalto	µg/g	7,9
Cobre Total	µg/g	18,5
Compuestos Fenólicos No Clorados	µg/g	< 0,05
Cromo	µg/g	19,7
Cromo Hexavalente	µg/g	< 5,0
Estaño	µg/g	< 5,0
Fluoruro Soluble en Medio Acuoso	µg/g	< 25,0
Mercurio	µg/g	< 0,8
Molibdeno	µg/g	< 5,0
Níquel	µg/g	14,2
Plata	µg/g	< 5,0
Plomo	µg/g	< 20,0
Selenio	µg/g	< 2,0
Sulfuro Total	µg/g	< 50,0
Talio	µg/g	< 1,0
Vanadio	µg/g	< 100,0
Hidrocarburos Totales	µg/g	< 50,0
Humedad	%p/p	9,6

< menor a: el valor corresponde al límite de detección de los equipos de laboratorio. Por lo tanto, la concentración del elemento se encuentra entre 0 y el valor del LD del equipo.

El Arsénico excede el valor de referencia del Decreto 5772, mientras que los demás parámetros se encuentran por debajo de los límites legislados. Los valores de Hidrocarburos totales se encuentran por debajo del límite de detección del equipo.

4.4.2. Campamento

La muestra denominada CAU 001 MA-S-C, fue extraída en el campamento El Porvenir. En la siguiente tabla se detallan los valores obtenidos en esta oportunidad:



Figura 26. Sitio de monitoreo de calidad de suelos en Campamento El Porvenir.

Tabla 25. Resultados de los análisis de suelos en Plataforma Pozo 19 (Octubre 2018).

Parámetro	Unidad	12/4/2017	9/10/2017	17/4/2018	16/10/2018
Antimonio	µg/g	<20,0	<20,0	<20,0	< 20,0
Arsénico	µg/g	17	17	19,1	17,1
Bario	µg/g	47,7	77,2	92,9	71,9
Benceno	µg/g	<0,05	<0,05	<0,05	< 0,05
Berilio	µg/g	<1,0	<1,0	<1,0	< 1,0
Boro	µg/g	2200	130	88,6	121
Cadmio	µg/g	<1,0	<1,0	<1,0	< 1,0
Cianuro Libre	µg/g	<0,5	<0,5	<0,5	< 0,5
Cianuro Total	µg/g	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0
Zinc	µg/g	47	50,2	27,6	42,9
Cobalto	µg/g	<5,0	6,8	7,2	5
Cobre	µg/g	11,5	16,5	14,5	14
Compuestos Fenólicos no Clorados	µg/g	<0,05	<0,05	<0,05	< 0,05
Cromo total	µg/g	<5,0	12,4	8,3	8,5
Cromo (+6)	µg/g	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0
Estaño	µg/g	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0
Fluoruro	µg/g	<25,0	<25,0	<25,0	< 25,0
Mercurio	µg/g	<0,8	<0,8	<0,8	< 0,8
Molibdeno	µg/g	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0
Níquel	µg/g	7,3	15,4	13,4	10,3
Plata	µg/g	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0
Plomo	µg/g	-	-	-	< 20,0
Selenio	µg/g	<2,0	<2,0	<2,0	< 2,0
Sulfuro	µg/g	<50,0	<50,0	<50,0	< 50,0
Talio	µg/g	<1,0	<1,0	<1,0	< 1,0
Vanadio	µg/g	<100	<100	<100	< 100,0
Hidrocarburos Totales	µg/g	-	<50,0	<50,0	< 50,0
Humedad	%p/p	9,8	7	9,5	6,5

< menor a: el valor corresponde al límite de detección de los equipos de laboratorio. Por lo tanto, la concentración del elemento se encuentra entre 0 y el valor del LD del equipo.

Los parámetros analizados se encuentran por debajo de los límites legislados, mientras que los valores de Hidrocarburos totales se encuentran por debajo del límite de detección del equipo.

4.4.3. Plataforma Pozo 27

La muestra denominada CAU 001 MA-S-PZ 27, fue extraída de la plataforma del Pozo 27.

Los valores obtenidos para los parámetros analizados se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 26. Resultados de los análisis de suelos en Plataforma Pozo 19 (Octubre 2018).

Parámetro	Unidad	17/10/2018
Antimonio	µg/g	< 20,0
Arsénico	µg/g	42,9
Bario	µg/g	< 50,0
Benceno	µg/g	< 0,05
Berilio	µg/g	< 1,0
Boro	µg/g	51,1
Cadmio	µg/g	< 1,0
Cianuro Libre (extraíble en medio alcalino)	µg/g	< 0,5
Cianuro Total	µg/g	< 5,0
Zinc	µg/g	29,1
Cobalto	µg/g	< 5,0
Cobre Total	µg/g	10,7
Compuestos Fenólicos No Clorados	µg/g	< 0,05
Cromo	µg/g	12,7
Cromo Hexavalente	µg/g	< 5,0
Estaño	µg/g	< 5,0
Fluoruro Soluble en Medio Acuoso	µg/g	< 25,0
Mercurio	µg/g	< 0,8
Molibdeno	µg/g	< 5,0
Níquel	µg/g	10,2
Plata	µg/g	< 5,0
Plomo	µg/g	< 20,0
Selenio	µg/g	< 2,0
Sulfuro Total	µg/g	< 50,0
Talio	µg/g	< 1,0
Vanadio	µg/g	< 100,0
Hidrocarburos Totales	µg/g	< 50,0
Humedad	%p/p	5,0

Los parámetros analizados se encuentran por debajo de los límites legislados, mientras que los valores de Hidrocarburos totales se encuentran por debajo del límite de detección del equipo.

CAPÍTULO 7 - MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE

7.1 INTRODUCCIÓN

Se realizaron muestreos de calidad de aire en tres sitios de acuerdo a lo detallado en la siguiente tabla:

Tabla 27. Coordenadas de los sitios de calidad de aire (Octubre 2018).

Identificación	Lugar	Coordenadas GK	
		X	Y
CAU- 001 MA -CA -PZ7	Plataforma Pozo 7 (no operativo)	3420430,2249	6719041,0825
CAU- 001 MA -CA -PZ19	Plataforma Pozo 19 (operativo)	3421916,1590	7369781,5384
CAU- 001 MA -CA -CAMP	Campamento	3419879,1206	7367468,9401

7.2 MUESTREO

El muestreo fue realizado por personal del Laboratorio INDUSER SRL.

Para el muestreo se utilizaron los siguientes equipos:

- Bomba detectora de gases marca “DRÄGER” modelo Accuro.
- Detector de gas monóxido de carbono marca “TESTO” modelo 317-3.

Mientras que la metodología utilizada se basó en las siguientes normas:

- Para Monóxido de Carbono – NIOSH 6604.
- Para Dióxido de Azufre – ASTM D 2914 (1995).
- Para Dióxido de Nitrógeno – ASTM D 3608 (1995).
- Para Plomo – ASTM D 4096 (1991) / EPA IO 3.1/3.5.
- Para Material Particulado PM10 – USA CFR 40 Parte 50 Ap.J.
- Para Material Particulado Total – ASTM D 4096 (1991).
- Para Ozono (Sustancias Oxidantes Expresadas como Ozono) – ASTM D 4490 (1996).
- Para Sulfuro de Hidrogeno – Azul metileno/SM 4500 S=D.

El equipamiento utilizado fue una bomba de alto caudal para las determinaciones de Material Particulado Total y plomo y una bomba de caudal medio para el muestreo del Material Particulado de 10 μ (PM10).

7.3 PARÁMETROS ANALIZADOS

Los parámetros analizados corresponden a los detallados en el Anexo V, Tabla 8 “Niveles guía para Calidad de Aire” del Decreto N° 5772 de la provincia de Jujuy.

Tabla 28. Parámetros analizados para calidad de aire.

Parámetro	Unidad	Método
Contaminantes medidos		
Sulfuro de hidrógeno	µg/m ³	Azul metileno (SM 4500 S=D)
Ozono	µg/m ³	ASTM D 4490 (1996)
Dióxido de nitrógeno	µg/m ³	ASTM D 3608 (1995)
Dióxido de azufre	µg/m ³	ASTM D 2914 (1995)
Amoníaco	µg/m ³	NIOSH 6015
Monóxido de carbono	µg/m ³	NIOSH 6604
Corte destilado de petróleo	µg/m ³	ASTM D 3686 (2013)/3687 (2007)
Material Particulado Total	µg/m ³	ASTM D 4096 (1991)
Material Particulado PM10	µg/m ³	USA CFR 40 Parte 50 Ap. J
Plomo	µg/m ³	EPA IO 2.1/ 3.1/ 3.5

7.4 RESULTADOS

7.4.1 Plataforma Pozo 7

Los resultados obtenidos para calidad de aire en la Plataforma del Pozo 7 se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 29. Parámetros obtenidos de calidad de aire para la muestra CAU 001 MA-CA-PZ 07.

Parámetro	Unidad	Periodo de Tiempo (min)	Limite Máximo Decreto 5772	20/4/2018	9/10/2017	17/4/2018	16/10/2018
Monóxido de Carbono	µg/m ³	1 hora	40000	< 1200	< 1200	< 1200	3600
		8 horas	10000				
Dióxido de Azufre	µg/m ³	1 hora	850	< 50	< 50	< 50	< 50
		24 horas	400				
		1 año	80				
Dióxido de Nitrógeno	µg/m ³	1 hora	400	< 50	<280	< 50	< 50
		24 horas	180				
		1 año	100				
Plomo	µg/m ³	3 meses	1,5	< 1	1	< 1	< 0,1
Material Particulado Fracción Respirable	µg/m ³	24 horas	150	< 50	< 50	< 50	< 50
		1 años	50				
Ozono	µg/m ³	1 hora	235	< 50	< 50	< 50	< 50
		8 horas	120				
Sulfuro de Hidrógeno	µg/m ³	30 minutos	8	< 8	< 8	< 8	< 5
Temperatura Ambiente	°C	—	15,4	16,2	8,8	23,8	15,4
Dirección del Viento	—	—					
Velocidad del Viento	km/h	—	variable	variable	variable	variable	variable
Humedad Relativa Ambiente	%	—					
Presión Atmosférica	hPa	—	6	7	6	10	6

< menor a: el valor corresponde al límite de detección de los equipos de laboratorio.

Todos los parámetros analizados cumplen con los límites establecidos en la normativa de referencia.

En la siguiente imagen se puede observar el equipo de monitoreo en el sector de referencia



Figura 27. Sitio de monitoreo de calidad de aire en PZ7.

7.4.2 Plataforma Pozo 19

Los resultados obtenidos para calidad de aire en la Plataforma del Pozo 19 se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 30. Parámetros obtenidos de calidad de aire para la muestra CAU 001 MA-CA-PZ 19.

Parámetro	Unidad	Periodo de Tiempo (min)	Limite Máximo Decreto 5772	16/10/2018
Monóxido de Carbono	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora	40000	< 1200
		8 horas	10000	
Dióxido de Azufre	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora	850	< 50
		24 horas	400	
		1 año	80	
Dióxido de Nitrógeno	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora	400	< 50
		24 horas	180	
		1 año	100	
Plomo	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3 meses	1,5	< 1
Material Particulado Fracción Respirable	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 horas	150	130
		1 años	50	
Ozono	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora	235	< 50
		8 horas	120	
Sulfuro de Hidrógeno	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	30 minutos	8	< 5
Temperatura Ambiente	$^{\circ}\text{C}$	—	—	23,8
Dirección del Viento	—	—	—	variable
Velocidad del Viento	km/h	—	—	10
Humedad Relativa Ambiente	%	—	—	14
Presión Atmosférica	hPa	—	—	1007,7

< menor a: el valor corresponde al límite de detección de los equipos de laboratorio.

Todos los parámetros analizados cumplen con los límites establecidos en la normativa de referencia.

En la siguiente imagen se puede observar el equipo de monitoreo en el sector de referencia



Figura 28. Sitio de monitoreo de calidad de aire en PZ19.

7.4.3 Campamento

Los resultados obtenidos para calidad de aire en campamento El Porvenir se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 31. Parámetros obtenidos de calidad de aire para la muestra CAU 001 MA-CA-C.

Parámetro	Unidad	Periodo de Tiempo (min)	Limite Máximo Decreto 5772	17/10/2018
Monóxido de Carbono	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora	40000	< 1200
		8 horas	10000	
Dióxido de Azufre	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora	850	< 50
		24 horas	400	
		1 año	80	
Dióxido de Nitrógeno	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora	400	< 50
		24 horas	180	
		1 año	100	
Plomo	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3 meses	1,5	< 1
Material Particulado Fracción Respirable	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 horas	150	< 50
		1 años	50	
Ozono	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora	235	< 50
		8 horas	120	
Sulfuro de Hidrógeno	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	30 minutos	8	< 5
Temperatura Ambiente	$^{\circ}\text{C}$	—		23,8
Dirección del Viento	—	—		variable
Velocidad del Viento	km/h	—		10
Humedad Relativa Ambiente	%	—		14
Presión Atmosférica	hPa	—		1007,7

< menor a: el valor corresponde al límite de detección de los equipos de laboratorio.

Todos los parámetros analizados cumplen con los límites establecidos en la normativa de referencia.

En la siguiente imagen se puede observar el equipo de monitoreo en el sector de referencia



Figura 29. Sitio de monitoreo de calidad de aire en Campamento El Porvenir.

CAPÍTULO 8 - MONITOREO DE RUIDOS

8.1 INTRODUCCIÓN

Se realizaron muestreos de ruidos en tres sitios de acuerdo a lo detallado en la siguiente tabla:

Tabla 32. Coordenadas de los sitios de ruidos (Octubre 2018).

Identificación	Lugar	Coordenadas GK	
		X	Y
CAU- 001 MA -R -PZ7	Plataforma Pozo 7 (no operativo)	3421281,7715	7383922,0942
CAU- 001 MA -R -PZ19	Plataforma Pozo 19 (operativo)	3421899,2382	7369769,1398
CAU- 001 MA -R -CAMP	Campamento	3419879,0865	7367475,0936

8.2 MUESTREO

Se realizó la medición de ruidos en tres sitios utilizando un Decibelímetro Digital Marca TES Modelo 1353 y un Calibrador Acústico Marca TES Modelo 1356.

8.3 PARÁMETROS ANALIZADOS

La determinación de los niveles de Ruido Ambiental se realizó utilizando un decibelímetro, muestreando 1 h en cada punto de monitoreo determinado.

Esta medición se llevó de acuerdo a Norma IRAM 4062 – Ruidos Molestos al Vecindario.

8.4 RESULTADOS

8.4.1 Plataforma Pozo 7

En la siguiente tabla se detallan los resultados de las mediciones de ruidos en el Pozo 7:

Tabla 33. Resultados de Medición de Ruido en el Pozo 7

Parámetro	Unidades	Valor Obtenido	Ley Nac. N° 19.587
Nivel sonoro continuo equivalente (Leq)	dBA	31	80



Figura 30. Medición de ruidos en PZ7.

8.4.2 Plataforma Pozo 19

En la siguiente tabla se detallan los resultados de las mediciones de ruidos en el Pozo 19:

Tabla 34. Resultados de Medición de Ruido en el Pozo 19.

Parámetro	Unidades	Valor Obtenido	Ley Nac. N° 19.587
Nivel sonoro continuo equivalente (Leq)	dBA	75,9	80

A partir de estos resultados se concluye que el nivel sonoro en este sitio de monitoreo cumple con la reglamentación de referencia.

8.4.3 Campamento

En la siguiente tabla se detallan los resultados de las mediciones de ruidos en el Campamento El Porvenir:

Tabla 35. Resultados de Medición de Ruido en el Campamento.

Parámetro	Unidades	Valor Obtenido	Ley Nac. N° 19.587
Nivel sonoro continuo equivalente (Leq)	dBA	59,3	80

A partir de estos resultados se concluye que el nivel sonoro en este sitio de monitoreo cumple con la reglamentación de referencia.

CAPÍTULO 9 - BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Bonaventura, S. M., R. Tecchi y D. Vignale. 1995. The vegetation of the Puna Belt at Laguna de Pozuelos Biosphere Reserve in northwest Argentina. *Vegetatio*, 119: 23-31.
- Cajal, J. L. 1998a. La avifauna andina. Pp. 81-102 en: Cajal, JL; JG Fernández & R Tecchi (eds.). Bases para la Conservación y Manejo de la Puna y Cordillera Frontal de Argentina. El rol de las Reservas de la Biósfera. FUCEMA-UNESCO.
- Cajal, J. L. 1998b. Densidad, biomasa y diversidad de mamíferos en la Puna y Cordillera Frontal. Pp. 197-220, en: Cajal, JL; JG Fernández & R Tecchi (eds.). Bases para la Conservación y Manejo de la Puna y Cordillera Frontal de Argentina. El rol de las Reservas de la Biósfera. FUCEMA-UNESCO.
- Díaz, M. M., R. M. Barquez. 2005. Mamíferos de Jujuy Argentina. Editorial LOLA.
- Díaz Gomez, J. M. 2007. Endemism in *Liolaemus* (Iguania: Liolaemidae) from the Argentinian Puna. *South American Journal of Herpetology*, 2(1): 59-68.
- Fabbroni, M. 2015. Flora de Tocomar y Campo Amarillo (Salta, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 50 (2): 171-192.
- Faúndez, L., M.T. Serra, y J. Hernández. 1995. Evaluación del Impacto Ambiental del Gasoducto Transandino en la Reserva Forestal Ñuble. Componente Flora y Vegetación. Informe Técnico.
- Feinsinger, P. 2004. El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 242 pp.
- Gotelli, N.J. y R. K. Colwell 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol. Lett.*, 4: 379-391.
- Garreaud, R., M. Vuille, y C. Clement. 2003. The climate of the Altiplano: observed current conditions and past changes mechanisms. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 3054: 1-18.
- Hernández, J. P. 2000. Manual de Métodos y Criterios para la Evaluación y Monitoreo de la Flora y la Vegetación. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Pp. 37.
- Josse C., Cuesta F., Navarro G., Barrena V., Cabrera E., et al. 2009. Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Peru y Venezuela. Secretaría General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA-Intercooperation, CONDESAN-Proyecto Paramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, IAvH, LTA-UNALM, ICAE-ULA, CDC-UNALM, Rumbol SRL. Lima.
- Lobo, F. y C.S. Abdala. 2007. Descripción de una nueva especie del grupo de *P. palluma* de la provincia de Mendoza, Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 21: 103-113.

- Matteuci, S. D. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C. 168 p.
- Moschione, F. 2007. Reserva Provincial Olaroz-Cauchari. *En* Di Giacomo, A. S., M. V. De Francesco y E. G. Coconier (editores). Áreas importantes para la conservación de las aves en Argentina. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad: 223-224. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires.
- Mostacedo, B. y T. S. Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia.
- de la Peña, M. R. 2016. Aves Argentinas: Descripción, Comportamiento, Reproducción y Distribución. Trogonidae a Furnariidae. Caminera puneña *Geositta punensis* Dabbene, 1917, Pp.: 325-327. Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (Nueva Serie). 20 (2): 1-620.
- Perovic, P., C. Trucco, A. Tálamo, V. Quiroga, D. Ramallo, et al. 2008. Guía técnica para el monitoreo de la biodiversidad. Programa de Monitoreo de Biodiversidad - Parque Nacional Copo, Parque y Reserva Provincial Copo, y Zona de Amortiguamiento. APN/GEF/BIRF. Salta, Argentina.
- Rabinowitz, A. 2003. Manual de capacitación para la investigación de campo y la conservación de la vida silvestre. Wildlife Conservation Society. FAN, Bolivia.
- Ralph, C.J., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin, D.F. De Sante y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSWGTR-159. Albany. C. A. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U. S. Department of Agriculture.
- Ramsay P. y Oxley E. 1997. The growth form composition of plant communities in the Ecuadorian paramos. *Plant Ecology* 131: 173–192.
- Ridgely, R. y G. Tudor. 2009. *Geositta punensis*, Pp.: 264, *en*: Field guide to the songbirds of South America: the passerines– 1a. edición – (Mildred Wyatt-World series in ornithology). University of Texas Press, Austin.
- Rundel P., Palma B. 2000. Preserving the Unique Puna Ecosystems of the Andean Altiplano. *Mountain Research and Development* 20: 262–271.
- Ruthsatz B. y Movia C. 1975. Relevamiento de las Estepas Andinas del Noreste de la Provincia de Jujuy, República Argentina. Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura (FECYC). Buenos Aires, Argentina, 127 pp.
- Simpson, B., C. Toddzia. 1990. Patterns and processes in the development of the high Andean flora. Botanical Society of America. Ithaca.
- Smith, A., T. Young. 1987. Tropical Alpine Plant Ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 137–158.

Witmer, G. W. 2005. Wildlife population monitoring: some practical considerations. USDA National Wildlife Research Center. Staff Publications. 70

CAPÍTULO 10 - ANEXOS